

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 35 (1977)  
**Heft:** 161

**Heft**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

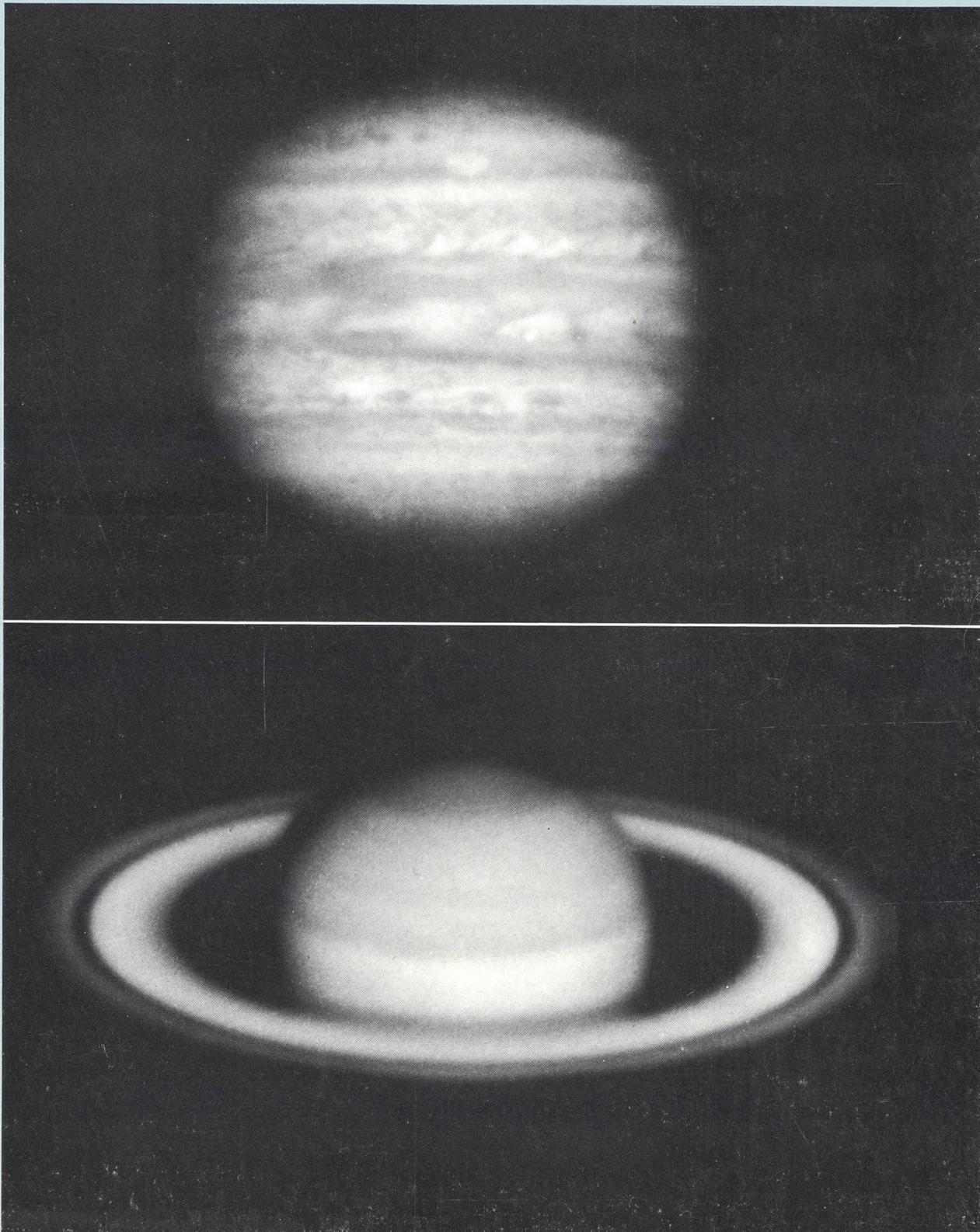
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

# ORION

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



35. Jahrgang  
35<sup>e</sup> année

August  
août  
1977

161

# Schweizerische Astronomische Gesellschaft Société Astronomique de Suisse

## SAG

*Adresse des Generalsekretärs:* Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Anmeldungen, Adressänderungen und Austritte (nur auf Jahresende) sind an diese Adresse zu richten.

*Mitgliederbeitrag SAG* (inklusive Bezugspreis ORION):  
Schweiz: sFr. 47.—, Ausland: sFr. 53.—.

Jungmitglieder (nur in der Schweiz) sFr. 25.—.

Einzelhefte sind beim Generalsekretär für sFr. 7.50 zuzüglich Porto und Verpackung erhältlich.

Mitgliederbeiträge und Zahlungen sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.

## SAS

*Adresse du secrétaire général:* Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Les demandes d'admission, changements d'adresse et démissions (seulement pour la fin de l'année) sont à envoyer à cette adresse.

*Cotisation annuelle SAS* (y compris l'abonnement à ORION):  
Suisse sfrs. 47.—, Etranger: sfrs 53.—.

Membres juniors (seulement en Suisse): sfrs. 25.—.

Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétaire général au prix de sfrs. 7.50 plus frais de port.

Le versement des cotisations et autres paiements sont à effectuer après réception de la facture seulement.

## CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



### Programm 1977

10.—15. Oktober

**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie  
Leitung: Herr Erwin Greuter, Herisau

Auskünfte und Anmeldungen:  
Herr Andreas Künzler, Zeughausgasse 22  
CH-9000 St. Gallen  
Telefon 071 / 23 32 52, Telex 77685

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

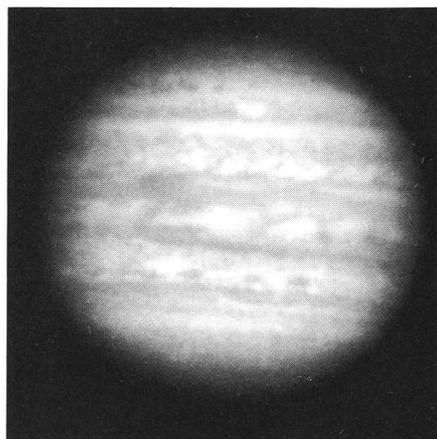
# ORION

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

## Inhaltsverzeichnis / Sommaire

<b>OTTO WALTHERT</b>	
Voyager-Raumsonden erforschen äussere Planeten und ihre Monde .....	108
Sonnengruppe der SAG .....	111
Die Monde des Jupiters .....	112
<b>J. DUBOIS</b>	
Le problème cosmologique et ses hypothèses .....	117
Die Japetus-Verfinsterung vom 20. Oktober 1977 .....	121
Lichtabfall von R Coronae Borealis .....	123
R Coronae Borealis — Sterne .....	123
Die Gründung der Robert A. Naef-Stiftung .....	124
Stiftung Robert A. Naef .....	124
Fondation Robert A. Naef .....	124
La Fondation Robert A. Naef .....	125
<b>M. LAMMERER UND H. TREUTNER</b>	
Mit William C. Miller am Mount Palomar .....	126
<b>A. KORHAMMER</b>	
Mathematische Grundlagen und genaue Formeln für die Vermessung von Parabolspiegeln .....	131
Sternwarten der Schweiz – Observatoire astronomique de Suisse .....	136
Generalversammlung der SAG .....	137
Neues Planetarium Stuttgart .....	138
Jahresbericht des Präsidenten .....	139
Jahresbericht des Generalsekretärs .....	140
Einladung zur VdS-Tagung 1977 in Darmstadt .....	140

## Titelbild / Couverture



### Jupiter / Saturn

Im August 1977 startet die NASA wiederum zwei interplanetare Sonden zur Erforschung der beiden Riesenplaneten Jupiter und Saturn. Die Sonden werden nach 1,5 Jahren beim Jupiter eintreffen und nach weiteren 2 Jahren in die Nähe des Saturn gelangen. Dieses interessante NASA-Projekt wird den ORION-Lesern von O. WALTHERT (Seite 108) ausführlich vorgestellt.

Titelbild: Jupiter: Aufnahme von Prof. Dragesco, Pic du Midi, mit 107-cm-Teleskop,  $f = 90\text{m}$ .  
Saturn: Aufnahme von C. Boyer, Pic du Midi, ebenfalls mit dem 107-cm-Teleskop.

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

**Wissenschaftliche Redaktion:** Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Biel.

Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an diese Adresse zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren. Redaktionsschluss: 8 Wochen vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

**Technische Redaktion:** Roland A. Holzgang, Unterdorfstrasse 20, CH-3322 Urtenen.

Inserataufträge sind an die technische Redaktion zu richten.

**Ständige Mitarbeiter:** Werner Maeder, Genf.

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

**Bezugspreis ORION** (inklusive ORION-Zirkular und Mitgliederbeitrag SAG): Schweiz: sFr. 47.—, Ausland: sFr. 53.—. Jungmitglieder (nur in der Schweiz): sFr. 25.—.

**Abonnemente und Adressänderungen:** Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

**Copyright:** SAG - SAS. Alle Rechte vorbehalten.

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

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

**Rédaction scientifique:** Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne.

Manuscrits, illustrations et rapports sont à envoyer à cette adresse. La responsabilité des articles publiés dans ce bulletin incombe aux auteurs. Dernier délai pour l'envoi des articles: 8 semaines avant la parution du numéro correspondant.

**Rédaction technique:** Roland A. Holzgang, Unterdorfstrasse 20, CH-3322 Urtenen.

Les ordres d'annonces sont à adresser à la rédaction technique.

**Avec l'assistance permanente de:** Werner Maeder, Genève.

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

**L'abonnement à ORION** (y compris Circulaire-ORION et la cotisation annuelle SAS): Suisse: sfrs. 47.—, Etranger: sfrs. 53.—. Membres juniors (seulement en Suisse): sfrs. 25.—.

**Abonnements et changements d'adresse:** Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

**Copyright:** SAG - SAS. Tous droits réservés.

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

# Voyager-Raumsonden erforschen äussere Planeten und ihre Monde

VON OTTO WALTHERT

Die National Aeronautics and Space Administration (NASA) hat bisher Raumsonden zum Mond, zum Merkur, zur Venus, zum Mars und zum Jupiter entsandt. Die Erforschung des Mars im Rahmen des Projektes Viking gilt als die bisher komplexeste unbemannte Raumfahrtmission. Im Schatten des Erfolges von Viking und selbst in Fachkreisen wenig beachtet wurde nun von der NASA das Projekt Voyager vorbereitet. Dieser nächste Schritt in der Erforschung des Planetensystems muss als das bisher ehrgeizigste Raumfahrtvorhaben bezeichnet werden. Nicht weniger als vier Planeten, zwei Ringsysteme und elf Monde, die meisten noch wenig erforschte Himmelskörper, sollen während nahen Vorbeiflügen in den nächsten zwölf Jahren beobachtet werden. Nachdem schon Viking unser astronomisches Wissen über den Mars bedeutend erweitert hat, darf man beim Gelingen des Voyager-Programmes geradezu einen Quantensprung in den astronomischen Kenntnissen über unser Sonnensystem erwarten. Das Programm bildet den Ersatz für die ursprüngliche «Grand Tour», die aus Kostengründen nicht verwirklicht werden kann.

Die NASA wird die erste von zwei Voyager-Raumsonden voraussichtlich am 20. August 1977 vom Startkomplex 41 in Cape Kennedy aus an Bord einer Titan III E-Centaur Rakete mit Zusatzstufe in Richtung Jupiter und Saturn starten. Der zweite Start soll zwölf Tage später am 1. September 1977 erfolgen.

Jupiter und Saturn sind bekanntlich völlig verschieden von den terrestrischen Planeten. Sie scheinen hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium zu bestehen.

Jupiter ist grösser als alle anderen Himmelskörper im Sonnensystem, die Sonne ausgenommen. Er besitzt 13 oder 14 Monde; der kürzlich entdeckte 14. Satellit ist noch nicht bestätigt worden. Der Planet umkreist die Sonne in mehr als fünffacher Entfernung im Vergleich zur Erde. Ein Jupiterjahr entspricht 11,86 Erdenjahren. Ein Jupitertag dauert 9 h 50 min 30 sek.

Saturn verfügt über zehn Monde, darunter Titan, dessen vermutlich vorwiegend aus Methan bestehende Lufthülle dichter als die Marsatmosphäre ist. Saturn umkreist die Sonne in beinahe zehnfacher Entfernung der Erde von der Sonne. Er vollendet in 29,458 Erdenjahren einen Umlauf. Ein Saturntag dauert 10 h 14 min. Sein Ringsystem hat einen Radius von 137 100 km.

Mit den Fernsehkameras der Voyager-Raumsonden wollen die Wissenschaftler Bilder von Jupiter und Saturn aufnehmen, die deutlicher sind als alle bisherigen. Ferner wollen sie die ersten Nahaufnahmen mit hoher Auflösung von den Galileischen Jupiter-Mon-

den, den grösseren Saturn-Monden und den Saturnringen erhalten.

Andere Instrumente sollen die Atmosphäre der Planeten und Monde erforschen, ihre Magnetosphäre und die Wechselwirkungen zwischen diesen Regionen und dem Sonnenwind, sowie Radioausbrüche von Jupiter erforschen. Jupiter ist neben unserer Sonne die stärkste Radioquelle am Himmel. Andere Forschungsziele umfassen die Bedeckung von Erde und Sonne durch die Planeten, Saturnringe und Titan, Beobachtungen des interplanetaren Raumes, die Lokalisierung und Definition der Heliosphäre und die Grenzen des Sonnenwindes.

Die Flugbahnen wurden sorgfältig ausgewählt um nicht nur wichtige wissenschaftliche Daten über die Planeten, sondern auch über ihre Monde zu sammeln. Sogar wenn der Saturnmond Titan sowie die Galileischen Jupiter-Satelliten Io, Europa, Ganymed und Kallisto statt ihre Planeten selbst die Sonne umkreisen, würde sich die separate Erforschung jedes einzelnen mit Raumsonden rechtfertigen. Ihre Durchmesser liegen im Grössenbereich zwischen Merkur und dem Erdmond. Titan ist der einzige Mond im Sonnensystem, von dem man bisher mit Sicherheit weiss, dass er eine nennenswerte Atmosphäre besitzt.

Durch die Feststellung von Ähnlichkeiten und Differenzen unter den verschiedenen Himmelskörpern hoffen die Wissenschaftler mehr über die Vergangenheit und die Zukunft des Sonnensystems, besonders aber unseres eigenen Planeten Erde zu erfahren.

Für den Vorbeiflug beim Jupiter sind folgende Bedingungen massgebend:

- Es sollen so viele nahe Vorbeiflüge bei Monden durchgeführt werden wie möglich, besonders bei den Galileischen Monden.
- Jede Voyager-Sonde soll einen sehr nahen Vorbeiflug bei einem der Galileischen Satelliten durchführen.
- Jeder Vorbeiflug soll die Beobachtung einer Bedeckung von Erde und Sonne durch den Jupiter und später einen nahen Vorbeiflug beim Saturn ermöglichen.
- Die gewünschten Bedingungen für einen Saturn-Vorbeiflug sind ähnlich wie beim Jupiter:
  - Eine nahe Passage beim Mond Titan sowie Vorbeiflüge bei soviel anderen Saturnmonden wie möglich.
  - Möglichkeit der Beobachtung einer Bedeckung von Erde und Sonne sowohl durch Saturn als auch durch Titan.
  - Erzielung einer Bedeckung der Erde durch die Saturnringe. Diese Bedeckung sollte mit genügendem zeitlichem Abstand nach der Bedeckung der

Erde durch Saturn erfolgen, damit die Ringeffekte von den Saturneffekten unterschieden werden können. Die Radiowellen sollten sich bei der Bedeckung durch die Saturnringe 5 000 km über der Planetenoberfläche ausbreiten.

– Durchquerung der E-Ringebene im Ringsystem.

Die Voyager-Raumsonden wiegen 795 kg. Daran haben die wissenschaftlichen Instrumente einen Anteil von 100 kg. Diese neue Raumsonde unterscheidet sich von den früheren Planetensonden hauptsächlich durch die Umgebung, in denen sie eingesetzt wird und durch die grosse Entfernung, über die sie mit der Erde einen Nachrichtenaustausch gewährleisten muss. Da die äusseren Planeten nur einen kleinen Bruchteil des auf Erde und Mars fallenden Sonnenlichtes empfangen, können die Voyager-Sonden nicht mit Sonnenenergie versorgt werden. Sie beziehen daher ihren Strom aus thermoelektrischen Radioisotopen-Batterien. Ein anderer auffälliger Unterschied gegenüber anderen Sonden ist die grosse Antenne; die Richtantenne von Voyager misst 3,7 m im Durchmesser.

Jeder Voyager verfügt über zehn Instrumente und über den Radiosender um die Planeten, ihre Monde, die Saturnringe, die Magnetosphäre um die Planeten und den interplanetaren Raum zu erforschen. Zusätzlich zu den Weitwinkel- und Tele-Fernsehkameras sind die Voyager-Sonden mit Detektoren für kosmische Strahlen und für niederenergetische Teilchen, Infrarot-Spektrometern, Radiometern, Magnetometern, Photopolarimetern, radioastronomischen Instrumenten für die Planetenforschung, Plasmawellen-Instrumenten und Ultraviolett-Spektrometern ausgerüstet.

Gemäss den Missionsplänen wird der zuerst gestartete Voyager 2 eine langsamere Flugbahn einschlagen, damit die Sonde Voyager 1 ihn überholen und den Jupiter etwa vier Monate vorher erreichen kann. Das Jupiter-Schwerefeld wird beide Raumflugkörper nach der Swing by-Technik in Richtung des Planeten Saturn beschleunigen. In Saturnnähe wird die erste Sonde auf die zweite einen Vorsprung von etwa neun Monaten aufweisen.

Die Flugbahnen von Voyager 1 und 2 benützen die günstige Konstellation der äusseren Planeten, die für die Grand Tour-Missionen mit Vorbeifügen bei Jupiter und Saturn berechnet wurden. Die günstigste

Gelegenheit für eine grosse Annäherung an Jupiter mit verhältnismässig kurzen, unter vier Jahren liegenden Flugzeiten zum Saturn ist das Startfenster von 1977.

Die Missionen stützen sich auf die durch Pioneer 10 und 11 über Jupiter gesammelten Informationen, besonders über die Jupiter-Magnetosphäre.

Der Vorbeiflug beim Jupiter erfolgt ausserhalb der für die Instrumente der Raumsonden gefährlichen Distanz. Durch die Variation der Vorbeiflughöhen beim Jupiter wird es möglich, die Ankunftszeiten von Voyager 1 und 2 beim Saturn um 9½ Monate voneinander zu trennen. Dies wiederum ermöglicht es, für die zweite Raumsonde auf Grund der Saturndaten von Voyager 1 einen wissenschaftlich interessanten Weg für die Passage beim Saturn auszuwählen.

Die Projektleiter haben die Möglichkeit, Voyager 2 mittels Schwerkraftumlenkung unter Verzicht auf einen nahen Vorbeiflug beim Saturnmond Titan zum Planeten Uranus umzuleiten, wo er am 31. Januar 1986 eintreffen würde. Die Raumsonde würde dann auch Daten vom grössten Uranusmond Miranda übertragen. Dieser Uranus-Vorbeiflug wird nur durchgeführt, wenn die wissenschaftlichen Forschungsziele in Bezug auf Saturn, dessen Ringsystem und seinen Mond Titan von der ersten Raumsonde erfüllt werden und der Betriebszustand – vor allem der Gasvorrat für die Steuerröhren – der zweiten Sonde den Erfolg eines solchen Vorhabens gewährleistet. Es besteht wegen der Konstellation der äusseren Planeten ferner die Möglichkeit, dass die zweite Raumsonde nachher zum Neptun umgeleitet wird. Bei diesem Planeten würde sie 1989 eintreffen. Falls ein solcher Weiterflug nicht vorgesehen wird, könnte die Geschwindigkeit von Voyager 2 beim Uranus vermindert werden. Dies würde zu einer längeren Beobachtungszeit für die am 10. März 1977 entdeckten Uranus-Ringe führen.

#### *Voyager 1-Vorbeiflug bei Jupiter*

Die Photoaufnahmen des Jupiter werden im Dezember 1978 beginnen, 80 Tage bevor Voyager 1 den Planeten erreicht, zusammen mit Spektralaufnahmen der den Jupiter umgebenden Wasserstoffwolken und der vier grossen Galileischen Satelliten. Allmählich werden die Bilder des breite Bänder aufweisenden

#### *Die Erforschung von Jupiter und seiner Monde durch die Raumsonden Voyager 1 und 2*

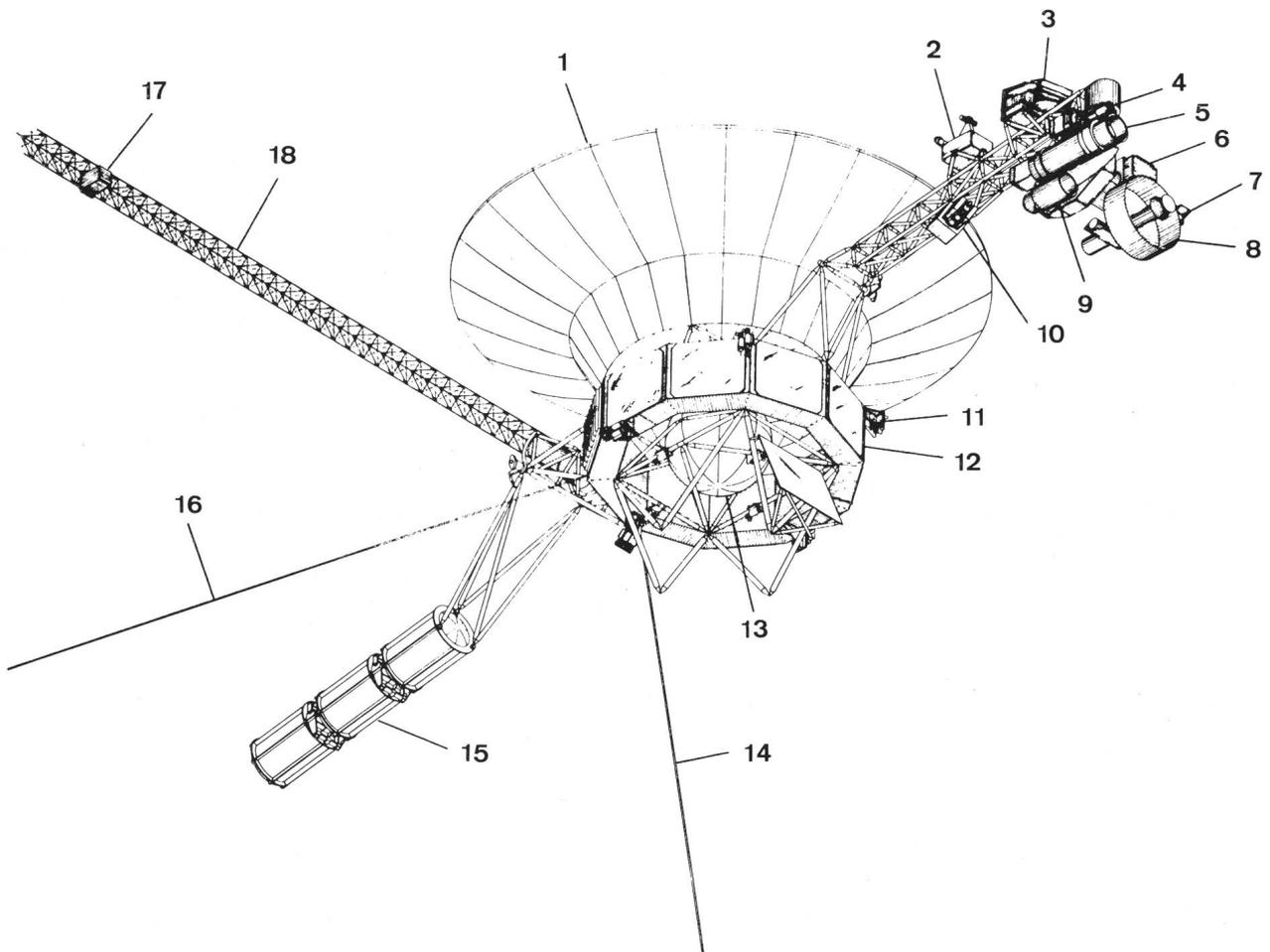
	Mittlere Entfernung vom Planetenzentrum (km)	Durchmesser (km)	Grösste Annäherung von: Voyager 1 (km)	Voyager 2 (km)
Jupiter	—	143 650	280 000	643 000
Amalthea	181 000	160	415 000	550 000
Io	421 400	3 640	22 000	—
Europa	670 500	3 050	733 000	201 000
Ganymed	1 069 000	5 270	120 000	55 000
Kallisto	1 881 200	5 000	120 000	220 000

Planeten bald das Auflösungsvermögen irdischer Photos übersteigen. Während etwa zwei Monaten werden die Photoaufnahmen mit dem Teleobjektiv der Raumsonden von 1500 mm Brennweite aufgenommen. Ende Februar 1979, acht Tage vor der Ankunft beim Jupiter, wird Voyager 1 den ganzen Planeten mit einer Weitwinkelkamera von 200 mm Brennweite aufnehmen, während das Instrument mit dem Teleobjektiv Photos von hohem Auflösungsvermögen von ausgewählten Merkmalen der Jupiter-Wolken anfertigen wird. Gleichzeitig werden die Infrarot- und Ultraviolett-Spektrometer und das Photopolarimeter Daten über die Zusammensetzung der Atmosphäre, über Temperaturveränderungen in der Atmosphäre und über das Vorhandensein fester Partikel in den Wolken empfangen.

Kurz vor der grössten Annäherung an Jupiter am

5. März 1979 wird Voyager 1 415000 km an Amalthea vorbeifliegen und damit den Wissenschaftlern die ersten Nahaufnahmen des innersten Jupitersatelliten liefern. Die grösste Annäherung an den Jupiter wird 3,9 Jupiterradien (etwa 280000 km) gemessen von der Planetenoberfläche betragen. Jupiter wird die Sonne und die Erde bedecken und es so den Wissenschaftlern erlauben, präzise Messungen der Struktur und Zusammensetzung seiner Atmosphäre durchzuführen.

Nach dem Vorbeiflug beim Jupiter wird der erste Voyager alle vier grossen Galileischen Satelliten erforschen: Io aus einer Entfernung von 22000 km, Europa aus 733000 km, Ganymed und Kallisto aus 120000 km. Von diesen vier Monden ist bekannt, dass sie unter Tagesbedingungen eine mittlere Oberflächentemperatur von  $-145^{\circ}\text{C}$  aufweisen. Die Ju-



*Technischer Aufbau der Raumsonde Voyager*

- 1 Richtantenne
- 2 Detektoren für kosmische Strahlen
- 3 Plasma-Detektoren
- 4 Weitwinkel-Fernsehkamera
- 5 Tele-Fernsehkamera
- 6 Fernsehelektronik
- 7 Ultraviolett-Spektrometer
- 8 Infrarot-Interferometer, Spektrometer und Radiometer
- 9 Photopolarimeter
- 10 Detektoren für niederenergetische geladene Partikel

- 11 Steerdüsen
- 12 Elektronik-Geräteabteile
- 13 Treibstofftank
- 14 Antenne für planetare Radioastronomie und Plasmawellen
- 15 thermoelektrische Radioisotopen-Batterien
- 16 Antenne für planetare Radioastronomie und Plasmawellen
- 17 Magnetometer
- 18 ausfahrbarer Magnetometer-Träger

piterbeobachtungen werden während etwa eines Monats nach der grössten Annäherung, also bis anfangs April 1979, weitergeführt.

#### *Voyager 2-Vorbeiflug bei Jupiter*

Der zweite Voyager wird seine Beobachtungsphase etwa Mitte April 1979, ebenfalls 80 Tage vor Erreichen des Jupiter, beginnen. Er wird während des Anfluges auf Jupiter vier Monde beobachten: Kallisto aus 220000 km, Ganymed aus 55000 km, Europa aus 201000 km und Amalthea aus 550000 km Entfernung.

Die grösste Annäherung von Voyager 2 an Jupiter wird am 10. Juli 1979 erfolgen. Das Raumfahrzeug wird mit grösserer Entfernung als sein Vorgänger vorbeifliegen, nämlich neun Jupiterradien oder 643000 km von der Planetenoberfläche aus gemessen. Diese Jupiterbegegnung wird bis in den August 1979 dauern.

#### *Voyager 1-Vorbeiflug bei Saturn*

Das Saturn-Rendez-vous von Voyager 1 wird im August 1980 beginnen und bis zum Dezember 1980 dauern. Vor der Passage bei Saturn wird Voyager 1 etwa 4000 km über die Oberfläche des grössten Mondes Titan fliegen. Dieser Mond ist grösser als der Erdmond, besitzt eine Atmosphäre und ist für die Astronomen von besonderem Interesse. Die Sonde wird ihre Instrumente auch auf die Monde Rhea, Tethys und Enceladus richten, bevor sie hinter Saturn und dessen Ringsystem verschwindet.

Die grösste Annäherung an Saturn (209300 km) wird am 12. November 1980 erfolgen. Vom Gesichtswinkel der Instrumente der Raumsonde aus betrachtet werden Titan, Saturn und dessen Ringe die Erde bedecken und somit auch Messungen unter diesen speziellen Verhältnissen ermöglichen.

Nach dem Vorbeiflug bei Saturn wird Voyager 1 allmählich das Sonnensystem verlassen und 1992 ungefähr 30 Astronomische Einheiten von der Sonne entfernt sein. Die Wissenschaftler hoffen, dass selbst dann noch Daten von der Sonde auf der Erde empfangen werden können, wenn sie die Grenze des solaren Einflussgebietes (etwa 50 Astronomische Einheiten) überschreitet und mit Messungen des interstellaren Raumes beginnt.

#### *Voyager 2-Vorbeiflug bei Saturn*

Eine zweite Saturnbegegnung wird im Juni 1981 beginnen. Die grösste Annäherung von Voyager 2 an Saturn wird sich am 27. August 1981 ereignen. Die Raumsonde wird die Monde Titan und Tethys auf der Ankunftsflugbahn und Enceladus, Dione und Rhea nach der grössten Annäherung beobachten. Die Saturn-Umfliegung von Voyager 2 wird bis zum September, seine Beobachtung bis Oktober 1981 dauern.

Nach dem Start der beiden Raumfahrzeuge wird die Bahnverfolgung und Datenerfassung von Sta-

tionen in Kalifornien, Australien und Spanien aus vorgenommen. Während den Planetenvorbeifügen werden die Daten von den 64 m-Antennen empfangen werden. Die maximale Datenübertragungsrates beim Jupiter wird 115000 bits pro Sekunde und beim Saturn 44000 bits pro Sekunde betragen.

Das Office of Space Science der NASA hat die Voyager-Projektleitung dem Jet Propulsion Laboratory des California Institute of Technology übertragen. Das Jet Propulsion Laboratory hat die beiden Raumsonden entworfen und getestet. Die Bahnverfolgung, Datenübertragung und Missionsoperationen werden ebenfalls vom genannten Laboratorium durchgeführt, welches das Deep Space Network des NASA Office of Tracking and Data Acquisition betreibt.

Die Kosten des Projektes Voyager, ohne die Trägerraketen und Startoperationen, Bahnverfolgung und Datenempfang betragen 338 Mio. Dollar.

Die beiden Voyager-Sonden sollen somit den Riesenplaneten Jupiter und seine Monde Amalthea, Io, Europa, Ganymed und Kallisto, den Planeten Saturn, sein Ringsystem und seine Monde Titan, Rhea, Tethys, Enceladus und Dione, sowie möglicherweise

#### *Aufruf zur Mitarbeit*

### Sonnengruppe der SAG

Die Sonne, die im letzten Jahr ihr Fleckenminimum erreichte, befindet sich nun im Anstieg zu ihrem nächsten Sonnenfleckenmaximum.

Dies ist ein Grund, die einzelnen Sonnenbeobachter in der Schweiz zu aktivieren und die Sonnenbeobachtung unter den Amateur-Astronomen zu fördern.

Bereits mit kleinen Instrumenten hat der Amateur-Astronom die Möglichkeit, die Vorgänge auf der sichtbaren Sonnenoberfläche zu beobachten (siehe ORION 159, S. 45).

In einigen der nächsten ORION-Hefte wird zudem für den Anfänger eine Einführung in die Sonnenbeobachtung erscheinen.

Die Ziele der Sonnengruppe sind:

- Enge Zusammenarbeit der Sonnenbeobachter
- Austausch von Beobachtungsmaterial
- Kontakt mit ausländischen Gruppen
- Rasche Information über besondere Ereignisse auf der Sonne
- Berichte über die Sonnenforschung und die Tätigkeit an Instituten.

Wer sich für die Mitarbeit in der Sonnengruppe interessiert, melde sich bitte bei:

WERNER LÜTHI, Lorraine 12 D/16,  
CH-3400 Burgdorf

Uranus, sein neu entdecktes Ringsystem und seinen Mond Miranda, unter Umständen sogar Neptun während nahen Vorbeiflügen erforschen. Ferner sollen noch weitere Monde dieser Planeten von den Instrumenten erfasst werden.

Alle astronomisch interessierten Kreise können nur hoffen, dass dieses gigantische Raumfahrtvorhaben vom Start im Sommer 1977 bis gegen das Ende der Achtziger Jahre in allen Teilen erfolgreich verlaufen wird. In diesem Falle würde es der Weltraumtechnik gelingen, unsere astronomischen Erkenntnisse über das äussere Sonnensystem wesentlich zu erweitern.

*Literatur:*

Mariner Jupiter/Saturn 1977 Mission, Opportunities for Participation in Space Flight Investigations, NASA Washington, Memo Change 45, NHB 8030.1 A, 14. April 1972.  
 Mc KINLEY E. L. und VAN ALLEN R. E., Mariner Jupiter/Saturn 1977 Navigation Strategy, Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 13, No. 8, August 1976, S. 494 ff.  
 JPL Fact Sheet Voyager Jupiter-Saturn (No. 819-4/28/77), Jet Propulsion Laboratory, Pasadena.  
 LENOROVITZ JEFFREY M., Voyagers set for Planet encounters, Aviation Week & Space Technology, Vol. 107, No. 1, 4. Juli 1977, S. 65 ff.

*Adresse des Verfassers:*

Lic. oec. OTTO WALTHER, Landesgruppenleiter Schweiz der Hermann-Oberth-Gesellschaft e.V., Adligenstrasse 1, CH-6020 Emmenbrücke.

## Die Monde des Jupiter

Offenbar herrschen im Sonnensystem ähnliche Gesetze wie auf unserer Erde: Die Mächtigsten scharen auch die grösste Anzahl Trabanten um sich. So besitzt der massenreichste und grösste Planet unseres Sonnensystems die meisten Monde.

Bekanntlich sind die Monde anderer Planeten unseres Sonnensystems relativ lichtschwache, von blossem Auge nicht sichtbare Objekte. Die Entdeckungsgeschichte der hellsten unter ihnen, der Jupiter-Monde, konnte somit erst unmittelbar nach der Erfindung des Fernrohres einsetzen. So konnte GALILEO GALILEI bereits 1610 in seinem berühmten Werk «Sidereus Nuncius» die Entdeckung von vier Jupitertrabanten mitteilen. Diese epochale Entdeckung wurde zu einer der wesentlichsten Stützen des kopernikanischen Weltsystems. GALILEI führte in der Zeit vom 7. Januar bis zum 2. März 1610 insgesamt 65 Jupiterbeobachtungen durch. Aus diesen ersten Beobachtungen konnte er folgern, dass die neuentdeckten Monde auf vier verschiedenen Bahnen mit Umlaufzeiten zwischen zwei Tagen und einem halben Monat um den

Planet Jupiter kreisen. Erst drei Jahrhunderte nach dieser galileischen Entdeckung des Miniatur-Sonnensystems um Jupiter wurde ein weiterer Jupitertrabant aufgefunden. Anlässlich einer gezielten Mondsuche entdeckte BARNARD im Jahre 1892 am Lick-Observatorium den fünften Jupiterbegleiter. Mit demselben Instrument gelang PERRINE in den Jahren 1904 und 1905 die Entdeckung des sechsten und des siebten Jupitermondes. Beide Entdeckungen wurden auf fotografischem Wege gewonnen. MELOTTE fügte im Jahre 1908 in Greenwich den achten Jupitermond hinzu. Der Entdecker der vier nächsten Monde hiess NICHOLSON. Trabant Nr. 9 entdeckte er 1914 wieder auf der Lick-Sternwarte, 1938 folgten die Entdeckungen der Monde 10 und 11 mit Hilfe des 2,5 m-Spiegels des Mount Wilson-Observatoriums. Mit demselben Instrument machte er 1951 den zwölften Jupitermond dingfest. Dieser zwölfte Mond erreicht im Maximum (anlässlich einer mittleren Jupiteropposition) lediglich eine Helligkeit von 19,4 Grössenklassen. Mit dem 2,5 m-Spiegel waren also kaum noch lichtschwächere Monde ausfindig zu machen. Erst im Jahre 1974 fügte KOWAL vom Caltech mit Hilfe des lichtstarken 122 cm-SCHMIDT-Spiegels der Mount Palomar-Stern-

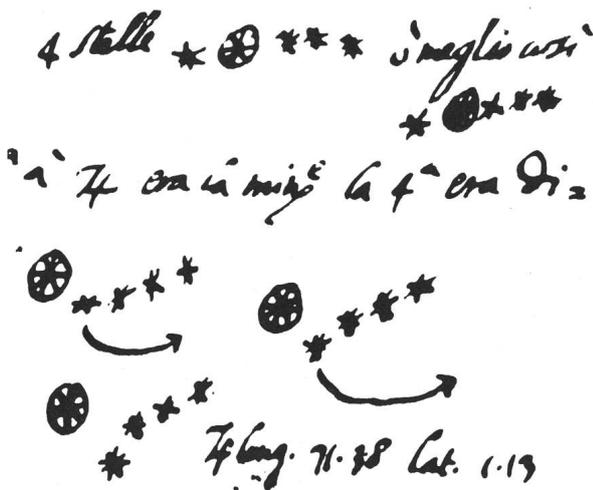


Fig. 1: Aus dem Beobachtungsjournal von GALILEO GALILEI: aufgezeichnet sind die Positionen der vier hellen Jupitermonde nach Beobachtungen vom 13. Januar bis 15. Januar 1610.

Tabelle 1

Mond	Name	Entdecker (Jahr)
I	Io	Galilei (1610)
II	Europa	Galilei (1610)
III	Ganymed	Galilei (1610)
IV	Callisto	Galilei (1610)
V	Amalthea	Barnard (1892)
VI	Himalia	Perrine (1904)
VII	Elara	Perrine (1905)
VIII	Pasiphae	Melotte (1908)
IX	Sinope	Nicholson (1914)
X	Lysithea	Nicholson (1938)
XI	Carne	Nicholson (1938)
XII	Ananke	Nicholson (1951)
XIII	Leda	Kowal (1974)
XIV		Kowal (1975)

Tabelle 2	Galilei-Gruppe	Himalia-Gruppe	Pasiphae-Gruppe
Monde	I, II, III, IV, V	VI, VII, X, XIII	VIII, IX, XI, XII
Jupiterentfernung in Jupiterradien	2–26	160–165	290–336
Siderische Umlaufzeit	0d,5 – 16d,7	238d,7– 260d,0	625d – 755d
Durchmesser in km	I : 3320 II: 3100 III: 5270 IV: 5000 V: 150	18–60	11–22
Bahnneigung gegenüber Jupiteraequator	3°	28°	147–164°
Bahn-Exzentrizität	0,01	0,13–0,21	0,17–0,38
Scheinbare Jupiterentfernung bei mittlerer Opposition	I: 2' 18" II: 3' 40" III: 5' 51" IV: 10' 18" V: 0' 59"	1° 3'	2° 5'

warte der Entdeckungsserie einen weiteren, noch lichtschwächeren Jupitermond bei. Dieser dreizehnte Jupitermond erreicht im Maximum nur noch eine Helligkeit von 21,0 Grössenklassen. Mit demselben SCHMIDT-Spiegel gelang KOWAL ein Jahr später die Entdeckung eines vierzehnten und vorläufig «jüngsten» Jupitertrabanten. Ob damit die Entdeckungsgeschichte der Jupitermonde abgeschlossen ist, bleibt eine offene Frage.

Untersucht man die Bahnelemente der bis heute bekannten 14 Jupitermonde, so lassen sich diese un schwer in drei Gruppen einteilen (vergleiche Tabelle 2).

#### Galilei-Gruppe

Ausser dem Mond Amalthea wurden die Monde dieser Gruppe bereits von GALILEI entdeckt. Alle Monde dieser Gruppe umkreisen den Jupiter in relativ nahen und beinahe kreisförmigen Bahnen. Ihre Bahnebenen liegen ungefähr in der Äquatorebene des Jupiter.

Über den innersten Trabanten — Amalthea (V) — sind wegen seiner geringen Grösse nur wenig Einzelheiten bekannt. Berühmt und gut bekannt sind die restlichen vier Mitglieder dieser innersten Jupiter-Mondgruppe. Sie gehören zusammen mit unserem Erdmond und dem Saturnmond Titan zu den grössten und massenreichsten Trabanten im Sonnensystem. Ihre scheinbaren Durchmesser betragen bei mittlerer Jupiteropposition zwischen 0,87' (Europa) und 1,52' (Ganymede). Mit entsprechenden Instrumenten lassen sich ihre Durchmesser also direkt bestimmen. Ab 30 cm Öffnung kann man sogar Oberflächenschattierungen auf diesen Monden erkennen (siehe Fig. 2). Aus den gegenseitigen Bahnstörungen lassen sich ihre Massen bestimmen. Zusammen

mit den visuellen Helligkeiten kann man mit diesen Daten die Dichten und die Rückstrahlvermögen berechnen, was wiederum Rückschlüsse auf die innere Struktur und die Oberflächenbeschaffenheit dieser Monde erlaubt.

Das reizvolle Spiel der Verfinsterungen, Durchgänge, Schattenvorübergänge und Bedeckungen dieser vier Jupitermonde dürfte wohl jedem Amateur-Astronomen aus eigener Anschauung bestens bekannt sein. Weniger bekannt ist wohl das von P. S. LAPLACE begründete Bewegungsgesetz, das die mittleren täglichen Bewegungen (bezüglich Jupiter) der ersten drei GALILEI-Monde miteinander verknüpft. Die mittleren täglichen Bewegungen  $m_i$  lassen sich aus den siderischen Umlaufzeiten ableiten. Man findet für:

$$\begin{aligned} \text{Io:} & \quad m_1 = 203,489^\circ \\ \text{Europa:} & \quad m_2 = 101,375^\circ \\ \text{Ganymede:} & \quad m_3 = 50,318^\circ \end{aligned}$$

Mit Hilfe dieser Werte kann man leicht das erste von LAPLACE aufgestellte Bewegungsgesetz für diese drei Monde verifizieren. Es lautet:

$$m_1 - 3 \cdot m_2 + 2 \cdot m_3 = 0$$

Von besonderer Bedeutung für den Jupitermond-Beobachter ist aber das zweite LAPLACE'sche Gesetz. Sind  $l_1$ ,  $l_2$  und  $l_3$  die vom Jupiter aus gerechneten mittleren Längen der drei ersten GALILEI-Monde, dann gilt die Beziehung:

$$l_1 - 3 \cdot l_2 + 2 \cdot l_3 = 180^\circ$$

Wegen der geringen Bahnexzentrizitäten weichen die wahren Längen nur unwesentlich von den mittleren Längen der drei betrachteten Monde ab. Eine gleichzeitige Verfinsterung der drei Monde ist nach dem LAPLACE'schen Gesetz somit nicht möglich. Da-



Fig. 2: Abstandsverhältnisse der Jupitermonde:

Der Planet Jupiter befindet sich im Ursprung des Achsensystems. In unmittelbarer Planetenumgebung sind die Mitglieder der Galilei-Gruppe (V, I, II, III, IV von innen nach aussen). Die mittlere Gruppe (Himalia-Gruppe) besteht von innen nach aussen aus den Monden XIII, VI, VII und X. Zur Pasiphae-Gruppe gehören mit wachsendem Jupiterabstand die Monde XII, XI, VIII und IX.

zu müssten die Monde gleichzeitig gleiche Längen haben. Setzt man aber auf der linken Seite gleiche Längen ein, dann ergibt die rechte Seite  $0^\circ$ , was im Widerspruch zum Gesetz steht. Aus denselben Überlegungen können die drei Monde auch nie gleichzeitig in grösster westlicher oder grösster östlicher Elongation stehen.

Betrachtet man die Umlaufzeiten aller vier GALILEI-Monde, so stellt man fest, dass diese nach 9197,53 Tagen (ca. 25 Jahre) mit grosser Genauigkeit wieder dieselben gegenseitigen Stellungen einnehmen. Und da 9174 Tage gerade 23 synodischen Jupiterumläufen entsprechen, steht von der Erde aus gesehen nach dieser Zeit Jupiter mit seinen Monden ebenfalls wieder in derselben Richtung.

In jüngster Zeit konnten besonders im astrophysikalischen Bereich neue Erkenntnisse über die GALILEI-Monde gewonnen werden. Bereits um die Jahrhundertwende entdeckte BARNARD, dass die Polkappen von Io eine rötliche Färbung aufweisen. Diese Beobachtungen wurden kürzlich von MINTON (University of Arizona) mit detaillierten Farbaufnahmen von Io bestätigt.

Io taucht als Mitglied der GALILEI-Gruppe häufig in den Jupiterschatten ein. 1960 stellten BINDER und CRUIKSHANK fest, dass seine Helligkeit unmittelbar

nach dem Hervortreten aus dem Jupiterschatten für ungefähr 15 Minuten grösser ist als sonst auf seiner Bahn. Ursprünglich erklärte man diesen Helligkeitsanstieg durch Vereisung der Oberfläche von Io während seiner Verfinsterung. Die Eisbildung erfolgt im Schatten von Jupiter. Beim Wiederauftauchen aus dem Schatten bewirkt die Eisschicht (bis zu deren Abschmelzen) ein vergrössertes Rückstrahlvermögen. Genaue Messungen der letzten Jahre haben jedoch ergeben, dass dieser Helligkeitsanstieg lediglich in 50% der Fälle eintritt. Als Ursache vermutet man heute nicht mehr eine Eisbildung, sondern eine noch ungeklärte Farbänderung der Oberfläche von Io.

Den Radio-Astronomen ist Jupiter seit langem durch seine kurzzeitigen Strahlungsausbrüche im Meter-Gebiet bekannt. 1960 stellte BIGG fest, dass eine eindeutige Beziehung zwischen diesen kurzzeitigen Strahlungsausbrüchen und der relativen Stellung von Io bezüglich Jupiter existiert. Offensichtlich kann Io den Strahlungsgürtel von Jupiter entscheidend beeinflussen. 1973 leitete die Raumsonde Pioneer 10 eine neue Phase der Erforschung der Jupitertrabanten ein. KLORE und Mitarbeiter von Jet Propulsion Lab entdeckten mit Hilfe dieser Raumsonde in etwa 100 km Höhe über der Oberfläche von Io eine Zone mit ionisierten Teilchen. Mit dieser Entdeckung wur-

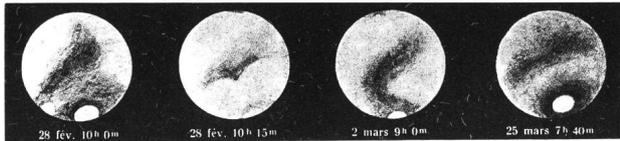


Fig. 3: Der Mond Ganymede nach Zeichnungen von J. T. SOLA.



Fig. 4: Der Mond Io aufgenommen im Dezember 1974 durch Pioneer 11. NASA-Foto 76-H-406.

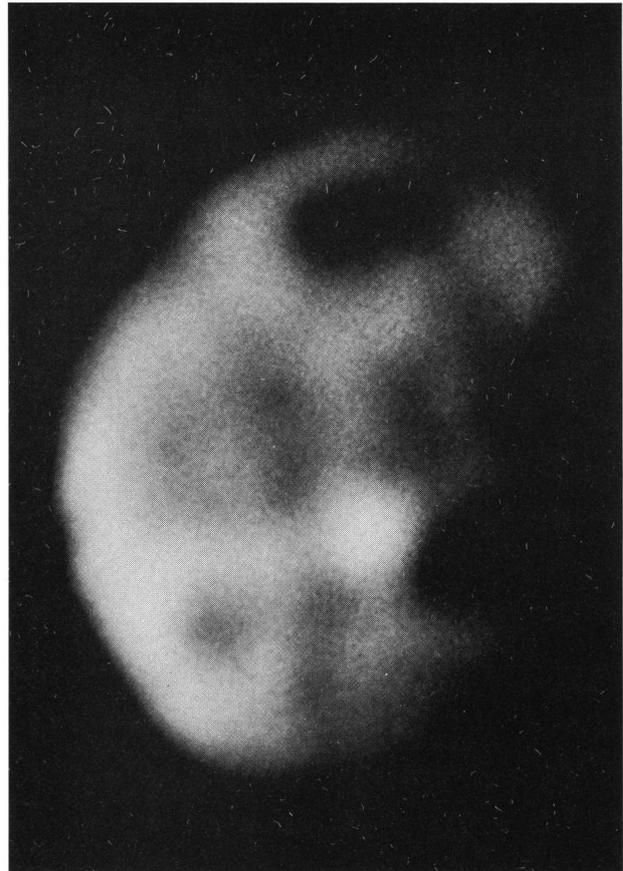


Fig. 5: Der grösste Jupitermond Ganymede aufgenommen im Dezember 1973 durch Pioneer 10. NASA-Foto 76-H-407.



Fig. 6: Pioneer 11-Aufnahme von Callisto (Dezember 1974). NASA-Foto 76-H-402.

de erstmals die Existenz einer Atmosphäre auf Io direkt nachgewiesen. Berechnungen ergaben, dass diese Atmosphäre allerdings extrem dünn ist. Ihr Druck beträgt an der Oberfläche von Io lediglich ein Milliardstel des Druckes der Erdatmosphäre auf Meereshöhe.

Über die drei verbleibenden Monde der GALILEI-Gruppe sind (zumindest vorläufig) keine so spektakulären Erkenntnisse bekannt. Europa ist mit einem Durchmesser von 3100 km etwas kleiner als Io. Ganymede (5270 km) und Callisto (5000 km) gehören zu den grössten Trabanten in unserem Sonnensystem. Ihre Durchmesser übertreffen selbst denjenigen des Merkur um mehrere hundert Kilometer. Callisto un-

terscheidet sich von den restlichen Mitgliedern der GALILEI-Gruppe durch seine dunkle Oberfläche. Offensichtlich bestehen in den Oberflächensetzungen dieser Monde wesentliche Unterschiede.

#### *Himalia-Gruppe*

Zu dieser mittleren Trabantengruppe gehören vier sehr kleine Monde. Ihre Durchmesser liegen zwischen 18 km und 60 km. In dieser Gruppe befindet sich auch der von KOWAL 1974 entdeckte 13. Jupitermond. Die kleinen Durchmesser dieser Monde erlaubten bis heute keine Detailuntersuchungen ihrer Oberflächen.

*Pasiphae-Gruppe*

Diese äusserste Mondgruppe besteht ebenfalls aus sehr kleinen Trabanten. Ihre Durchmesser liegen zwischen 16 km und 22 km. Im Unterschied zu den Monden der Galilei- und der Himalia-Gruppe bewegen sich die Mitglieder dieser letzten Gruppe rückläufig

um den Planeten. Die recht seltenen Bahnelemente lassen vermuten, dass die Pasiphae-Gruppe aus eingefangenen Planetoiden besteht.

*Literatur:*

Scientific American 1975, September, Seite 143.  
I.A.U. Circ. No. 2968 (1976).

*Vorschlag für ein Astro-Arbeitsprogramm:*

*Die Galilei-Monde und das dritte KEPLER'sche Gesetz*

In diesem Abschnitt soll dem Jupitermond-Beobachter eine Anregung gegeben werden, wie mit Hilfe der Galilei-Monde das dritte KEPLER'sche Gesetz «entdeckt» werden kann. Für diese «Neuentdeckung» eignen sich die Galilei-Monde vorzüglich. Einmal sind sie visuell oder auch fotografisch mit recht einfachen Instrumenten gut erreichbar. Dann weisen sie, im Gegensatz zu den die Sonne umlaufenden Planeten, sehr kurze Umlaufzeiten auf. Dies bedeutet, dass die Beobachtungsserie nicht wesentlich länger als einen Monat dauern muss. Schliesslich, und dies ist besonders wichtig, lassen sich die Bahnformen der Galilei-Monde recht genau durch Kreise beschreiben.

*Welche Aussage macht das dritte KEPLERgesetz:*

Nach 1600 arbeitete JOHANNES KEPLER intensiv an den Bewegungen der Planeten. Seine auf Beobachtungen von TYCHO BRAHE fussenden Resultate konnte er in drei Gesetzen zusammenfassen. Das erste publizierte er 1609. Es legt die Bahnform eines umlaufenden Himmelskörpers (als Ellipse) und den Ort des Zentralkörpers (im Brennpunkt) fest. Das zweite Gesetz erlaubt, die variable Geschwindigkeit eines umlaufenden Körpers in jedem Punkt seiner Bahn zu bestimmen. Das 1618 veröffentlichte dritte Gesetz stellt eine Beziehung zwischen der grossen Ellipsenhalbachse und der Umlaufzeit eines Planeten oder eines Mondes dar. Es lautet:

*Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die Kuben der grossen Halbachsen.*

Oder als Formel:

$$a^3/T^2 = \text{konstant.}$$

T bedeutet die Umlaufzeit eines Mondes oder eines Planeten. a steht für die grosse Halbachse. Bei kreisförmigen Bahnen entspricht die grosse Halbachse gerade dem Kreisradius. Das Gesetz sagt also aus, dass das angegebene Verhältnis für alle Monde, die einen gemeinsamen Planeten umkreisen, denselben Wert annimmt. Diese Aussage lässt sich mit Hilfe der Bewegungen der Galilei-Monde leicht überprüfen. Es spielt nämlich keine Rolle, in welchen Einheiten die Umlaufzeit T oder der Radius a der Umlaufbahn gemessen wird.

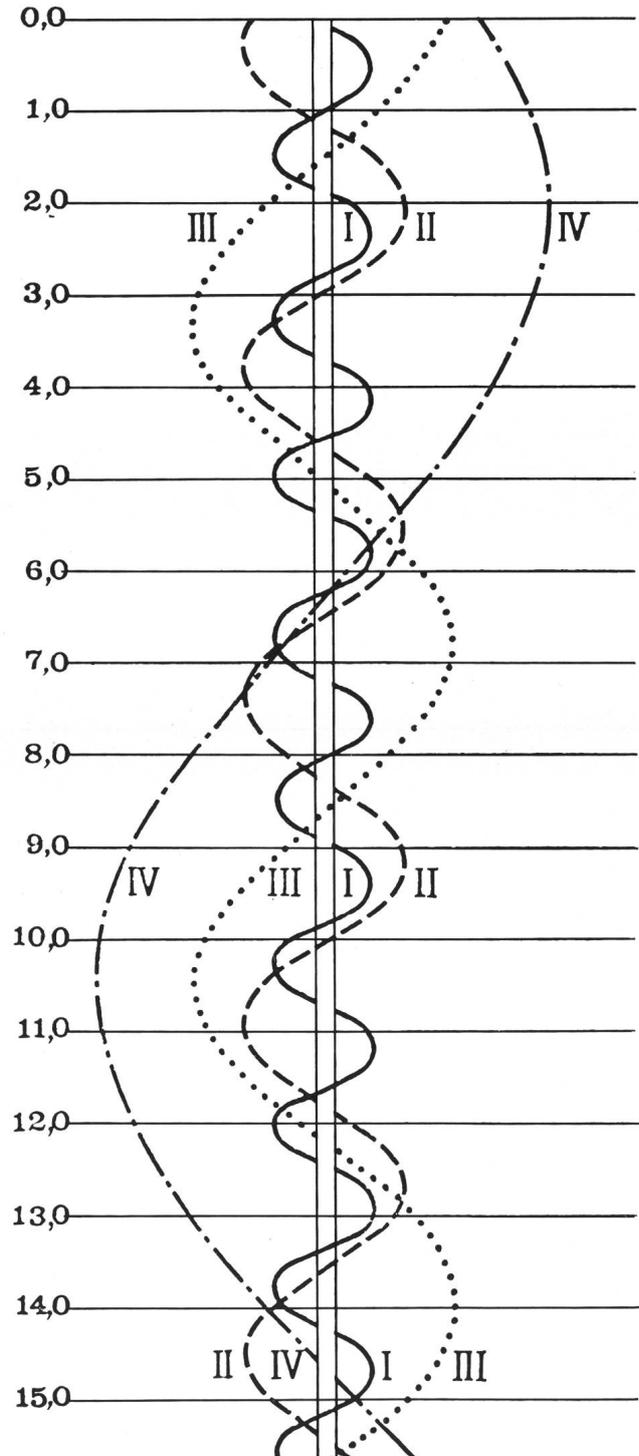


Fig. 7: Schlaufen der Galilei-Monde. Die Zeitskala am linken Bildrand ist in Tagen angegeben.

### Zur Bestimmung von $T$ und $a$ :

Zu einem bestimmten Zeitpunkt muss möglichst genau die relative Lage der Monde bezüglich Jupiter festgestellt werden. Bei visuellen Beobachtungen verwendet man mit Vorteil vorbereitete Zeichnungen. Auf diesen Zeichnungen ist Jupiter im Zentrum als Kreis bereits eingezeichnet, ebenso die Jupiter-Äquatorebene versehen mit Marken in Abständen von einem Jupiterdurchmesser. Bei der Vorbereitung dieser Zeichnung ist zu beachten, dass sich der vierte Galilei-Mond im Maximum bis zu 13 Jupiterdurchmessern vom Zentrum des Planeten entfernt kann. Am Fernrohr werden die Abstände der Monde in Jupiterdurchmessern abgeschätzt und in eine vorbereitete Zeichnung eingetragen. Das Abschätzen kann umgangen werden, wenn die Lagebestimmung der Monde auf fotografischem Wege erfolgt. Für Instrumente mit Brennweiten von einem Meter oder mehr eignet sich dieses Verfahren sehr gut. Es ist dann aber sehr genau darauf zu achten, dass die Brennweite der Aufnahmeoptik und die Skala einer nachträglichen Vergrößerung des Negativs für alle Aufnahmen gleich beibehalten wird.

Solche Positionsbestimmungen sind in Intervallen von einigen Stunden über mehrere Nächte zu wiederholen. Diese werden dann untereinander so angeordnet, dass ihr Abstand gerade dem Zeitunterschied der Positionsbestimmung entspricht. Es lassen sich dann unschwer die in Fig. 7 wiedergegebenen bekannten Jupitermond-Schlaufen einzeichnen. Aus diesen Schlaufen lassen sich sehr leicht die Umlaufzeiten (in Stunden oder Tagen) und die Bahnradien (in Millimetern oder in Jupiterdurchmessern) herauslesen. Die Genauigkeit kann durch Mittelwertbildung der Messwerte aus mehreren Schlaufen erhöht werden. Mit den so gemessenen Daten für  $T$  und  $a$  kann schliesslich kontrolliert werden, ob die rechte Seite im dritten KEPLERGESETZ wirklich für alle Monde denselben konstanten Wert annimmt.

Anmerkung: Es würde die ORION-Redaktion ausserordentlich freuen, wenn sie in einer der nächsten Ausgaben eine «Kontrolle des dritten KEPLER'schen Gesetzes mit Hilfe der Galilei-Monde» veröffentlichen könnte. Jede Einsendung wird mit einer Astro-Aufnahme honoriert.

P. GERBER

## Le problème cosmologique et ses hypothèses V

J. DUBOIS

### Confrontation avec l'observation (première partie)

#### Introduction

Il existe actuellement un fait d'observation qui peut s'expliquer assez bien par la variation de la «constante»  $G$  de la gravitation universelle au cours du temps. Par ailleurs une telle variation a des implications importantes en astrophysique, géophysique et certaines d'entre elles peuvent être comparées avec l'observation.

$G$  étant constant dans la théorie d'EINSTEIN, sa variation éventuelle et quelques-unes de ses conséquences seront examinées dans le cadre des théories de HOYLE et NARLIKAR et de DIRAC.

Etant donné que la théorie de DIRAC introduit aussi l'idée de la variation de la masse d'une étoile (indépendamment de son évolution) ou plus généralement de tout corps macroscopique, je présenterai simultanément les conséquences de ces deux catégories de variation.

Mais avant d'aborder la première observation, il y a lieu de rappeler quelques résultats théoriques utiles pour la suite.

*Dans tout ce qui suit, le temps utilisé est le temps atomique, c'est-à-dire celui mesuré par une horloge atomique.*

a) Théorie de HOYLE et NARLIKAR (voir ORION No. 157 et 158).

Dans cette théorie on a la possibilité de choisir l'espace-temps le mieux adapté aux phénomènes que

l'on veut examiner, ces espaces-temps étant liés entre eux par une transformation conforme. On peut aussi dire que dans chacun d'eux on a une image différente, mais physiquement équivalente de l'univers.

Dans l'un d'eux, la «constante»  $G$  décroît comme  $1/t$ , tandis que la masse des particules demeure constante. L'intervalle  $ds$  de cet espace-temps est:

$$ds^2 = dt^2 - 2t(dx^2 + dy^2 + dz^2) \quad (85)$$

et la fonction paramètre d'échelle  $R(t)$  correspondante est:

$$R(t) = \sqrt{2t} \quad (86)$$

Nous savons qu'en mécanique classique, le moment cinétique d'un corps soumis à un mouvement central (par exemple celui de la terre autour du soleil à la condition de négliger les autres influences) est conservé ou si l'on préfère ne varie pas au cours du temps. Ce fait est aussi connu sous le nom de 2<sup>e</sup> loi de KEPLER ou loi des aires. Dans la théorie de HOYLE et NARLIKAR, le moment cinétique est de dimension  $L^0$ . Or toute grandeur de dimension  $L^0$  n'est pas modifiée par une transformation conforme. Il en résulte que le moment cinétique est aussi conservé dans la théorie de HOYLE et NARLIKAR, et que la distance  $r$  terre-soleil varie proportionnellement à  $t$ , ou si l'on préfère, que le demi-grand axe  $a$  de l'orbite elliptique terrestre augmente comme  $t$ . (voir appendice no. 1).

En résumé nous avons:

$$G \sim t^{-1} \quad M = \text{constante} \quad r \sim t \quad (87)$$

Les variations d'autres grandeurs sont indiquées dans le tableau no. 1.

b) Théorie de DIRAC avec l'hypothèse de la création multiplicative. (voir ORION no. 160 et aussi le récent et remarquable article de CANUTO et LODENQUAI<sup>1</sup>).

Dans les deux modèles de DIRAC, le nombre de particules contenues dans la partie observable de l'univers augmente proportionnellement à  $t^2$ . C'est une conséquence de l'hypothèse dite des grands nombres. Puis  $G$  décroît comme  $1/t$  et c'est aussi une conséquence de la même hypothèse à la condition toutefois d'effectuer les mesures en utilisant le temps atomique. La création multiplicative signifie que les nouvelles particules sont créées là où il y a déjà de la matière et en nombre proportionnel à celle-ci. Il en résulte que la masse d'une étoile ou d'une planète augmente proportionnellement à  $t^2$ . Alors la relation (66)  $vr^2 = GM$  (voir ORION no. 160) entraîne que la distance  $r$  entre un corps attractif et son satellite augmente proportionnellement à  $t$  car la vitesse du satellite demeure constante comme grandeur sans dimension et exprimable en une fraction de la vitesse de la lumière. Cela implique d'ailleurs que le moment cinétique d'un corps animé d'un mouvement central n'est pas conservé dans ce modèle.

En résumé, nous avons:

$$G \sim t^{-1} \quad M \sim t^2 \quad r \sim t \quad (88)$$

Les variations d'autres grandeurs sont présentées dans le tableau no. 1. Le modèle d'univers dans ce cas est à expansion linéaire dans le temps<sup>3</sup>).

Donc:

$$R \sim t \quad (89)$$

c) Théorie de DIRAC avec l'hypothèse de la création additive.

Comme dans le modèle précédent.  $G$  varie comme  $1/t$ , mais la création dite additive de nouvelles particules, c'est-à-dire leur création uniforme dans tout l'espace, donc essentiellement dans l'espace intergalactique, entraîne que la masse d'une étoile demeure

pratiquement constante. Alors toujours par la relation (66) la distance  $r$  varie aussi comme  $1/t$ .

En résumé, nous avons:

$$G \sim t^{-1} \quad M = \text{constante} \quad r \sim t^{-1} \quad (90)$$

Les variations d'autres grandeurs sont présentées dans le tableau no. 1.

Il est intéressant de remarquer que des mesures précises de la distance terre-lune effectuées au radar ou au laser pendant une certaine période pourraient, si l'hypothèse des grands nombres est correcte, distinguer entre  $r \sim t^{-1}$  (la lune se rapproche de la terre) et  $r \sim t$  (la lune s'éloigne de la terre), donc entre la création additive et la création multiplicative.

Pour terminer cette introduction, signalons que la variation éventuelle au cours du temps atomique de constantes considérées comme fondamentales à savoir la vitesse de la lumière  $c$ , la constante de PLANCK  $h$ , la charge  $e$  et la masse  $m_e$  de l'électron a été examinée<sup>2</sup>). Il en résulte que leur constance est bien fondée. C'est important, car ainsi la variation éventuelle de  $G$  ne peut être attribuée à une variation des étalons de mesure. En effet, ces étalons reposent sur les dimensions de l'atome et la fréquence des radiations qu'il émet, et dans le calcul de ces grandeurs, les constantes citées interviennent.

#### Observation de la variation de $G$

VAN FLANDERN<sup>3</sup>) a examiné toute une série d'occultations d'étoiles par la lune depuis 1955 pour déterminer l'accélération  $\omega'$  de la longitude moyenne de la lune (voir appendice no. 2) accélération mesurée, et c'est très important, avec une horloge atomique. Le résultat diffère de celui obtenu en évaluant cette accélération dans le temps des éphémérides et qui est dû à l'action et la réaction des marées sur le mouvement de la terre et de la lune.

Il y a lieu de remarquer qu'une variation de  $G$  ne peut pas être mise en évidence par des mesures effectuées dans le temps des éphémérides, laquelle est définie à l'aide du mouvement apparent du soleil autour de la terre ou, si l'on préfère, du mouvement

Tableau no. 1: Variation de diverses grandeurs selon le modèle considéré en fonction du temps «atomique».

	Théorie de HOYLE et NARLIKAR	Théorie de DIRAC, création multiplicative	Théorie de DIRAC, création additive
«Constante» de la gravitation $G$	$t^{-1}$	$t^{-1}$	$t^{-1}$
Masse d'une étoile ou d'une planète $M$	constante	$t^2$	constante
demi grand axe d'une orbite $a$	$t$	$t$	$t^{-1}$
vitesse angulaire d'une planète $\omega$	$t^{-2}$	$t^{-1}$	$t$
période du mouvement orbital $P$	$t^2$	$t$	$t^{-1}$
vitesse $v$	$t^{-1}$	constante	constante
moment cinétique orbital	constant	$t^3$	$t^{-1}$
masse du proton $m_p$	constante	constante	constante
paramètre d'échelle $R$	$\sqrt{2t}$	$t$	—

réel de la terre autour du soleil. En effet nous avons mentionné plus haut que le moment cinétique de la terre dans son mouvement autour du soleil est conservé. Alors une diminution de G provoque une augmentation du rayon de l'orbite et de la durée d'une révolution selon les deuxième et troisième lois de KEPLER (voir appendices nos. 1 et 3) c'est-à-dire modifie l'étalon de mesure du temps des éphémérides.

La différence observée par VAN FLANDERN est:

$$\frac{\omega'}{\omega} = (-1,6 \pm 1,1) \cdot 10^{-10}/\text{année} \quad (91)$$

$\omega$ : vitesse angulaire de la lune

$\omega'$ : accélération angulaire.

VAN FLANDERN pense que cela peut s'expliquer a priori de plusieurs façons différentes, mais après avoir procédé à un examen attentif des diverses possibilités, il estime que la variation de G constitue la meilleure explication sans exclure définitivement les autres. La variation de G est alors de:

$$\frac{G'}{G} = (-8 \pm 5) \cdot 10^{-11}/\text{année} \quad (92)$$

$G'$ : dérivée de G par rapport au temps.

Selon FAULKNER<sup>4</sup>) il existe entre les grandeurs figurant au tableau no. 1 et leur dérivée première par rapport au temps la relation suivante qui se déduit de la 3e loi de KEPLER (voir appendice),

$$2 \frac{\omega'}{\omega} + 3 \frac{a'}{a} = \frac{G'}{G} + \frac{M'}{M} \quad (93)$$

M: masse du corps attractif.

a: demi grand axe de l'orbite.

a) Théorie de HOYLE et NARLIKAR

Si l'on introduit dans la relation (93) la valeur déduite de l'observation pour  $\omega'/\omega$  avec  $M' = 0$  puisque la masse d'un corps est constante dans ce modèle et  $G'/G = -1/t$ , on peut calculer le rapport  $a'/a$ , c'est-à-dire  $1/t$  (voir tableaux nos. 1 et 2) et selon la relation (86) t donne la durée, notée  $t_0$ , qui nous sépare de l'instant où R était nul.

On trouve:

$$t_0 = 12,5 \cdot 10^9 \text{ années,}$$

ce qui est tout à fait raisonnable compte tenu de ce que nous savons de l'univers par l'observation. On

peut en déduire la valeur actuelle de la «constante» de HUBBLE (voir ORION no. 156 et tableau no. 2) et on obtient:

$$H_0 = 39 \text{ km/s/Mpc.}$$

Mpc: mégaparsec. ( $3.10^{19}$  km).

Etant donné l'ordre de grandeur des erreurs, ce résultat s'accorde avec les déterminations de H par SANDAGE et TAMMANN<sup>5</sup>) ou KIRSHNER et KWAN<sup>6</sup>) qui donnent  $H_0 = 55$  à  $60$  km/s/Mpc. Remarquons qu'une détermination récente<sup>7</sup>) tend à attribuer à  $H_0$  une valeur un peu plus élevée de l'ordre de  $80$  à  $90$  km/s/Mpc.

Enfin en calculant  $G'/G$  on obtient:

$$G'/G = -8.10^{-11}/\text{année.}$$

b) Théorie de DIRAC (création multiplicative)

Comme dans le cas précédent on introduit les valeurs observées de  $\omega'/\omega$  et  $G'/G$  dans la formule (93). Mais cette fois le terme  $M'/M$  n'est pas nul et vaut  $2/t$  (voir tableaux nos. 1 et 2). Alors on trouve:

$$t_0 = 6,25.10^9 \text{ années,}$$

ce qui est un peu court, et pour la «constante» de HUBBLE:

$$H_0 = 155 \text{ km/s/Mpc.}$$

avec une marge d'erreur assez considérable.

Et pour  $G'/G$  le calcul donne:

$$G'/G = -16.10^{-11}/\text{année.}$$

L'accord avec l'observation est donc moins bon que dans le cas de la théorie de HOYLE et NARLIKAR.

c) Théorie de DIRAC (création additive)

Si l'on se réfère au tableau no. 1, nous constatons que dans ce cas le rapport  $\omega'/\omega$  est égal à  $1/t$ , donc est positif. Or le résultat des mesures est négatif. Alors il semble bien que cela élimine, provisoirement tout au moins, ce modèle.

#### *Evolution solaire et température de la terre*

La théorie de la structure des étoiles montre que leur évolution est entièrement déterminée par la connaissance à un instant donné de la masse et de la composition chimique de l'étoile. Dans cette théorie, la constante G intervient, mais elle est naturellement considérée comme une vraie constante. Entre autres choses, la théorie nous donne une relation masse-lu-

Tableau no. 2: dérivée par rapport au temps de quelques grandeurs du tableau no. 1.

	Théorie de HOYLE et NARLIKAR	Théorie de DIRAC, création multiplicative	Théorie de DIRAC, création additive
$G'$	$-t^{-2}$	$-t^{-2}$	$-t^{-2}$
$M'$	0	2t	0
$a'$	1	1	$-t^{-2}$
$\omega'$	$-2t^{-3}$	$-t^{-2}$	1
$R'$	$(2t)^{-1/2}$	1	—
constante de HUBBLE $H = R'/R$	$(2t)^{-1}$	$t^{-1}$	—

minimité contenant G et qui s'accorde avec l'observation.

Pour les étoiles de la série principale à peu près semblables au soleil, cette relation est:

$$L \sim G^7 M^5 \quad (94)$$

L: luminosité absolue de l'étoile ou énergie lumineuse rayonnée par unité de temps.

M: masse de l'étoile.

Si G varie seul, M demeurant constant, on constate que la durée de vie d'une étoile le long de la série principale, avant de se transformer en géante rouge, est beaucoup plus courte que dans le cas de la théorie classique (G constante). Cela signifie que le soleil est beaucoup plus jeune qu'on ne le pense habituellement, en fait beaucoup trop jeune par rapport à l'âge du système solaire<sup>1)</sup>.

Si G varie comme  $t^{-1}$  et M varie comme  $t^2$ , l'évolution des étoiles de la catégorie du soleil n'est que peu modifiée par rapport à celle qui est donnée par la théorie classique<sup>8)</sup>.

On peut aussi évaluer la variation de la température  $\vartheta$  à la surface de la terre, en négligeant l'atmosphère. Sachant que:

$$L \sim T^4 \quad (95)$$

T: température absolue du soleil.

Nous avons alors (voir appendice no. 4)

$$\vartheta \sim \left(\frac{L}{r^2}\right)^{1/4} \quad (96)$$

r: rayon de l'orbite terrestre.

Si l'on tient compte de l'atmosphère,  $\vartheta$  représentera la température à une certaine altitude.

a) Théorie de HOYLE et NARLIKAR

On considère toujours le modèle où:

$$G \sim t^{-1} \quad M = \text{constante} \quad r \sim t$$

Alors l'évolution du soleil et l'âge du système solaire ne sont pas favorables à ce modèle. Quant à la variation de la température elle se calcule à l'aide de (94) et (96). D'où:

$$L \sim t^{-7} \quad (97)$$

$$\text{et} \quad \vartheta \sim t^{-9/4} \quad (98)$$

$$\text{ou encore:} \quad \vartheta = \vartheta_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-9/4} \quad (99)$$

$\vartheta_0$ : température actuelle (290 °K)

$t_0$ : instant actuel,  $12.10^9$  années dans ce modèle.

Si nous calculons la température  $\vartheta$  il y a un milliard d'années on trouve environ 350 °K ou 70 °C. Ce n'est pas excessif mais peut-être un peu trop élevé pour permettre, sinon l'apparition, du moins le développement de la vie et des espèces végétales et animales. Il y a lieu toutefois de mentionner la faculté qu'ont les bactéries de subsister à des températures élevées voisines de 80 à 90 °C. D'ailleurs il faudrait tenir

compte de l'effet de l'atmosphère telle qu'elle était à cette époque, laquelle peut avoir modéré les variations de températures à la surface de la terre et aussi de la nature solide ou liquide de cette surface. Finalement, nous l'avons vu plus haut, l'erreur sur  $t_0$  est assez grande. Donc on ne peut rien conclure de façon définitive.

b) Théorie de DIRAC (création multiplicative)

$$G \sim t^{-1} \quad M \sim t^2 \quad r \sim t$$

Dans ce cas nous l'avons dit, l'évolution du soleil est à peu de chose près semblable à celle décrite par la théorie classique, ce qui fait que ce modèle est très satisfaisant, à ce sujet tout au moins.

Examinons maintenant la température. Nous avons:

$$L \sim t^3 \quad (100)$$

$$\text{donc:} \quad \vartheta \sim t^{1/4} \quad (101)$$

$$\text{ou:} \quad \vartheta = \vartheta_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{1/4} \quad (102)$$

Un calcul analogue au précédent donne  $\vartheta = 280$  °K, ce qui est assez raisonnable.

c) Théorie de DIRAC (création additive)

$$G \sim t^{-1} \quad M = \text{constante} \quad r \sim t^{-1}$$

En ce qui concerne l'évolution du soleil, la situation est semblable à celle décrite pour la théorie de HOYLE et NARLIKAR. Par contre, pour la température, le résultat est différent. Nous avons en effet:

$$L \sim t^{-7} \quad (103)$$

$$\text{donc:} \quad \vartheta \sim t^{-5/4} \quad (104)$$

$$\text{ou:} \quad \vartheta = \vartheta_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-5/4} \quad (105)$$

Et le même calcul donne  $\vartheta = 320$  °K ce qui est encore acceptable.

## Appendices

1) Conservation du moment cinétique dans la théorie de HOYLE et NARLIKAR

Lors d'une transformation conforme caractérisée par une fonction  $\Omega(x^i)$  d'un espace-temps dans un autre, toute grandeur physique A ayant, dans ce système particulier d'unité, la dimension d'une longueur à la puissance n, soit  $L^n$ , devient  $A^* = \Omega^n(x^i)A$  dans le nouvel espace-temps. (Voir ORION no. 157, p. 147).

Si  $n = 0$ , alors  $A^* = A$ . Et si A est conservé dans le premier espace-temps, il l'est aussi dans l'autre.

Or la dimension du moment cinétique est: longueur  $\times$  masse  $\times$  vitesse, donc dans ce système particulier  $L^0$ .

Pour montrer que r ou a varie proportionnellement à t, on utilise la conservation du moment cinétique, c'est-à-dire:

$$r^2 \omega = \text{constante} \quad (106)$$

et la troisième loi de KEPLER (voir plus loin)

$$a^3 \omega^2 = GM \quad (107)$$

En éliminant  $\omega$  entre (106) et (107) on obtient:

$$\frac{r^4}{a^3} GM = \text{constante} \quad (108)$$

Le rapport  $r^4/a^3$  a la dimension d'une longueur que l'on peut désigner par  $d$ . Etant donné que l'espace-temps considéré impose à  $G$  de varier comme  $t^{-1}$ , la relation (108) montre que  $d$  varie comme  $t$  et alors  $a$  et  $r$  varient aussi proportionnellement à  $t$ , car dans l'approximation de l'orbite circulaire  $d = r = a$ .

En utilisant (106) on voit que  $\omega$  varie proportionnellement à  $t^{-2}$ . Or  $\omega = 2\pi/P$  où  $P$  est la période ou durée d'une révolution. Donc  $P$  augmente comme  $t^2$ .

### 2) Accélération de la longitude de la lune

Considérons le système terre-lune. Dans le plan de l'orbite lunaire on peut repérer la position de la lune à un instant donné en mesurant l'angle  $\alpha$  formé par la droite terre-lune et une droite joignant la terre à une étoile supposée fixe sur la sphère céleste (Fig. 1). Cet angle est par définition la longitude de la lune. Naturellement il varie au cours du temps.

La grandeur  $\omega$  introduite dans la relation (89) est la vitesse angulaire de la lune, donc  $\omega = \alpha'$ , et  $\omega' = \alpha''$  est l'accélération angulaire.

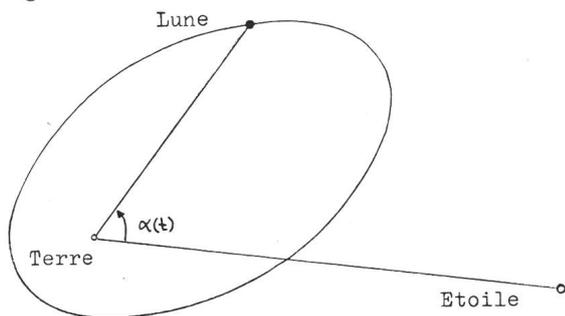


Fig. 1: Longitude de la lune.

### 3) Troisième loi de KEPLER

Le mouvement de la terre autour du soleil est décrit par la relation:

$$ma = F_g \quad (109)$$

ou dans l'approximation de l'orbite circulaire par:

$$mr \omega^2 = G \frac{mM}{r^2} \quad (110)$$

$F_g$ : intensité de la force de gravitation.

$M$ : masse du soleil.

$m$ : masse de la terre.

$\omega$ : vitesse angulaire de la terre.

$a$ : accélération de la terre.

(110) se simplifie et donne:

$$r^3 \omega^2 = GM \quad (111)$$

Cette relation est aussi correcte si la trajectoire est elliptique à

la condition de remplacer  $r$  par le demi grand axe  $a$  de l'orbite. C'est la troisième loi de KEPLER, soit:

$$a^3 \omega^2 = GM \quad (112)$$

En prenant les logarithmes naturels des deux membres de (112), nous obtenons:

$$3 \log a + 2 \log \omega = \log G + \log M \quad (113)$$

et en dérivant (113) par rapport au temps:

$$3 \frac{a'}{a} + 2 \frac{\omega'}{\omega} = \frac{G'}{G} + \frac{M'}{M} \quad (114)$$

C'est la relation (93).

En introduisant  $\omega = 2\pi/P$  dans (112) on obtient:

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = \text{constante} \quad (115)$$

qui est la forme habituelle de la troisième loi de KEPLER.

### 4) Luminosité du soleil et température de la terre

L'intensité de l'énergie lumineuse reçue en un point varie en raison inverse du carré de la distance de la source au récepteur, à la condition toutefois que le milieu ne soit pas absorbant. En désignant par  $W$  l'énergie reçue à la surface de la terre, nous avons:

$$W \sim \frac{L}{r^2} \quad (116)$$

D'autre part, selon les lois du rayonnement noir, la température  $\vartheta$  du rayonnement est proportionnel à la racine quatrième de l'énergie rayonnée. Donc:

$$\vartheta \sim \left(\frac{L}{r^2}\right)^{1/4} \quad (117)$$

C'est la relation (96).

### Références:

- 1) CANUTO V. et LODENQUAI J., Ap. J. (1977), vol. 211, p. 342.
- 2) BAUM W. A. et FLORENTIN-NIELSEN R., Ap. J. (1976), vol. 209, p. 319.
- 3) VAN FLANDERN T. C., M.N.R.A.S. (1975), vol. 170, p. 333.
- 4) FAULKNER D. J., M.N.R.A.S. (1976), vol. 176, p. 621.
- 5) SANDAGE A. et TAMMANN G. A., Ap. J. (1975), vol. 197, p. 265.
- 6) KIRSHNER R. P. et KWAN J., Ap. J. (1974), vol. 193, p. 27.
- 7) DE VAUCOULEURS G., Nature (1977), vol. 266, p. 126.
- 8) CHIN C et STOTHERS R., Nature (1975), vol. 254, p. 206.

### Adresse de l'auteur:

JEAN DUBOIS, Professeur à l'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (Yverdon), Pierrefleur 42, 1018 Lausanne.

## Die Japetus-Verfinsterung vom 20. Oktober 1977

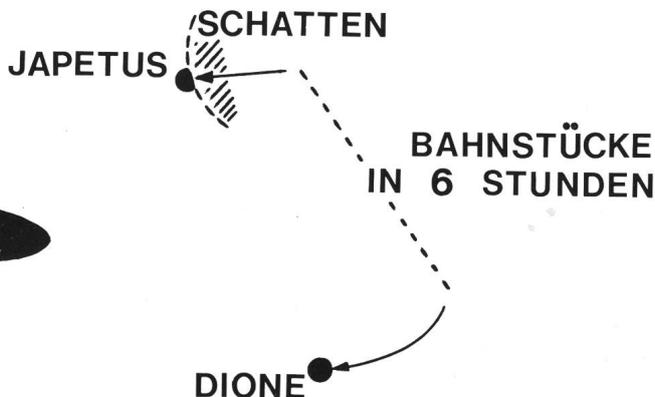
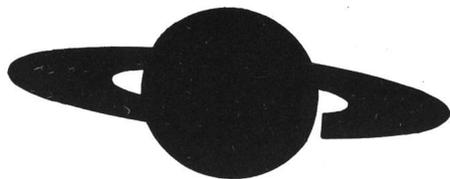
Von den 5 helleren Saturnmonden tritt Japetus weitest am seltensten in den Schatten des Planeten, nämlich etwa fünfmal in 30 Jahren. So ist es dem Besitzer eines grösseren Teleskops zu empfehlen, in der nautischen Morgendämmerung des 20. Oktober nach dem Ende einer solchen Finsternis Ausschau zu halten, welche am Vorabend, für Europa unsichtbar, begonnen haben wird. Eine weitere solche Gelegenheit, die einzige für die nachfolgenden 14 Jahre, wird sich im kommenden Januar ergeben und im *Sternenhimmel 1978* erwähnt sein.

Nach neuesten Rechnungen <sup>(1)</sup> endet die Finsternis um 6 Uhr 07 MEZ, wobei aber der Zeitpunkt mangels genauer Kenntnis der Bahnelemente um etwa eine Viertelstunde unsicher ist. Die Abbildung enthält alle nötigen Angaben zur Identifizierung des Japetus, dessen Helligkeit knapp schwächer als jene der benachbarten Dione zu erwarten ist.

Da die 4 übrigen hellen Saturnmonde ihre Bahnen nahe der Ringebene ziehen, ereignen sich ihre Finsternisse um die Zeit, da die Sonnenstrahlen in dieser Ebene verlaufen, also 1980 und 1996 <sup>(2)</sup>. Die Jape-

TITAN,  
RHEA,  
TETHYS

LINKS  
VON  
HIER



STERN 12. GRÖSSE  
UNTERHALB VON HIER

▲  
NORD

tusbahn ist hingegen zu dieser Ebene beträchtlich geneigt, so dass die entsprechende Lage zur Sonne nun  $2\frac{1}{2}$  Jahre verfrüht eintritt. Obwohl Japetus nicht der zweithellste Saturntrabant ist, ist er für die visuelle Wahrnehmung einer Finsternis der nach Titan günstigste, weil er dank seiner weiten Bahn um ein Mehrfaches weiter vom störenden Licht des Planeten absteht. Bei den restlichen 3 helleren Mondastronomen ist z. B. eine Finsternis in grösserem scheinbaren Abstand als der äussere Ringrand nicht möglich.

Wer genügend westlich der Schweiz beobachten kann, wird bei völliger mondscheinloser Dunkelheit mit der zeitlichen Registrierung des Helligkeitsverlaufs einen wertvollen wissenschaftlichen Beitrag leisten können, insbesondere weil nicht allzu viele Sternwarten im Sichtbarkeitsstreifen liegen, der zum Grossteil auf den Atlantik fällt. In der Schweiz wird exakte visuelle Arbeit kaum möglich sein; vielmehr ist zu befürchten, dass es zu einem Wettlauf mit dem anbrechenden Tageslicht kommt. Aber auch dann wird es doch seinen Reiz haben, einfach am früheren Morgen des 20. das Fehlen des Japetus festzustellen, wozu natürlich gehört, dass man Nächte zuvor und darnach seine Anwesenheit würdigt. Zumindest 2 Tage vor- und nachher ist die Verwechslung mit einem Hintergrundstern kaum möglich. Für grössere Zeitabstände mag man beachten, dass der in der Abbildung erwähnte Stern 12. Grösse auf Blatt 175 des

*Atlas Stellarum*<sup>3</sup> 29 mm vom rechten Kartenrand,  $64\frac{1}{2}$  mm vom oberen Kartenrand und  $44\frac{1}{2}$  mm von Regulus entfernt liegt, und sich dann von da aus weiter orientieren. Dabei darf der gerade Bahnstückpfeil in der Abbildung bis etwa eine Woche weit linear extrapoliert werden.

K. LOCHER

*Quellen:*

- 1) A. W. HARRIS, I.A.U. Zirkular 3074, 1977
- 2) P. WILD, Der Sternenhimmel 1976, S. 33
- 3) H. VEHRENBURG, Atlas Stellarum, Düsseldorf 1969

Prof. Max Waldmeier

## PANOPTIKUM DER STERNE

ca. 140 Seiten  
und etwa 30 Strich-  
zeichnungen  
Fr. 22.—

15 Porträts von berühmten Sternen

Das «Panoptikum» ist eine Sammlung von 15 Aufsätzen über berühmt gewordene Sterne. Jeder von ihnen ist ein Repräsentant einer grossen Gruppe ähnlicher Objekte. Sowohl der Fachmann als auch der interessierte Laie erfährt hier viele neue wissenschaftliche Einzelheiten aus der Welt des Alls.

**Hallwag  
Verlag** Bern und Stuttgart

## Lichtabfall von R Coronae Borealis

Der «russende Stern», 1795 von E. PIGOT entdeckt, hat Ende Februar 1977 wieder einen Lichtabstieg begonnen. Zur Zeit ist der interessante Stern in Amateurfernrohren kaum noch zu sehen. Es handelt sich um einen unregelmässig veränderlichen Stern, welcher in den letzten Jahren doch ziemlich regelmässig schwächer geworden ist. Der Lichtabstieg erfolgt schnell, fast gleichmässig. Der Lichtanstieg dagegen kann sich bis auf 1½ Jahre verzögern und erfolgt sprunghaft, oft wieder mit tiefen Einschnitten. Die letzten Lichtabstiege über 5 und mehr Grössenklassen konnten 1969, 1972, 1974 und 1975/76 beobachtet werden.

### Literatur:

Eigene Beobachtungen.  
Sterne und Weltraum, Heft 2, 1972.  
Hoffmeister, Veränderliche Sterne.

### Adresse des Beobachters:

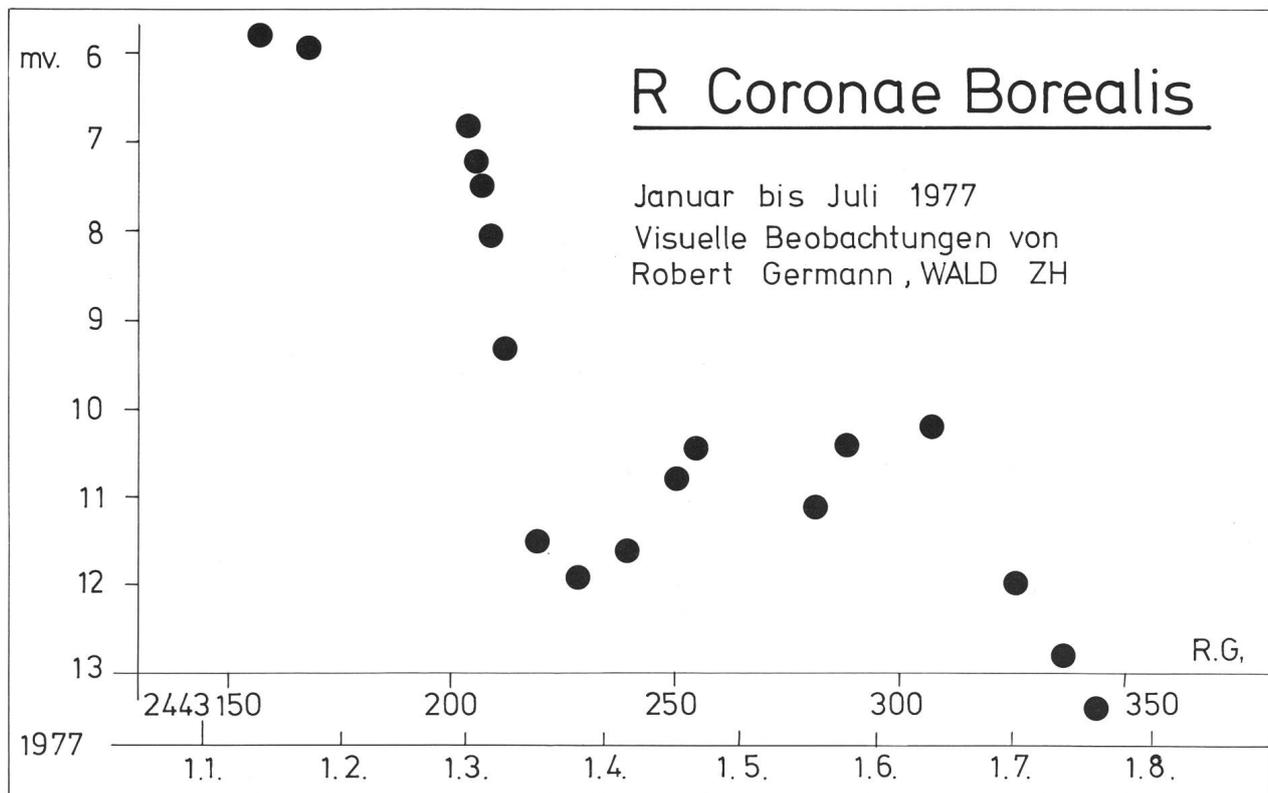
ROBERT GERMANN, im Nahren, CH-8636 Wald

### R Coronae Borealis — Sterne

Überriesen, deren Helligkeit über Monate oder Jahre mehr oder weniger konstant bleibt, dann plötzlich innerhalb von Tagen um 1<sup>m</sup> bis 9<sup>m</sup> absinkt und schliesslich in unregelmässigem Anstieg wieder den ursprünglichen Wert erreicht. Zeitliche Folge, Dauer und Tiefe der Lichtminima sind an keine Regel gebunden.

*Spektrum:* Keine Wasserstoff-Emissionen, dafür als Besonderheit Emissionen von CN. Es handelt sich also um wasserstoffarme Sterne mit hohem Kohlenstoff-Gehalt (bei R CrB besteht die Atmosphäre zu 67% aus Kohlenstoff).

*Deutung:* Lichtabstieg resultiert wahrscheinlich durch Kondensation des Kohlenstoffes in der Atmosphäre (Bildung von Russwolken).



### A vendre

**Lunette Gern Optic 605**  
Très bon état, achat: 1976

Tel.: 038/41 26 76

### Zu verkaufen

15 cm-Newton, f = 100 cm, Dellit-Rohr,  
Okularschlitten, Alu-Spiegelzelle, ohne Montierung  
günstiger Preis.

Melden bei Redaktion: 032/41 77 63.

## Die Gründung der Robert A. Naef-Stiftung

Diesem Bericht über die Stiftung soll ein geschichtlicher Rückblick vorausgehen, denn diese ist der Abschluss langjähriger Bemühungen.

Vor mehr als zehn Jahren entschlossen sich die Schreibenden im Kanton Freiburg eine Sternwarte zu errichten, da zu diesem Zeitpunkt keine solche bestand. Die Warte sollte allen Interessierten offen stehen. Wir waren uns der Schwierigkeiten bewusst, die der Verwirklichung entgegenstanden. In langen Jahren geduldiger Kleinarbeit und unter grossen finanziellen Opfern gelang es uns schliesslich das nötige Gerät anzuschaffen. (Von den diversen Instrumenten wird in einem anderen Artikel zu berichten sein). Nachdem nun brauchbares Gerät vorhanden war, konnte an die Wahl eines Standortes gedacht werden. Vor etwa drei Jahren fanden wir schliesslich einen Ort, der allen Anforderungen entsprach. Es folgten die ersten Kontakte mit den Behörden, die Ergebnisse waren ermutigend.

Einzig ein guter, lichtstarker Refraktor grösserer Öffnung fehlte uns noch, sowie eine brauchbare Kuppel. Beides fanden wir schliesslich bei Frau D. NAEF, der Wittwe des grossen Astronomen ROBERT A. NAEF. Diverse optische Tests zeigten das Lei-

stungsvermögen des Refraktors. Beeindruckend war die Lichtstärke, die besonders an Nebel deutlich erkennbar wurde. – Die Kuppel hat wohl etwas gelitten, kann aber doch repariert werden. Frau NAEF hat sie uns in liebenswürdiger Weise überlassen. – Mit einem Schlag waren wir dem Ziel nähergerückt! Der Enthusiasmus gross!

Die Besuche bei Frau NAEF liessen uns immer mehr die grosse Arbeit erkennen, die ROBERT A. NAEF für die SAG geleistet hat. ROBERT A. NAEF setzte seine ganze Freizeit für die Redaktion des sehr beliebten Jahrbuches: «Der Sternenhimmel» ein; dadurch kam er nie dazu, die eigene Sternwarte auf seinem Flachdach-Haus zu bauen. Zu Ehren seines Werkes sollte die Warte doch noch errichtet werden und seinen Namen tragen. Im letzten Jahr nun wurde uns bewusst, dass allein gesicherte juristische Grundlagen dem ganzen Vorhaben die nötige Solidität geben konnten. Wir schritten deshalb zur Gründung der ROBERT A. NAEF Stiftung. (Näheres ist dem Kasten zu entnehmen). Parallel zu dieser Arbeit wurde die technische Seite des Projektes vorangetrieben. Die Pläne zur Erstellung der Warte liegen nun vor.

### Stiftung Robert A. Naef

Am 15. April des Jahres 1977 ist in Freiburg die *Stiftung Robert A. Naef* gegründet worden. Die Gründer sind: Frau DAISY NAEF-RYTER, die Herren MARC SCHMID und CHRISTOPHE DE REYFF. Professor MAX SCHÜRER und Herr HANS CHRISTOPH SAUERLÄNDER sind Mitglieder des Stiftungsrates.

Laut Statuten hat die Stiftung das Ziel, das Gedenken an ROBERT A. NAEF zu ehren. Dies geschieht dadurch, dass die Stiftung den Refraktor Reinfelder & Hertel, Besitz von Herrn NAEF, sowie die dazu gehörende Kuppel einbezieht in die Erstellung und den Betrieb einer Sternwarte im Kanton Freiburg. Durch diese Stiftung soll ein Beitrag geleistet werden zur Bildung der Jugend und des Volkes im Bereiche der Astronomie.

Damit dieses Ziel erreicht werden kann, benötigt die Stiftung die Hilfe und Unterstützung aller jener, die in irgendeiner Form an der Astronomie interessiert sind. Die Stiftung erlaubt sich daher, jedermann zur Mithilfe aufzurufen. Sie dankt für die Mitarbeit!

Der Stiftungsrat

Stiftung ROBERT A. NAEF  
c/o E. DE REYFF, Notar  
Postfach 741  
Postcheckkonto 17-9656  
1701 Freiburg

### Fondation Robert A. Naef

Le 15 avril 1977 a été créée à Fribourg la *Fondation Robert A. Naef*. Les fondateurs en sont Madame DAISY NAEF-RYTER, Messieurs MARC SCHMID et CHRISTOPHE DE REYFF. Font en outre partie du Conseil de Fondation le Professeur MAX SCHÜRER et Monsieur HANS CHRISTOPH SAUERLÄNDER.

Selon l'acte de Fondation:

«La Fondation a pour but d'honorer la mémoire de feu ROBERT A. NAEF, astronome suisse (22 juillet 1907-13 mars 1975), en mettant en station sa lunette astronomique Reinfelder & Hertel avec sa coupole, par la création et l'exploitation d'un observatoire astronomique dans le Canton de Fribourg, en vue de contribuer à la formation de la jeunesse et de la population dans le domaine de l'Astronomie.»

Pour parvenir à la réalisation de ces buts, la Fondation a besoin de l'appui du plus grand nombre d'institutions et de sympathisants. Aussi se permet-elle de faire appel à toutes les formes d'aide; entre autres elle vous remercie par avance de la diffusion que vous voudrez bien en donner autour de vous.

Le Conseil de Fondation

Fondation ROBERT A. NAEF  
c/o Me E. DE REYFF  
Case postale 741  
Compte de chèques postaux 17-9656  
1701 Fribourg

Bemerkt sei, dass die ganze Arbeit zunächst von zwei, dann fünf Personen bewältigt wurde.

Wir möchten an dieser Stelle Frau NAEF unseren herzlichen Dank aussprechen für Ihre Bereitwilligkeit und Grosszügigkeit. Frau NAEF hat entscheidend zum Gelingen dieses Projektes beigetragen!



### Technische Daten zum Instrument

#### *Optik*

Objektiv: Typ Frauenhofer.  $D = 162,5$  mm.  
 $F = 1435$  mm.  $F/D = 8,8580$ .

Okulare: Zeiss, orthoskopische.

#### *Montierung:*

Diese besteht aus Gusseisen, ca. 150 kg. Lagerungen: Kegellager und Kugellager.

#### *Antrieb:*

Kräftiges Uhrwerk mit 3 Std. Autonomie. Aufzug beeinflusst Lauf nicht. Homogener Lauf gewährleistet durch diverse Reglerorgane. Feinkorrektur über Ausgleichsgetriebe. Bewegungsübertragung durch Kreissektor mit 3 Std. Laufzeit.

#### *Teilkreise:*

Teilung auf Silber. Ablesbar durch Mikroskope und Nonien. Genauigkeit: 30 Zeit-Sek. 1 Bogen-Minute.

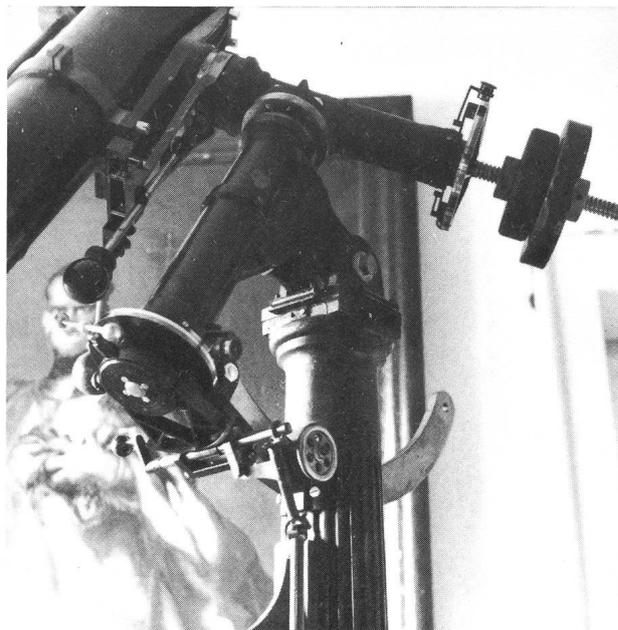
#### *Winkel:*

Verstellbar. Ablesbar von 30 zu 30 Bogen-Min.

#### *Kuppel:*

3,5 m im Durchmesser. Ca. 1,2 t Gewicht. Sehr reparaturbedürftig!

Der Stundenkreis ist beweglich angebracht. Der Sektor wird durch Klemmung mit der Achse verbunden. Die Übertragung der Bewegung vom Uhrwerk her erfolgt mittels Stange und Kardan. Es besteht die Möglichkeit, das Getriebe auszukuppeln und mit der Kurbelwelle eine erste Feineinstellung vorzunehmen. An der Delta-Achse kann vom Okularende aus sowohl die Klemmung als auch die Feineinstellung bedient werden. Das System ist völlig spielfrei. Das Handrad rechts neben dem Antriebssektor dient zur Klemmung der Polhöhe. Auf dem durchlaufenden Bogen sind die Breiten aufgetragen. An beiden Teilkreisen ist die doppelte Mikroskopablesung erkennbar.



Liebe Sternfreunde! Nun stehen wir unmittelbar vor der Realisation dieses Vorhabens. Es fehlen, wie üblich, die Mittel. Wir gelangen deshalb an Sie alle und möchten Sie um Ihre grosszügige Mithilfe bitten.

Kommen Sie dem Aufruf zur Spende nach! Das Projekt, das wir vorlegen, ist der Unterstützung würdig!  
MARC SCHMID UND CHRISTOPHE DE REYFF

## La Fondation Robert A. Naef

Les soussignés se proposent de présenter brièvement aux lecteurs d'ORION l'histoire de la Fondation ROBERT-A. NAEF. Mais ceci n'est pas possible sans un rappel du développement de l'idée d'un observatoire dans la proximité de la ville de Fribourg.

Le projet date en effet de plus de dix ans; les soussignés ont échafaudé plusieurs idées qui se sont succédées en s'améliorant au cours des ans. Comme le nerf de la guerre faisait défaut, ils se sont contentés de faire des acquisitions lorsque des occasions se présentaient: la chasse patiente fut fructueuse puisque nous disposons déjà d'une certaine «artillerie» d'instruments dont nous parlerons lors de prochaines communications.

La question du site nous a préoccupés longtemps et depuis trois ans nous pensons avoir trouvé ce qui correspondait à notre attente et qui réunit l'avantage d'une altitude de plus de 900 m et un éloignement de moins d'un quart d'heure de la capitale.

Mais il manquait ce que l'on appelle un instrument principal d'une envergure intéressante. Il y a deux ans paraissait à plusieurs reprises une annonce dans l'ORION où Madame NAEF, la veuve de notre éminent astronome suisse, mettait en vente un réfracteur de grande ouverture. Au troisième coup nous primes contact avec Madame NAEF qui très volontiers nous

prêta l'instrument pour l'essayer durant une année. Elle nous apprit que son mari avait projeté d'édifier sur sa maison son observatoire à l'occasion de sa retraite. Ses activités de rédacteur de l'annuaire *Der Sternenhimmel* lui prenaient tout son temps; mais l'occasion ne lui fut pas donnée de réaliser son projet. C'est alors que nous vîmes à cette idée de réaliser son voeu et d'honorer sa mémoire en fixant durablement son nom à une sorte de monument: l'aspect juridique serait une fondation et l'aspect visible une station astronomique . . .

Le texte encadré ci-joint renseignera le lecteur sur la Fondation ROBERT-A. NAEF et sur ses buts. Cependant les aspects techniques de la réalisation se sont déjà précisés: les plans et les développements sont en cours de réalisation.

L'Observatoire ROBERT-A. NAEF devra éminemment son édification à l'enthousiasme et à la bienveillance de Madame NAEF que nous tenons à remercier très chaleureusement ici. Mais cette construction ne sera-t-elle pas due aussi à l'aide que chacun voudra apporter par sa contribution? Aussi lançons-nous un appel à soutenir l'idée présentée ici. Il vaut la peine qu'elle se réalise grâce à tous!

CHRISTOPHE DE REYFF et MARC SCHMID

## Mit William C. Miller am Mount Palomar

VON M. LAMMERER und H. TREUTNER

WILLIAM C. MILLER, seit vielen Jahren wissenschaftlicher Photograph der Mt. Wilson und Mt. Palomar Observatories und Leiter der photographischen Abteilung der beiden Sternwarten, ist vor kurzem in den Ruhestand getreten. Seit mehr als 30 Jahren ist sein Name aufs engste mit der Entwicklung der Astro-Photographie verbunden. Von MILLER stammen die ersten Farbaufnahmen von Nebeln und Sternhaufen, aufgenommen mit dem 5-m-Teleskop und der 48-Zoll-Schmidt-Kamera auf Mt. Palomar, 1959 erstmals veröffentlicht im National Geographic Magazine, Aufnahmen, die weltweit Aufsehen erregt haben und Anerkennung gefunden haben. MILLER hat in den vielen Jahren seiner astronomischen Tätigkeit eine Unzahl von Publikationen über Astrophotographie herausgebracht. Er ist heute Vorsitzender der Arbeitsgruppe des Photo-Bulletin der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft.

Trotz der Beendigung seiner aktiven Berufslaufbahn ist MILLER bei den Hale Observatories (Mt.

Wilson und Mt. Palomar) noch immer in beratender Funktion tätig. Es war den beiden Autoren dieses Berichts vergönnt, anlässlich ihrer Amerika-Reise im Jahre 1974, mehrere Tage mit MILLER sowohl in Pasadena/Kalifornien als auch auf dem Mt. Palomar zu verbringen.

Nach einer reinen Flugzeit von 13 Stunden, unterbrochen durch einen dreistündigen Aufenthalt in Chicago, landete der Jumbo-Jet der «Condor» von Frankfurt kommend pünktlich früh um 4 Uhr 30 Ortszeit auf der Piste des West Imperial Terminal in Los Angeles/Kalifornien.

Ein Taxi brachte uns zum nahegelegenen «Ramada Inn», einem preiswerten Hotel, das unsere Unterkunft am Beginn und auch am Ende der Reise war. Nachdem wir einige Stunden Schlaf nachgeholt hatten, machten wir uns am späten Vormittag auf zum Flughafen, vom «Ramada Inn» zu Fuss in 15 Minuten zu erreichen, buchten dort unsere weiteren Flüge nach Tucson/Arizona, nach San Francisco und nach

Hilo/Hawaii, Orte, von denen wir aus das Kitt Peak National Observatory und das Mauna Kea Observatorium besuchen wollten.

Schliesslich nahmen wir telefonisch Kontakt auf mit WILLIAM C. MILLER in Pasadena, einem Vorort von Los Angeles, der über unseren Anruf sehr erfreut war und der uns für den nächsten Tag für 10 Uhr vormittags in das Hale Observatories Headquarter in der Santa Barbara Street nach Pasadena bestellte, wo unsere gemeinsame Fahrt zum Palomar Observatorium beginnen sollte.

Am folgenden Tag fuhren wir also mit dem Bus vom Flughafen von Los Angeles nach dem etwa 35 km entfernten Pasadena, vorbei an den Wolkenkratzen der Innenstadt – Downtown Los Angeles –, deren markanteste die beiden schwarzen Türme der Bank of America so etwas wie ein Wahrzeichen der Stadt darstellen. An Erdölfeldern vorbei mit Bohrtürmen und Pferdekopfpumpen, die Tag und Nacht im Einsatz sind, brachte uns der Bus in einer guten halben Stunde nach Pasadena.

Pasadena, eine freundliche, gepflegt wirkende Stadt am Fuss des Mt. Wilson ist aus vielen Gründen interessant: Hier befindet sich das Caltech, das California Institute of Technology, Amerikas führende technische Hochschule, ausserdem das Jet Propulsion Laboratory der NASA und nicht zuletzt das Hale Observatories Headquarter in der Santa Barbara Street.

Pünktlich um 10 Uhr – wie verabredet – betraten wir das Verwaltungsgebäude der Mt. Wilson und Palomar Observatories, wo wir freundlich empfan-



Der Verfasser dieses Berichts, M. LAMMERER, im Gespräch mit WILLIAM C. MILLER vor dem Südlager des Palomar-Teleskops.

gen wurden und in der grossen Eingangshalle auf WILLIAM C. MILLER warten sollten. Das Haus, ein grosser villenartiger Backsteinbau aus den dreissiger Jahren machte einen sehr gepflegten Eindruck. Die Halle mit der Rezeption war geschmückt durch riesige Aufnahmen der Milchstrasse, die von der Decke bis zum Boden reichten. An einer Wandfläche hing ein Ölgemälde von George Ellery Hale, dessen Forschergeist und Schaffensdrang Amerika den Aufbau seiner grossen Observatorien verdankt. Nicht weniger als dreimal in seinem Leben hatte Hale das zu seiner Zeit grösste Observatorium der Welt errichtet, beginnend mit dem Observatorium an der Williams Bay, Wiskonsin mit dem 102-cm-Yerkes-Refraktor im Jahre 1897, heute noch das grösste Linsenfernrohr der Welt, fortgeführt durch das Mt. Wilson Observatorium in Kalifornien, mit dem 2,5-m-Hooker-Spiegel, der 1917 in Betrieb genommen, bahnbrechende neue Erkenntnisse vor allem bei extragalaktischen Objekten ermöglichte und schliesslich gekrönt durch den Bau des 5-m-Spiegelteleskops auf dem Mt. Palomar. Bis Ende vergangenen Jahres war es – fast 30 Jahre lang – das grösste in Betrieb befindliche optische Teleskop der Welt. Seit der offiziellen Inbetriebnahme des 6-m-Teleskops der UdSSR auf einem Berg im Kaukasus in der Nähe des Ortes Zelenchukskaya im Frühjahr dieses Jahres, ist es auf Platz 2 gerückt.

Hale hat die Vollendung des Palomar Observatoriums nicht mehr erlebt, aber er starb zu einem Zeitpunkt, da bereits ersichtlich war, dass das Palomar-Projekt erfolgreich sein würde und Amerika damit in den Besitz des damals grössten optischen Teleskops der Welt gelangen würde.

Doch zurück zu WILLIAM C. MILLER. Wir mussten nicht lange warten. Er trat aus einer Seitentüre heraus, ein Mann Anfang der Sechzig, mittelgross, schlank, freundlich und humorvoll. Er begrüsst uns herzlich und bat uns durch den hinteren Ausgang der Halle auf einen Parkplatz, wo bereits ein geräumiger blauer Chevrolet für die Fahrt zum Mt. Palomar bereitstand.

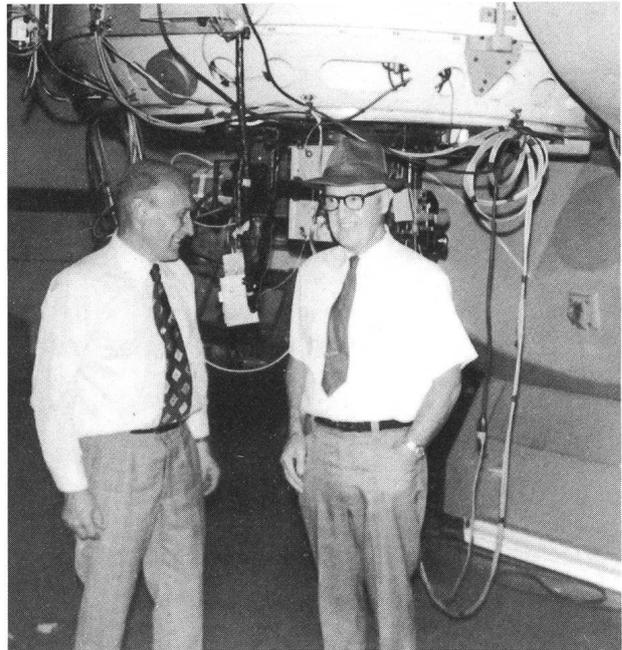
Der Mt. Palomar ist ein sanft abfallender Bergrücken, etwa 1700 m hoch und befindet sich zwischen Los Angeles im Norden und San Diego im Süden, etwa 50 km von der Küste des Pazifischen Ozeans entfernt. Von Pasadena aus beträgt die Anfahrt zum Mt. Palomar Observatorium etwas mehr als 200 km. Man hatte den «Berg der Taube», wie er von den spanischen Einwanderern genannt wurde, nach jahrelanger Suche innerhalb Amerikas und nachdem man viele Sichtmessungen im ganzen Lande vorgenommen hatte, als Standort des 5-m-Spiegels erwählt, weil er beständig gute Wetterbedingungen zeigte, wegen des Fehlens von Streulicht grosser Städte, weil er weithin bewachsen war und schliesslich, weil man den Berg von Pasadena aus auf einem gut ausgebauten Autobahn- und Strassennetz erreichen konnte.

Wir verliessen Pasadena und sehr bald befanden wir uns auf dem sechsspurigen «Freeway», der Los Angeles mit San Diego verbindet. Während der Fahrt diskutierte MILLER mit uns Probleme der Astrophotographie, vor allem auch der Astrofarbphotographie. Dabei tauchte bei allen Überlegungen immer wieder das Problem des Schwarzschildeffektes des Aufnahmematerials bei Langzeitaufnahmen auf, der bekanntlich nicht nur längere Belichtungszeiten erforderlich macht, sondern vor allem bei Farbaufnahmen mit Mehrschichtenfarbfilm wegen des unterschiedlichen Reagierens der verschiedenen Schichten eine farbgetreue Abbildung des Objekts im Normalfall unmöglich macht.

MILLER hatte bei seinen bahnbrechenden Farbaufnahmen, die er mit dem 5-m-Spiegel und mit der 48-Zoll-Schmidt-Kamera gemacht hatte, eine Vorfilterung des Sternenlichtes im Teleskop vorgenommen. Durch genaue Labortests ermittelte er bei einem bestimmten Objekt den zu erwartenden Farbstich des Super Ansochrome-Films, den er verwendete, und bestimmte dann das Filter, das schon bei der Belichtung des Films im Teleskop diesen Fehler ausglich. Präzise Messungen und Rechnungen und schliesslich Feinkorrekturen bei der nachträglichen Erstellung von Duplikaten vervollkommneten seine Aufnahmemethode. MILLER diskutierte mit uns auch andere Methoden der Astro-Farbphotographie wie z. B. das Tiefkühlverfahren, das Dr. A. A. HOAG am Flagstaff-Observatorium in Arizona entwickelt hatte und das Dreifarbenverfahren, das sowohl in der Stellar- als auch in der Planetenphotographie angewendet wird.

Wir waren während der Fahrt so tief in diese Probleme verstrickt, dass wir kaum bemerkten, dass wir den «Freeway» längst verlassen hatten und nun durch eine Landschaft fuhren, in der sich wüstenartige Gebiete mit schönen, weithin grün leuchtenden Orangenhainen abwechselten. Nachdem wir eine mittägliche Rast eingelegt hatten, zeigte uns MILLER eine Besonderheit aus der Frühzeit der Besiedlung Kaliforniens durch weisse Einwanderer: eine Indianer-Missionskirche mit einem Campanile, einem freistehenden barocken Glockenturm und einen angrenzenden Friedhof. Es muss damals an dieser Stelle ein fürchterliches Gemetzel gegeben haben, denn eine Inschrift auf einer verwitterten Holztafel besagte, dass in diesem Friedhof Hunderte von Indianern und Pionieren begraben seien.

Dann tauchte ein Wegweiser mit den Meilenangaben auf: Valley Center 10, Escondido 18, Palomar Mtn. 14. Wir bogen von der Hauptstrasse ab und nun ging die Fahrt steil bergan auf dem «Highway to the Stars». Die Strasse war hervorragend ausgebaut; auf ihr wurden bereits Anfang der dreissiger Jahre beginnend die schweren Teile der Observatoriumskuppel, der Montierung des Teleskops und nicht zuletzt der über 14 t schwere Hauptspiegel des Teleskops auf den Berg gebracht. Als die Strasse eine Biegung



Herr TREUTNER mit WILLIAM C. MILLER vor dem 1,5-m-Spiegel auf Mt. Palomar.

nach links machte, stoppte MILLER den Wagen. Von hier aus konnte man einen ersten Blick auf das Observatorium werfen: In etwa 2 km Entfernung sah man hell silbrig glänzend die grosse Kuppel des 5-m-Teleskops, rechts davon das Gebäude für die 18-Zoll-Schmidt-Kamera, daneben den Wasserhochbehälter, schliesslich die Kuppel der 48-Zoll-Schmidt-Kamera (Big Schmidt) und ganz rechts das Gebäude für den erst in den letzten Jahren erstellten 1,5-m-Spiegel.

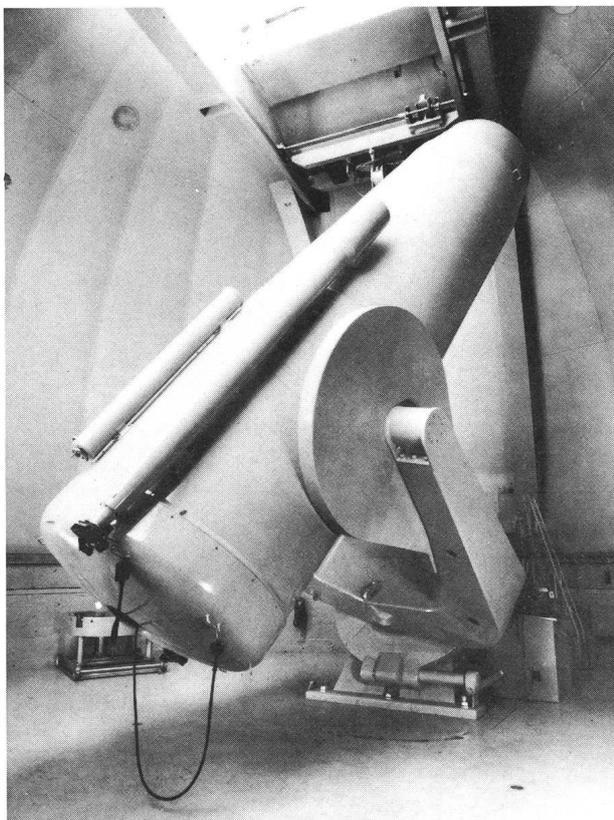
Das Observatorium kam nun schnell näher. An der riesigen Kuppel des 5-m-Spiegels vorbei fuhren wir zunächst zur Kuppel des 1,5-m-Teleskops, des jüngsten Instruments auf dem Berg, Mitte der sechziger Jahre erstellt. Dieses Instrument, optisch ein Ritchey-Chrétien-System, mechanisch eine sehr stabile und präzise Gabelmontierung war eine dringende Notwendigkeit am Mt. Palomar geworden. Es sollte vor allem bei Beobachtungsprogrammen eingesetzt werden, die nicht unbedingt das 5-m-Teleskop beanspruchten und damit dieses entlasten. MILLER deutete an, dass die Direktion des Observatoriums in Pasadena bei der Vergabe von Beobachtungszeit mit dem Rieseninstrument sehr genau auswählen müsse, denn der Prestigewert von Beobachtungen mit dem 5-m-Spiegel bei Astronomen sei unbestritten.

Als nächstes war dann die grosse Schmidt-Kamera zur Besichtigung an der Reihe. Dieses weltberühmte Instrument ist in einem schmucken ockerfarbigen Kuppelbau mit silber glänzendem Helm untergebracht, das einige hundert Meter vom Gebäude des 5-m-Teleskops entfernt ist.

Wir betraten den Eingangsraum und eine wohlthuende Kühle schlug uns entgegen. MILLER zeigte uns zuerst die im unteren Geschoss untergebrachten

Laboreinrichtungen, in denen die mit der Kamera gewonnenen Aufnahmen sofort nach ihrer Belichtung entwickelt und bearbeitet werden können. Interessant war besonders auch eine Prüfeinrichtung für die Bruchsicherheit der Astroplatten. Da die 48-Zoll-Kamera keine Bildfeldebnungslinse besitzt, sondern auf gewölbtes Plattenmaterial belichtet, was einen grossen Vorteil darstellt, besteht natürlich die Gefahr, dass eine während der Aufnahme sphärisch gespannte Platte in der Kamera zu Bruch geht. MILLER sagte uns, dass dies schon einmal vorgekommen sei. Seitdem werden alle Platten auf einer kleinen Maschine unter etwas höherer Verspannung getestet, bevor sie im Teleskop verwendet werden.

Wir stiegen ein Stockwerk höher und sahen schliesslich die grosse Schmidt-Kamera: Durchmesser der Korrekptionsplatte 122 cm, Spiegeldurchmesser 183 cm, Öffnungsverhältnis 1:2,5, Bildfeld 7°, ein schönes, auch für heutige Begriffe modern aussehendes Instrument, das Platten bis zu einem Format von 36 x 36 cm aufnehmen kann. Die Kamera, deren Optik von Hendrix, Dalton und Dietz in Pasadena hergestellt wurde, dürfte wohl eines der grossartigsten und erfolgreichsten Instrumente sein, die jemals gebaut wurden. Zwar ist sie heute nicht mehr die grösste Schmidt-Kamera der Welt, die sie bei Inbetriebnahme war, doch die Qualität der mit ihr gewonnenen Aufnahmen ist auch heute noch unübertroffen. Wieviele Tausende von Platten sind mit diesem Teleskop in den vergangenen Jahrzehnten wohl belichtet worden? Zunächst wäre da ein Jahr-



hundertwerk zu nennen: der National Geographic Society Palomar Observatory Sky Survey, eine kartennässige Aufnahme des gesamten Nordhimmels und Teilen des Südhimmels, die vom Mt. Palomar erreichbar sind, und zwar dies gleich zweimal: im roten und im blauen Licht.

In erster Linie war die 48-Zoll-Kamera von Anfang an als Gegenstück für den 5-m-Spiegel gedacht. Objekte, die für das relativ kleine photographische Bildfeld des Hale-Teleskops in ihrer flächenmässigen Ausdehnung an der Sphäre zu gross waren, wurden mit der Schmidt-Kamera photographiert. Auch wurden Schmidt-Aufnahmen gemacht, sozusagen, um den Himmel nach interessanten Objekten durchzumustern, die dann mit dem 5-m-Teleskop genauer untersucht werden sollten. Bei vielen astronomischen Problemstellungen war die Kamera im Einsatz: sie lieferte ausgezeichnete Abbildungen von Kometen, zeigte zum ersten Mal grossflächige Objekte wie Andromeda-Nebel oder die Galaxie M 33 im Dreieck in Farbe, wurde bei der Jagd nach Kleinplaneten verwendet und sogar bei der Suche nach schwachen Jupitermonden wurde sie erst vor kurzem eingesetzt.

Wir stiegen wieder einen Stock tiefer und zum Schluss zeigte uns MILLER zwei Originalplatten der Kamera im Format 36 x 36 cm, auf denen der Andromeda- und der Nordamerika-Nebel aufgenommen worden waren. Es war schon ein eigenartiges Gefühl, endlich einmal die Originale der Aufnahmen zu sehen, die man aus vielen Veröffentlichungen her bereits kannte. MILLER reichte uns eine starke Lupe und wir erkannten die gestochen scharfe Abbildung bis zum Plattenrand und die Fülle der Details der Aufnahme, die beim Reproduktionsprozess normalerweise zum Teil verloren gehen.

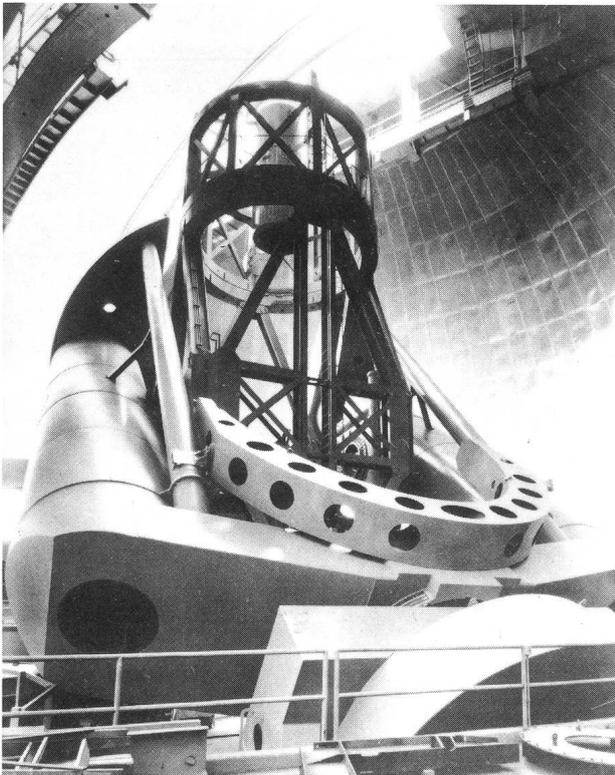
Dann kam der Höhepunkt unseres Besuches am Mt. Palomar: die Besichtigung des 5-m-Hale Teleskops, die MILLER klugerweise an den Schluss gesetzt hatte. Der riesige Dom mit der silberglänzenden Kuppel, der bereits 1938 im Wesentlichen vollendet worden war, hat ein Gewicht von etwa 1 000 Tonnen. Allein die beiden Verschlusshälften des Kuppelspaltes wiegen nicht weniger als je 125 Tonnen. Sie geben bei geöffneter Kuppel einen Spalt von 10 m Durchlass frei, zweimal der Durchmesser des Hauptspiegels des Teleskops. Die Höhe des Gebäudes beträgt 41 m und der Durchmesser 42 m. Das sind in etwa die Ausmasse des Pantheons in Rom.

Bevor wir eintraten, machte uns MILLER auf eine Kuriosität aufmerksam, Unweit des Haupteingangs lag das Blindstück des Hauptspiegels, eine etwa 80 cm dicke Betonscheibe von 5 m Durchmesser, im Gewicht dem 5-m-Spiegel ähnlich. Man hatte diese Scheibe quasi als Hauptspiegel-Ersatz in das Teleskop eingebaut noch ehe dieser fertig war, um die schwere Montierung zu testen.

Der 5-m-Spiegel war ja bei seiner Herstellung damals ein wissenschaftlich technisches Problem ersten Ranges. Erst der zweite Guss in den Corning Glass



Der Dom für das 5-m-Spiegelteleskop auf dem Mt. Palomar in Kalifornien, USA. Bis vor kurzem war der 5-m-Spiegel – fast 30 Jahre lang – das grösste in Betrieb befindliche optische Teleskop der Welt. Aufnahme: M. LAMMERER.



Works in Corning in der Nähe von New York war erfolgreich gewesen. Auf einem Spezial-Eisenbahnwagen wurde der Spiegel dann quer durch den Kontinent an den Ort seiner Bearbeitung gebracht, in die optischen Werkstätten des California Institute of Technology in Pasadena. Dort bekam er seine definitive Form in einem Arbeitsprozess, der insgesamt mehr als 11 Jahre dauerte. Als man dann schliesslich im November 1947 in einer 2-Tage-Reise den Spiegel von Pasadena zum Mt. Palomar brachte, um ihn in die bereits fertiggestellte Teleskopmontierung einzubauen, stellte sich bei den Tests heraus, dass eine Randzonenerhöhung des Spiegels, von der man angenommen hatte, dass sie beim Einbau verschwinden würde, sich nicht senkte. Der Spiegel musste, nachdem man noch eine grosse Zahl von Testaufnahmen gemacht hatte, noch einmal ausgebaut werden und ein weiteres halbes Jahr in der Observatoriumskuppel bearbeitet werden, bis er zu dem wurde, was er seitdem ist: ein perfektes optisches Element, – das bislang grösste Auge der Welt.

«Ein paar Gramm von hauchdünn aufgetragenem Aluminiumbelag und lichtempfindlicher Photoemulsion bilden die eigentlichen optischen Oberflächen des 200-Zoll-Hale Teleskops. Damit aber diese Flächen richtig eingesetzt werden können, waren 35 000 Pfund Glas und 1 000 000 Pfund Stahl notwendig.» Das ist das Paradox der Präzisionsmaschine auf dem Mt. Palomar, wie es der Ingenieur G. H. FRÖBEL von der Firma Westinghouse, die die Montierung erstellt hat, einst formulierte.

Wenn man die Kuppel vom Westeingang her betritt, sieht man zunächst das drei Stockwerke hohe Stahlfachwerk auf dem das Teleskop ruht. Die 4 Eckpfeiler dieser Konstruktion sind justierbar ausgelegt, damit die Stundenachse des Teleskops genau auf den Himmelspol ausgerichtet werden kann.

MILLER führte uns zu einem Fahrstuhl mit dem wir den eigentlichen Kuppelraum erreichten. Es war ein gigantischer Anblick: das 500 Tonnen schwere Teleskop in seiner klaren technischen Formgebung, mit dem grossen öldruckgelagerten Hufeisen als Nordlager und dem Gittertubus, mit dem Kommandostand auf der Nordseite und dem grossen Antriebsgehäuse am Südlager. Kaum ein Teleskop der Welt ist so oft in Fachzeitschriften, in astronomischer Literatur und in Bildbänden abgebildet worden wie das Palomar-Teleskop, doch wenn man dann schliesslich davorsteht, übertrifft die Wirklichkeit alle Vorstellungen.

Die technischen Daten dieses bisher grössten in Betrieb befindlichen Teleskops sind weithin bekannt: Durchmesser des Hauptspiegels 5,08 m, primäre Brennweite 16,75 m (Öffnungsverhältnis 1:3,3), Äquivalentbrennweite im Cassegrain-Fokus 81,3 m und im Coudé-Fokus 152,5 m.

Seit seiner Inbetriebnahme im Juni 1948 wurden mit dem 200-Zöller eine Fülle von Beobachtungsprogrammen durchgeführt. Mit dem 5-m-Spiegel

wurde die Grenze der noch erfassbaren Objekte auf etwa 5 Milliarden Lichtjahre hinausgeschoben. Männer wie HUMASON, HUBBLE, ZWICKY und BAADE, die als erste das Teleskop benutzten, gewannen bahnbrechende neue Erkenntnisse über die Grösse unseres Milchstrassensystems im Vergleich zu anderen Galaxien. Zweifellos hat der 5-m-Spiegel in den vergangenen 30 Jahren mit dazu beigetragen, eine grosse Zahl astrophysikalischer Problemstellungen zu lösen oder einer Lösung näher zu bringen.

MILLER erklärte uns, dass neben dem ständigen Stamm von Astronomen der Hale-Observatories viele Gastastronomen auch aus anderen Ländern das Teleskop benutzen dürften. Die Auswertung erfolge dann aber in den Labors der Zentrale in Pasadena.

Als wir wieder mit dem Fahrstuhl nach unten fuhren, trafen wir den Astronomen Dr. JESSE GREENSTEIN, der seit Jahrzehnten zum Palomar Stamm gehört. Er begrüsst uns freundlich und erzählt uns, dass er gerade auf dem Wege sei, Astroplatten für die Aufnahme zu sensibilisieren, indem er sie in einem Ofen in trockenem Stickstoff erhitze. – In dieser Nacht gehörte ihm das Teleskop.

Es war später Nachmittag geworden als wir das Gebäude des 5-m-Teleskops verliessen. Über uns wölbte sich ein tintig blauer, wolkenloser Himmel, der wieder einmal die ausgezeichneten Beobachtungsbedingungen am Mt. Palomar bewies.

MILLER fuhr mit uns hinunter ins Palomar Tal und brachte uns schliesslich in einer etwa dreistündigen Fahrt zurück nach Los Angeles, aus der Ruhe und

Abgeschiedenheit des südkalifornischen Berges zurück in die Hektik und Betriebsamkeit der Millionenstadt. Man müsste Palomar zweimal gesehen haben, wenn man alles richtig erfassen wollte, sagte uns MILLER zum Abschied und wir waren sehr dankbar für diesen erlebnisreichen Tag und für die Einladung zu einer Rückkehr nach Kalifornien – vielleicht in einigen Jahren.

Ein Gedanke liess mich jedoch nicht los. Er war ausgedrückt in einem handgeschriebenen Plakat, das wir in dem Aufenthaltsraum für den Nachtassistenten gleich neben dem 5-m-Spiegelteleskop fanden. In etwas humorvoller Weise, doch mit einem durchaus ernstesten Hintergrund stand da in prägnanter Form das, was nicht nur für beobachtende Astronomen als Wahlspruch gelten könnte, sondern vielleicht eine Maxime für das gesamte Palomar-Projekt sein könnte:

*EXCELLENCE: OR WHAT THE HELL ARE YOU DOING HERE?*

*If you don't do it excellently don't do it at all! Because if it's not excellent it won't be profitable or fun, and if you're not in business for fun or profit, what the hell are you doing here?*

*Anschriften der Verfasser:*

MAX LAMMERER, Langheimer Str. 34, D-862 Lichtenfels, BRD.  
HEINRICH TREUTNER, Thanner Weg, D-8632 Neustadt, BRD.

## Mathematische Grundlagen und genaue Formeln für die Vermessung von Parabolspiegeln

VON A. KORHAMMER

*Angeregt wurde diese Arbeit anlässlich der Parabolspiegel-Vermessung durch einen Angehörigen der Astronomischen Vereinigung Augsburg, wobei das Buch von KURT WENSKE Verwendung fand. Ich interessierte mich für die verwendeten Formeln, studierte die weiterführende Literatur und leitete die in der Abhandlung genannten genauen Formeln ab. Wenn auch die «Caustic-Methoden» für kleinere Spiegel genau genug erscheint, so möchte ich doch annehmen, dass für grössere Spiegel die genauen Formeln von Interesse sind.*

Die in der Parabelgleichung (1, 1a) verwendeten Grössen sind in den Figuren erläutert. Durch Differentiation erhält man die Ausdrücke für  $y'$  und  $y''$  (Gl. 2 und 3), mit deren Hilfe man den Krümmungsradius an einer beliebigen Stelle  $y$  ( $r$ ) ermitteln kann (Gl. 4 und 5). Für die Spiegelmitte ergibt sich dafür  $p(R)$ . Ein parallel zur Achse im Abstand  $y$  einfallender Strahl wird reflektiert und schneidet die Achse im Brennpunkt  $F$  (Fig. 1), wie in den Gl. 6, 7 und 8 nachgewiesen ist. Die Brennweite  $f$  ist also gleich  $p/2 = R/2$ .

Für die Kontrolle von Parabolspiegeln kennt man die «Caustic-Methoden» (Literatur 1, 2 und 3), wobei im Krümmungsmittelpunkt  $M$  der Spiegelmitte  $0$ , also im Abstand  $p(R)$  von ihr eine kleine Lichtquelle angebracht wird und der Spiegel mit einem Schirm mit Löchern in verschiedenen Abständen  $y$  von  $0$  abge-

deckt wird, so dass nur die von den Löchern offengelassenen Teile des Spiegels den von  $M$  ausgehenden Lichtstrahl reflektieren (Fig. 2). Eine der Lochmitten sei  $C$  mit den Parabelkoordinaten  $x$  und  $y$ . Der Strahl  $MC$  bildet mit der Achse den Winkel  $90^\circ - \eta$ . Die Gl. 9, 10 und 11 stellen die Beziehungen der massgeblichen Winkel dar. Der Strahl  $MC$  bildet mit der Normalen in  $C$  den Winkel  $\delta$  und wird unter demselben Winkel  $\delta$  zur Normalen reflektiert. In Fig. 3 ist dieser reflektierte Strahl zusammen mit einem sehr nahe liegenden, bei  $C'$  reflektierten Strahl dargestellt. Diese beiden schneiden sich im Punkt  $B$ . Die Gesamtheit aller reflektierten Strahlen sind Tangenten einer Hüllkurve, die aber nicht identisch ist mit der in 1), 2) und 3) erwähnten «Caustic-Linie».

Zur Ermittlung der wirklichen «massgebenden» Hüllkurve  $MB$  dient das unendlich schmale Dreieck  $CC'B$

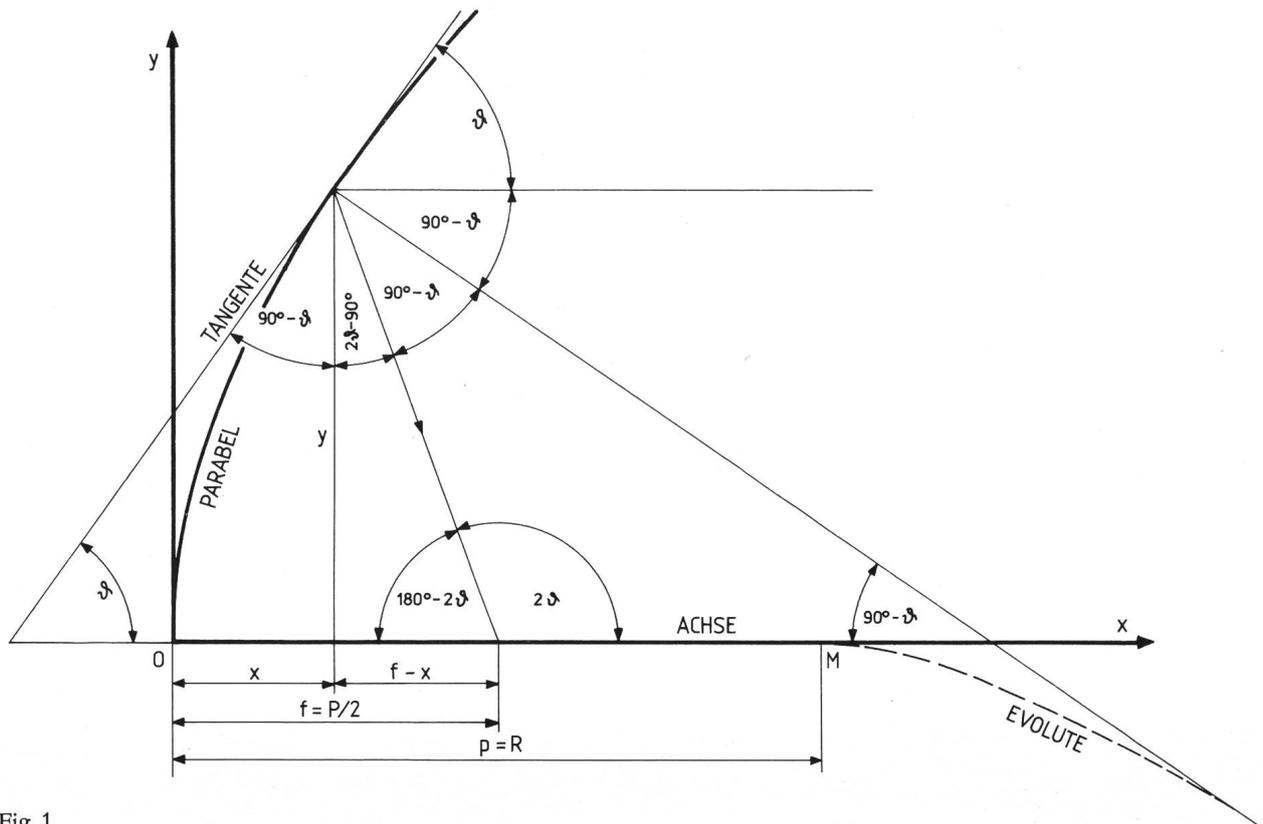


Fig. 1

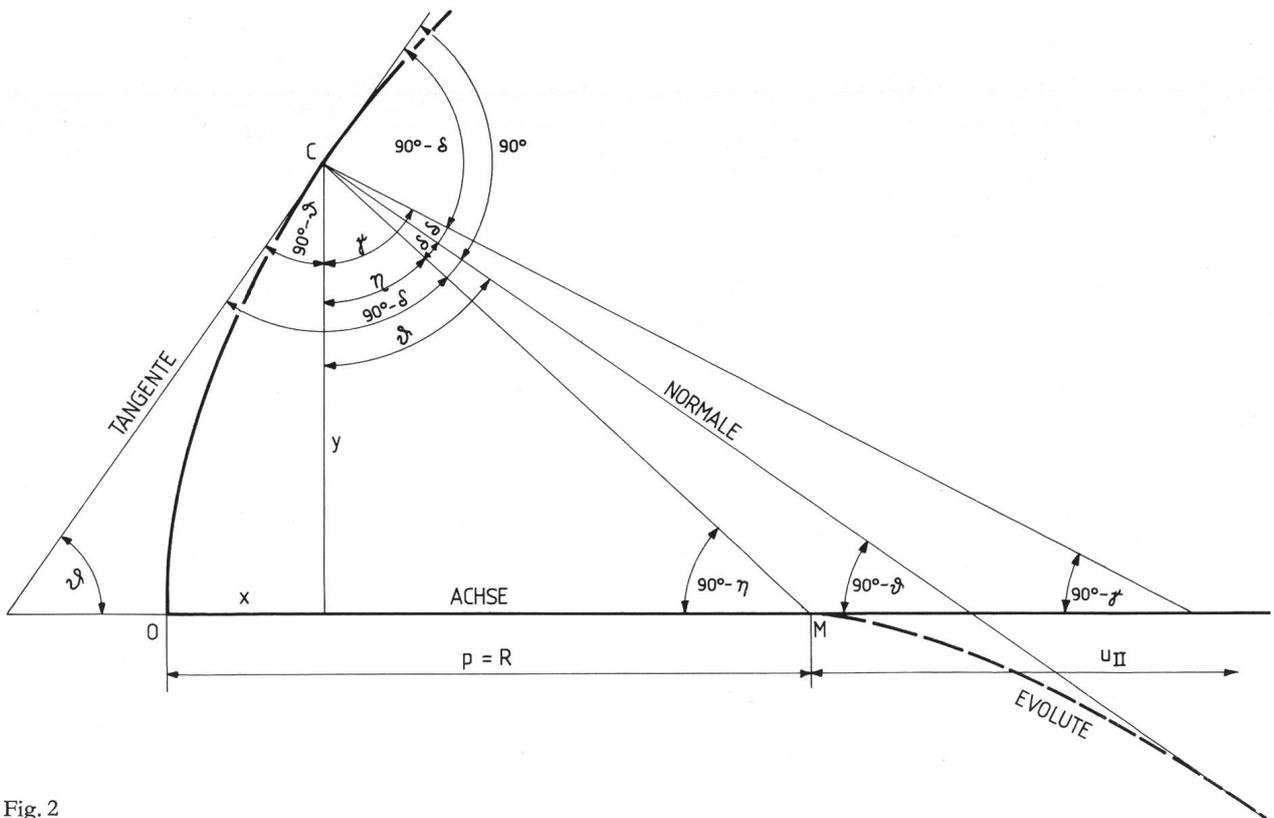


Fig. 2

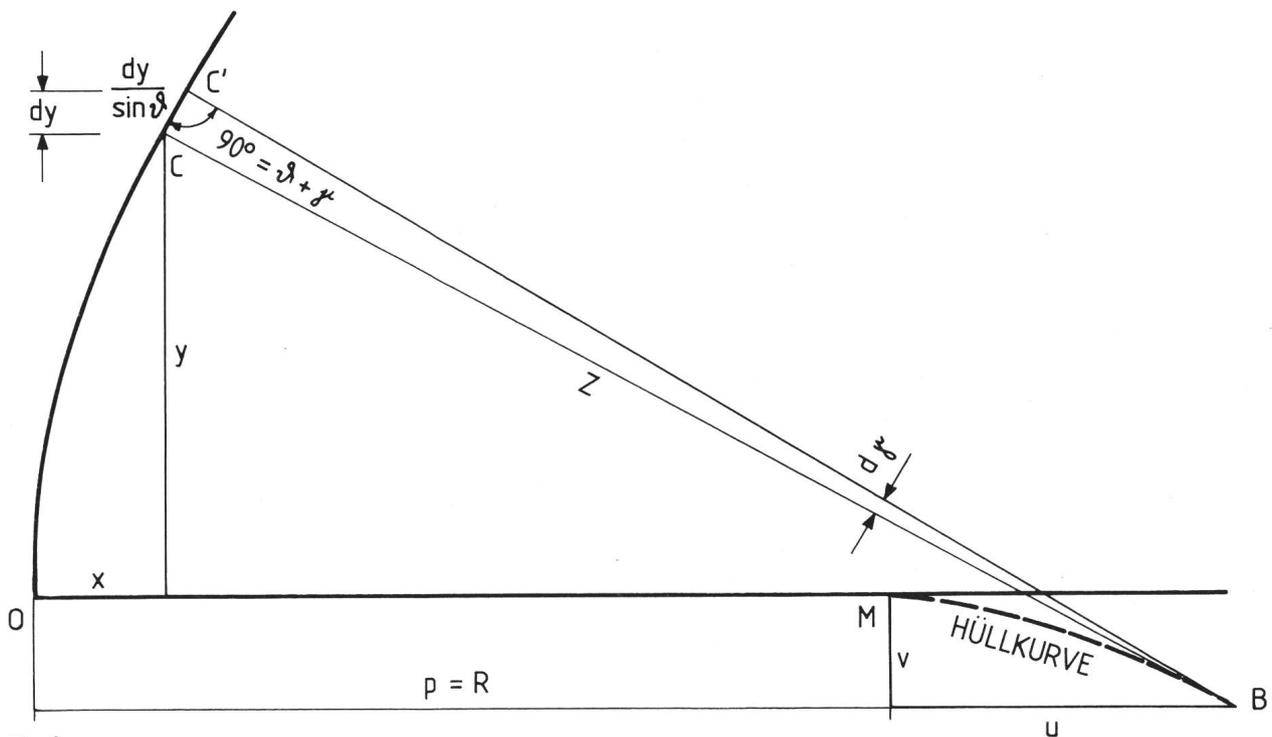


Fig. 3

Tafel I

y	u	v	u'	v'
1	0,0109685504	0,000197539	0,0109569028	0,0001566780445
2	0,0438490019	0,000213572	0,0438276114	0,000213428836
3	0,0986320542	0,000720311	0,0986121256	0,000720322320
4	0,1753546076	0,001708190	0,1753104456	0,001707430685
5	0,2740459618	0,003336082	0,2739225713	0,003334825556
6	0,3947285171	0,005766821	0,3944485026	0,005762578561
7	0,5374147732	0,009160035	0,5368823970	0,009150761326
8	0,7021457304	0,013677041	0,7012417824	0,0136594454
9	0,8889528884	0,019480726	0,8875091309	0,0194487026
10	1,097886748	0,02673722	1,095690285	0,02667860445
11	1,329008008	0,0355954	1,325785245	0,0355092225
12	1,582351068	0,04623417	1,57779401	0,0461006285
13	1,85800513	0,05881196	1,851716582	0,0586129839
14	2,156014393	0,07349434	2,147552959	0,073206906
15	2,476453957	0,0904477	2,465303941	0,09004029
15,3	2,576972665	0,0960009	2,564901388	0,095551476

mit den Seiten  $dy/\sin \vartheta$  und  $z$  sowie den gegenüberliegenden Winkeln  $d\gamma$  und  $90^\circ - \vartheta + \gamma$ . Gl. 12 ergibt die Grösse  $z$  durch Anwendung des Sinus-Satzes. Die Gl. 13 bis 18 leiten die Beziehungen dieser in Gl. 12 erwähnten Grössen ab, so dass in den Gleichungen 19 und 20 die Koordinaten  $u$  und  $v$  ermittelt werden können, welche die «massgebende Hüllkurve» bestimmen.  $u$  ist der Abstand eines Hüllkurvenpunktes von  $M$  in Richtung der  $x$ -Achse,  $v$  der senkrechte Abstand von dieser in Richtung  $y$ .

Mit vorstehend abgeleiteten Gleichungen wurden nun für einen bestimmten Fall ( $p = R = 273,8$  cm) in Stufen von  $y = 1$  bis  $15,3$  cm die erforderlichen

Werte  $u$  und  $v$  in cm berechnet und in Tafel I unter Fortlassung der Zwischenwerte eingetragen und im Vergleich dazu die in 1), 2) und 3) berechneten «Caustic-Werte» (hier mit  $u'$  und  $v'$  bezeichnet) beigefügt. (In der angegebenen Literatur sind diese Grössen mit  $y$  und  $x$  bezeichnet, was zur Vermeidung von Verwechslungen durch  $u'$  und  $v'$  ersetzt wurde.)

Wenn auch die Unterschiede für das vorstehende Beispiel  $p = R = 273,8$  cm meist vernachlässigt werden können, werden sie bei grösseren Spiegeln doch ins Gewicht fallen. Für grössere Spiegel können die Spalten  $y$ ,  $u$  und  $v$  verwendet werden, wenn man ihre Werte mit  $R/273,8$  cm multipliziert. Die Werte  $u$  und

v entsprechen den Messwerten an einem einwandfreien Parabolspiegel. Bei abweichenden Messwerten ist der Spiegel nachzuarbeiten.

Ausser der Voraussetzung, dass die Lichtquelle in M angeordnet ist, wurde auch die Möglichkeit untersucht, dass sie um den Betrag a in Richtung der y-Achse, also senkrecht zur x-Achse verschoben ist, wodurch auch Spiegelteile in der Spiegelmitte untersucht werden können. Dadurch ändern sich die Gl. 9, 16, 17 und 18 in 9', 16', 17' und 18'; bei a < 0 wird in den 4 vorstehend genannten Gleichungen sein Vorzeichen geändert. Für a = -0,8 cm wurde das vorige Beispiel (p = R = 273,8 cm) durchgerechnet und in

Tafel II

y	u	v
0	0,0046727	0,7999867464
1	0,0062826	0,7999918014
2	0,0391541	0,799901183
3	0,0622470	0,799808875
4	0,1133924	0,799459928
5	0,2693566	0,797450992
6	0,3900101	0,795373554
7	0,5326545	0,791919247
8	0,6973550	0,788362893
9	0,8841189	0,783106655
10	1,0929993	0,776467736
11	1,3240463	0,768282860
12	1,5773149	0,758387730
13	1,8528638	0,746620520
14	2,1507604	0,732814810
15	2,4710742	0,716804680
15,3	2,5715516	0,711548000

der Tafel II die sich ergebenden Werte u und v in cm aufgeführt.

Die in der Literatur 1), 2) und 3) angegebenen Gleichungen für die «*Caustic-Linie*» lauten nach obiger Definition des Koordinatensystems wie in Gl 22 angegeben. Das sind gerade die doppelten Werte der für die Parabel gültigen Evolute, das ist die Linie aller Krümmungsmittelpunkte für jeden Parabelort. In Fig. 4 sind alle 3 einschlägigen Kurven dargestellt: Die *Evolute*, die «*Caustic-Linie*» und die «*massgebende Hüllkurve*». Man ersieht, dass die Evolute (das ist die Linie der wirklichen Krümmungsmittelpunkte) gar nichts mit der «*massgeblichen Hüllkurve*» der reflektierten Strahlen zu tun hat und die «*Caustic-Linie*» auch nur nahe der Achse mit der «*massgeblichen Hüllkurve*» verläuft, dann aber deutlich von ihr abweicht. Dabei ist in Fig. 4 die Lichtquelle in M angebracht.

In Fig. 5 wurde noch das Dreieck MCK des Messstrahls und des reflektierten Strahls gezeichnet, wobei die zugehörige Normale die *Winkelhalbierende* und nicht die *Basishalbierende* ist. In der Literatur 3) ist die «*Caustic-Linie*» fälschlich als die *Evolute der Parabel* bezeichnet.

In den gezeichneten Fällen ist die Parabel für grössere Werte  $y/p = r/R$  gezeichnet, als sie in der Praxis ausgenützt werden, weil bei den kleineren Werten die Unterschiede zeichnerisch nicht darstellbar sind.

Die im Schirm, der beim Messen vor dem Spiegel anzubringen ist, vorgesehenen Löcher sollen die jeweilige Messung auf einen kleinen Teil des Spiegels beschränken. Dass der reflektierte Strahl längs der «*Caustic-Linie*» bzw. längs der berichtigten «*massgeblichen Hüllkurve*» aufgefangen werden soll, deutet dar-

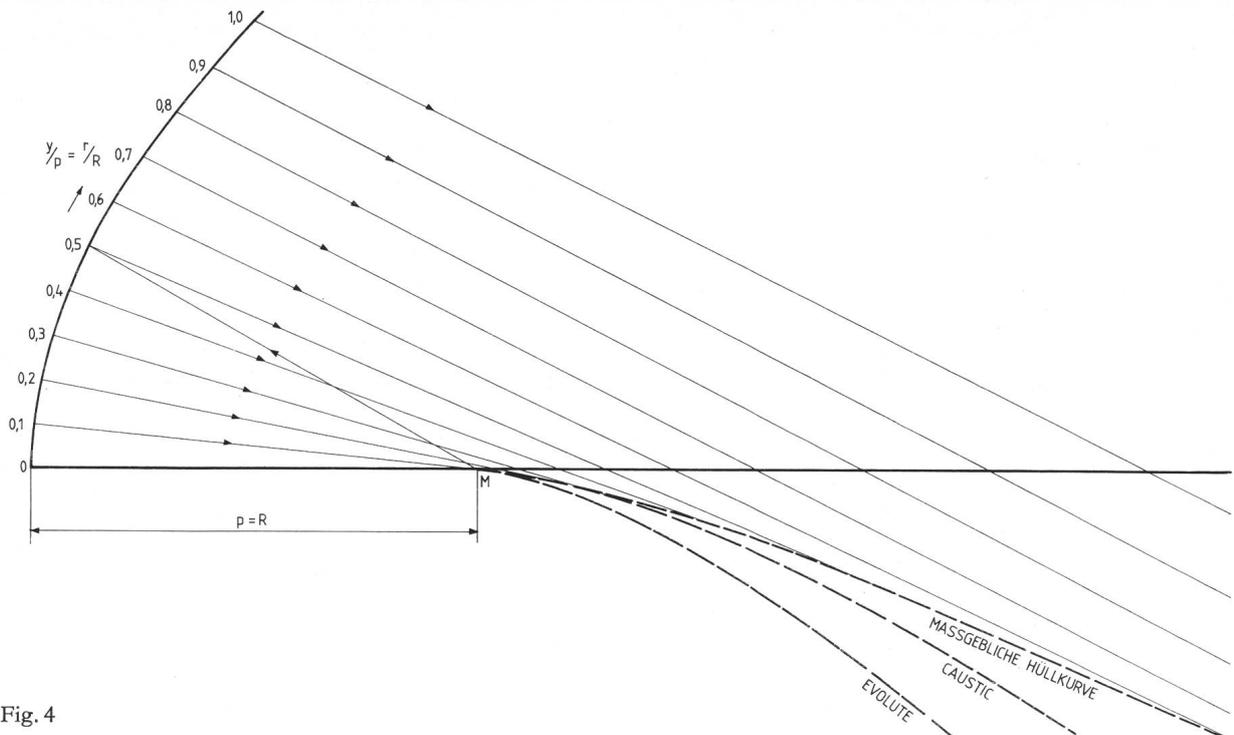


Fig. 4

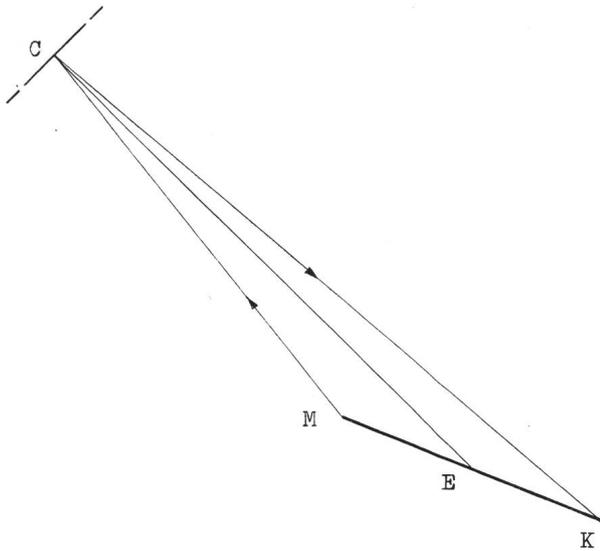


Fig. 5

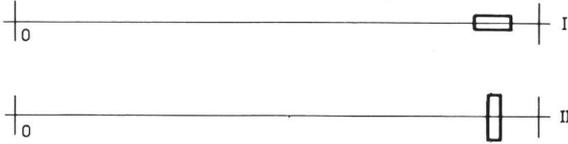


Fig. 6

auf hin, dass die Löcher im Schirm in verschiedenen Abständen  $y$  liegen sollen, denn nur für ein solches Strahlenbündel kommt die Hüllkurve in Frage. Die Löcher im Schirm sind offenbar als schmale, radial verlaufende Schlitzte vorgesehen (Fig. 6I). Wählt man aber die Löcher als schmale, ringförmig verlaufende Schlitzte, wie in Fig. 6II dargestellt, so hat das damit gebildete Strahlenbündel durchwegs gleiche Werte  $y$ , so dass sich diese Strahlen in einem einzigen Punkt D (Fig. 2) schneiden, also sich scharf abbilden, wobei der Abstand  $MD = u''$  sich nach Gl. 23 berechnet. Die Lichtquelle ist in M angeordnet. In Tafel III sind für einige Werte  $y/p$  die Werte  $u''/p$  berechnet, so dass man im Bedarfsfall beide Spalten nur mit dem jeweiligen  $p(R)$  multiplizieren muss, um brauchbare Messwerte  $u''$  zu erhalten.

Tafel III

$y/p$	$u''/p$	$y/p$	$u''/p$
0,01	0,000100005	0,06	0,003606480
0,02	0,000400080	0,07	0,004912005
0,03	0,000900405	0,08	0,006420480
0,04	0,001601280	0,09	0,008132805
0,05	0,002503125	0,10	0,010050000

Eine ähnliche Tabelle ist auch in Literatur 5) angegeben, allerdings ohne Formel. Hierin ist der Wert der Strecke OM (Fig. 1) mit  $r$  statt mit  $R$  oder  $R_0$  bezeichnet. Wenn in seinem Buch Dr. h. c. HANS ROHR (Literatur 4) die Formel für den oben mit  $u''$  bezeichneten Abstand mit  $r^2/R$  entsprechend  $y^2/p$  angibt, so stellt dies das erste Glied der Gleichung 23

dar und genügt offenbar für die in Lit. 4) angenommenen Größenverhältnisse. Die genaue Formel ist aber Gl. 23. In Lit. 4) sind auch in Abb. 27b die Öffnungen im Schirm bereits ringförmig vorgesehen, allerdings nur für einen Wert  $r(y) = 0,7 r_{\max}$

$$y^2 = 2 \cdot p \cdot x \text{ oder umgekehrt } x = \frac{y^2}{2p} \quad (1)$$

$$r^2 = 2 \cdot R \cdot s \quad (r=y, R=p, s=x) \quad (1a)$$

$$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{p}{y} = \frac{R}{r} = \tan \vartheta \quad (2)$$

$$y'' = -\frac{p^2}{y^3} = -\frac{R^2}{r^3} \quad (3)$$

$$\varrho = p \left[ \left( \frac{y}{p} \right)^2 + 1 \right]^{1,5} \quad (4)$$

$$\text{Für } y = 0 \text{ ist } \varrho = p = R \quad (5)$$

$$\frac{y}{(f-x)} = \tan(180^\circ - 2) = -\tan 2 \quad (6)$$

$$\tan 2 = \frac{2 \cdot \tan \vartheta}{(1 - \tan^2 \vartheta)} \quad (7)$$

$$f = \frac{y}{\tan 2 \vartheta} + x = \frac{p}{2} = \frac{R}{2} \quad (8)$$

$$\tan \eta = \frac{(p-x)}{y} \quad (9)$$

$$\delta = \vartheta - \eta \quad (10)$$

$$\gamma = \vartheta + \delta = 2\vartheta - \eta \quad (11)$$

$$z = \frac{dy \cdot \sin(90^\circ - \vartheta + \gamma)}{\sin \vartheta \cdot \sin \gamma} = \frac{\cos \delta}{\sin \vartheta \cdot \frac{dy}{dy}} \quad (12)$$

$$\frac{d\gamma}{dy} = \frac{2d}{dy} - \frac{d\eta}{dy} \quad (13)$$

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{p}{y}\right) \quad (14)$$

$$2 \frac{d\vartheta}{dy} = -2 \frac{\frac{p}{y^2}}{1 + \left(\frac{p}{y}\right)^2} = -\frac{2 \cdot p}{y^2 + p^2} \quad (15)$$

$$\eta = \arctan\left(\frac{p}{y} - \frac{y}{2p}\right) \quad (16)$$

$$\frac{d\eta}{dy} = -\left(\frac{1}{2p} + \frac{p}{y^2}\right) \cos^2 \eta \quad (17)$$

$$\frac{d\gamma}{dy} = \left(\frac{1}{2p} + \frac{p}{y^2}\right) \cos^2 \eta - \frac{2p}{y^2 + p^2} \quad (18)$$

$$u = x + z \cdot \sin \gamma - p$$

$$v = y - z \cdot \cos \gamma$$

$$u' = \frac{3y^2}{R}$$

$$v' = \frac{2y^3}{R^2}$$

$$u'' = x + y \cdot \tan \gamma - p = p \left[ \left( \frac{y}{p} \right)^2 + 0,5 \left( \frac{p}{y} \right)^4 \right]$$

$$\tan \eta = \frac{(p-x)}{(y-a)}$$

$$\eta = \arctan \left[ \frac{(p-x)}{(y-a)} \right]$$

$$(19) \quad \frac{dn}{dy} = - \frac{p+x - \frac{ay}{p}}{(y-a)^2 + (p-x)^2} \quad (17')$$

(20)

$$(21) \quad \frac{d\gamma}{dy} = - \frac{2p}{y^2 + p^2} + \frac{p+x - \frac{ay}{p}}{(y-a)^2 + (p-x)^2} \quad (18')$$

(22)

*Literatur:*  
<sup>1)</sup> *Journal of the Optical Society of America* 29 (1939) S. 484–500, RICHARD PLATZECK und E. GAVIOLA: On the Errors of Testing and a new Method for Surveying Optical Surfaces and Systems.

<sup>2)</sup> *Amateur Telescope Making. Book Three*, Scientific American Seite 429–456, SCHROEDER: The Caustic Test.

<sup>3)</sup> KURT WENSKE, *Spiegeloptik*.

<sup>4)</sup> ROHR, *Das Fernrohr für jedermann*, fünfte erweiterte und überarbeitete Auflage, Orell Füssli Verlag, Zürich, 1972.

<sup>4)</sup> E. WIEDEMANN, *Berechnung genauer Prüfwerte für Parabolspiegel*, ORION 33 (1975), Nr. 151, S. 219/220.

*Adresse des Verfassers:*

Dipl.-Ing. AUGUST KORHAMMER † 1.7.1977

Am Ringofen 25, D-8900 Augsburg 22

## Sternwarten der Schweiz — Observatoire astronomique de Suisse

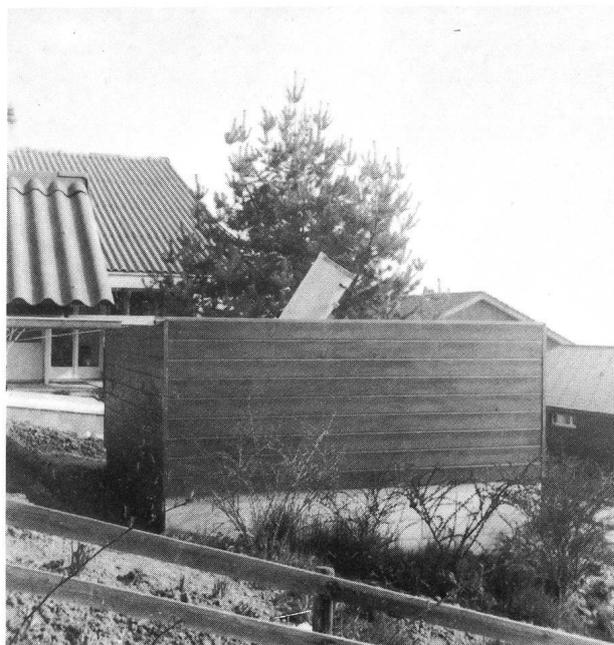
*Privatsternwarte Hans Dubach in Signau*

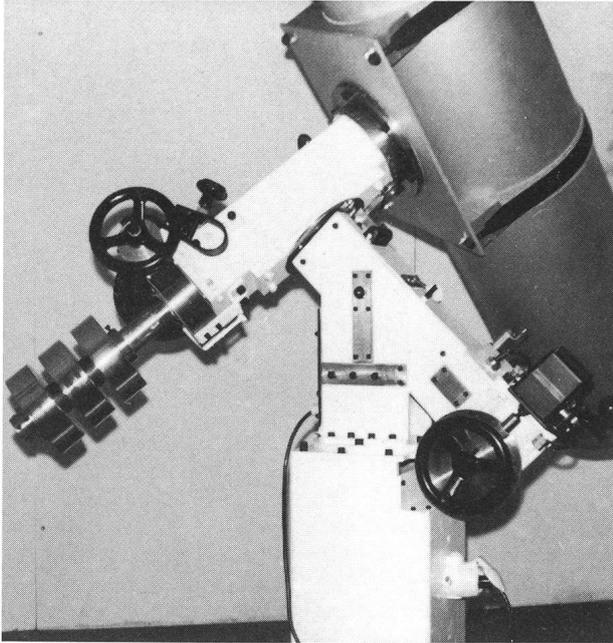
### Résumé

*Près du village idyllique de Signau dans le Haut-Emmental, Hans Dubach a construit en l'espace de deux ans un observatoire d'aspect solide et très plaisant et qui pourrait servir de modèle à d'autres amateurs (coût environ 2800 Fr.). L'observatoire est équipé d'un télescope Newton de 305 mm (longueur focale 1800 mm). Deux réfracteurs mobiles de 60 et 65 mm, ainsi qu'un récepteur de signaux horaires complètent l'installation.*

Umweit des heimeligen Emmentaler-Dorfes Signau hat SAG-Mitglied HANS DUBACH (Sektion Burgdorf) seine gut eingerichtete Sternwarte aufgestellt. Auf 718 m Höhe gelegen, bietet sie gute Beobachtungsmöglichkeiten nach Süden und Osten (Koordinaten  $7^\circ 43' 33,6'' - 46^\circ 55' 22'' = 621.800/196.800$ ). Unterstützt durch einen Freund hat H.

DUBACH seine Sternwarte in fast zweijähriger Bauzeit selbst ausgeführt. Das Fundament ist aus Beton, darüber Mauerwerk und Holzaufbau. Das mit Eternit gedeckte Schiebedach ist gegen den Hang abrollbar und läuft auf Kugellager-Rollen über abmontierbare Eisenschienen. Es sei hier besonders auf die gefällige und solide Bauweise hingewiesen, die an-





deren Sternfreunden sicher als Vorlage für ihre eigene Sternwarte dienen könnte. Laut Angaben von HANS DUBACH beliefen sich die Kosten auf etwa Fr. 2800.—

Die solide Instrumentensäule besteht aus einem Vierkantrohr (250 x 250 mm) aus 10 mm Stahlrohr (RHR Stahl 42), aufgeschweisst auf eine grössere

Metallplatte um die Stabilität zu erhöhen. Das Hauptinstrument bildet ein 350 mm Newton-Spiegelteleskop von 1800 mm Brennweite, geschliffen durch Herrn AEPPLI in Zürich. Das Fernrohr ist mit zwei Suchern ausgerüstet, wovon der eine mit beleuchtbarem Fadenkreuz. Dazu kommt noch ein Leuchtvisier. Die Montierung ist paralaktisch; die Nachführung erfolgt mit Synchronmotor 220 V (Frikitionsübertragung). HANS DUBACH verfügt zudem über zwei weitere, transportable Refraktoren von 60 und 65 mm Öffnung. Diese werden hauptsächlich für Beobachtungen eingesetzt, die von der Sternwarte aus unmöglich sind. Als wichtigstes Zusatzmaterial sind ein Zeitzeichenempfänger (SAG-Materialzentrale) für den Empfang des HBG in Prangins, sowie eine Stoppuhr vorhanden.

HANS DUBACH führt in erster Linie Beobachtungen des nächtlichen Sternenhimmels aus, wobei er besondere Objekte und Feststellungen aufzeichnet. Er arbeitet eng zusammen mit Herrn GERMANN, Wald, zur Beobachtung von streifenden Mondbedeckungen. Dabei kommen die zwei transportablen Refraktoren oft zum Einsatz. Er bemüht sich auch, das Interesse an der Astronomie im Ober-Emmental zu wecken und seine Sternwarte steht bei gutem Wetter Interessenten stets offen.

Seine Adresse: HANS DUBACH, Rainsbergerweg 13, 3534 Signau. W. MAEDER

## Generalversammlung der SAG

vom 21./22. Mai 1977 in Bern

Trotz einer etwas langen GV-Sitzung am 21. Mai wurde die GV in Bern eindeutig von den astronomischen Veranstaltungen und Vorträgen dominiert. Dafür sei im Namen aller GV-Teilnehmer den Verantwortlichen der astronomischen Gesellschaft Bern, insbesondere dem GV-Organisator SISTO SALERA und allen andern Helfern, die zum guten Gelingen der GV-Bern beigetragen haben, nochmals herzlich gedankt.

Die Reihe der Vorträge wurde bereits am Freitag, 20. Mai mit einem Vortrag von Dr. A. ZELENKA von der eidg. Sternwarte in Zürich über die neuesten Ergebnisse der Sonnenforschung eröffnet. Am Samstag referierte Dr. A. MAGUN von der Universität Bern über die wissenschaftlichen Forschungsprogramme des Institutes für angewandte Physik auf den Sonnenstationen Uecht und Bumishaus (bei Bern). Grosse Beachtung fanden die Sonntags-Vorträge von Herrn Prof. Dr. M. SCHUERER und Herrn Prof. Dr. P. WILD über die Forschungsarbeiten des Astronomischen Institutes der Universität Bern.

Den Abschluss der GV-Veranstaltungen bildeten die Besichtigungen der Aussenstationen des Astronomischen Institutes der Universität Bern in Zimmerwald, auf der Uecht und in Bumishaus.

## ROYAL PRÄZISIONS-TELESKOPE



Sehr gepflegte japanische Fabrikation  
**Refraktoren mit Objekten von 60—112 mm Öffnung**  
**Reflektoren mit Spiegeln von 84—250 mm Öffnung**  
 Grosse Auswahl von Einzel- und Zubehörteilen  
**VERKAUF BEI ALLEN OPTIKERN**  
 Generalvertretung, GERN, OPTIC, Bevaix NE

## Neues Planetarium in Stuttgart

Am 22. April 1977 wurde das neue Planetarium in Stuttgart eröffnet. Das Planetariumsgerät «Zeiss Modell VI» ist ein Geschenk der Carl Zeiss-Stiftung. Damit leisteten die Stiftungsbetriebe Zeiss, Oberkochen, und Schott, Mainz, einen Beitrag zum 25jährigen Jubiläum des Landes Baden-Württemberg, das nach dem Kriege zur neuen Heimat der 1846 in Jena gegründeten Zeiss-Werke geworden war.

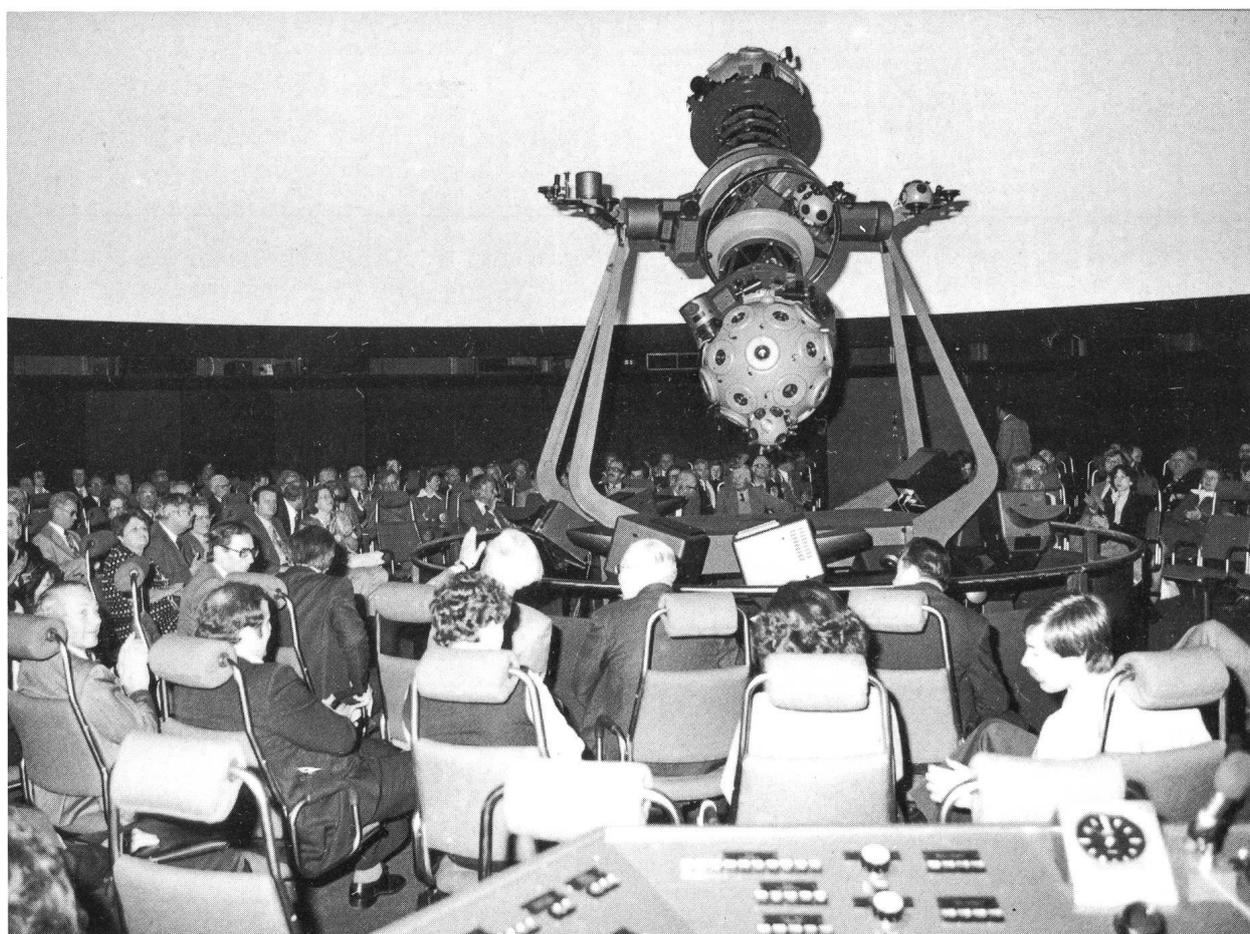
Der Planetariumsprojektor vom Typ «Zeiss-Modell VI», der bisher in Europa nirgendwo zu finden ist, weist gegenüber allen bisherigen Instrumenten eine grosse Zahl von Verbesserungen und Neuerungen auf. Der Fixsternenhimmel wird von leistungsstarken Gasentladungslampen mit 6000 K Farbtemperatur als Lichtquelle erzeugt. Die Sterne sind punktförmiger und farbechter. Die fünfzehn hellsten Fixsterne werden durch Sonderprojektoren mit Farbfiltern entsprechend dem Spektraltyp punktförmig und nicht scheinbar dargestellt. Die irdische Szintillation verstärkt den Eindruck des echten Sternenhimmels; für Raumfahrteffekte ist sie abschaltbar. Die Planeten erscheinen nicht mehr stilisiert vergrössert, sondern entsprechen dem Anblick am natürlichen Sternenzelt. Die Planetenhelligkeiten sind ein-

zeln regelbar, Jupiter und Saturn können durch pankratische Objektive vergrössert werden. Die Geschwindigkeiten des Tagesablaufes, der Jahresbewegung, der Polhöhenfahrt und der Präzession sind stufenlos regelbar. Alle Arten von Sonnen- und Mondfinsternissen sowie die seltenen Himmelercheinungen von Venusdurchgängen sind darstellbar.

Als einziges Planetariumsgerät besitzt das Stuttgarter Modell eine von Zeiss entwickelte Automatik, die auf einem Ein-Zoll-Magnetband mit FM-Modulation von 0–20 kHz in vierzehn Kanälen alle Steuerbefehle speichern kann. Dadurch können Vorführungen programmiert werden. Eine ähnliche Einrichtung besitzt das Spacarium in Washington D. C., wo der Zeiss-VI-Projektor von einer amerikanischen Elektronikfirma automatisiert wurde.

Der Planetariumsprojektor kann in einem zehn Meter tiefen Schacht versenkt werden.

Eine Fünf-Farben-Lichtorgel mit Quadrantenschaltung (Süd, West, Nord, Ost) und automatischer Helligkeitssteuerung nach vorwählbaren Zeiten erlaubt von voller Kuppelbeleuchtung bis zu schwächstem Dämmerungsschein jede Einstellung.



Für die akustische Untermalung der Sternenreise sorgt eine Fünfkanaal-Ela-Anlage mit 100 W Sinusleistung pro Verstärkerstufe.

Auch für die Bequemlichkeit der Gäste ist gesorgt: keine harten Holzstühle wie einst, sondern 277 dreh- und kippbare Sessel sorgen für Entspannung unter dem Sternenzelt.

## Jahresbericht des Präsidenten

Sehr geehrte Ehrenmitglieder,  
Liebe Sternfreunde!

Es ist mir eine grosse Ehre hier in Bern, «sancta sanctorum» unserer Eidgenossenschaft, und in diesem Institut für exakte Wissenschaften der Berner Universität, zu Ihnen sprechen zu dürfen.

Bevor ich zum Hauptthema dieses Berichtes komme, erlauben Sie mir, dass ich in diesem Augenblick alle Verstorbenen unserer grossen Sternfreund-Familie ehre. Insbesondere möchte ich hier erwähnen: Dr. EMIL KRUSPAN und die unvergessliche Fräulein LINA SENN, welche in Carona über dem Luganersee, die Feriensternwarte *Calina* (Casa LINA) 1960 gründete.

Ich bitte Sie höflich, sich in ihrem Andenken zu erheben. Danke!

Wenn wir nun zurückblicken auf das vergangene Amtsjahr unserer Gesellschaft, so sehen wir eine Fülle von Nachrichten, Tatsachen und Errungenschaften, die verwirklicht worden sind oder verwirklicht werden, welche eigentlich, wenigstens was unser kleiner Sektor anbetrifft, meistens gegen die Rezession sprechen und uns die Hoffnung geben, dass sie weiterhin eine Garantie für das Gedeihen unserer Gesellschaft darstellen. Es ist nicht aus heiterem Optimismus, dass ich Ihnen dieses mitteile, aber die Tatsachen sprechen eigentlich dafür.

Diese «astronomischen Fermente» sind überall in die ganze Schweiz verteilt! Hier einige Beispiele:

In Genf wurde ein *Radioteleskop* gebaut. Selbstverständlich ist das kleine Amateur-Radio-Teleskop der Gebrüder KELLER in Montfleury bei Genf nicht zu vergleichen mit dem 100 m-Radio-Teleskop des Max Plank-Institutes, aber einmal muss man ja beginnen.

Im Jura wurde am 18. September 1976 die *Grenchen-Jura-Sternwarte* durch Dr. H. ROHR eingeweiht. Am 23. Oktober 76 wurde wiederum von Dr. ROHR die *Sternwarte Kreuzlingen* eröffnet.

Die «Société Vaudoise d'Astronomie» eröffnete bei Ecoteux eine Beobachtungsstation für *Astrofotografie*.

Im Monat Oktober (ORION 156) las man die Nachricht, dass die Astronomen des Genfer Observatoriums eine astronomische Beobachtungsstation in *La Silla* im Norden von Chile auf 2400 m Höhe besitzen.

Am 18. Dezember 1976 nahm der Zentralvorstand die neue Sektion *La Société d'astronomie du Haut-Léman* im Schosse der SAG auf.

In diesem Monat Mai wurde eine Astrophoto-Ausstellung in Zürich bei der Migros-Klubschule durch Prof. EGLI eröffnet. Die astronomische Vereinigung Zürich betrat bereits das zweite Vierteljahrhundert ihres Bestehens, und in Schaffhausen feierte die Astronomische Materialzentrale, die mit der Familie DEOLA verbunden ist, ihr 30stes Jubiläum.

Aus Freiburg kommt die Nachricht, dass eine ROBERT A. NAEF-Stiftung gegründet wurde mit dem Zwecke, ein Observatorium aufzubauen in welchem der Refraktor des verstorbenen schweizerischen Amateur-Astronomen R. A. NAEF aufgestellt werden kann. Dieses geplante Observatorium soll der Jugend und den Amateur-Astronomen von Freiburg zur Verfügung stehen.

Die SAG-Reise 1976 nach Ostafrika, von unserem emsigen Vizepräsidenten WALTER STAUB betreut, wurde ein Erfolg. Die Sonnenfinsternis-Aufnahmen, die von unserem Generalsekretär WERNER LÜTHI aufgenommen wurden, widerspiegeln die reizvolle Atmosphäre des sonderbaren Augenblickes.

Unter der Leitung von Direktor Dr. H.-U. KELLER (Mitglied der SAG), werden vom Planetarium Stuttgart neben den eigentlichen Planetariumsvorführungen auch ein Astronomiekurs, ein astronomisches Praktikum und ein Seminar über die neuesten Forschungsergebnisse der Astronomie angeboten.

Die Reise konnte knapp vor den politischen Verschärfungen und Unruhen des afrikanischen Kontinents in aller Ruhe durchgeführt werden.

Zwei junge Tessiner Astroamateure, STEFANO SPOSETTI aus Bellinzona und RETO PEZZOLI aus Minusio, die seit Jahren beim «Groupement Planétaire» der SAG tätig sind, haben sich letzthin bestens ausgezeichnet. Nicht nur gewannen sie den Regionalpreis der Südschweiz bei der Preisausstellung von «Schweizer Jugend forscht», sondern gewannen, ex aequo mit anderen Konkurrenten, den ersten Preis auf nationaler Ebene. Ebenfalls in Winterthur gewannen sie den *Philipspreis*. Gerade heute sind die beiden Jungen in Paris, wo sie am internationalen Wettbewerb teilnehmen. Ihre Arbeit, welche auf die Entdeckung von 2 neuen Meteoritenradianten bei den «*Piscidens*» und bei den «*Geminiden*» geführt hat, wird nächsthin im ORION publiziert.

Diese und viele andere Tätigkeiten, die das Mosaik der Leistungen unserer Gesellschaft darstellen, bewiesen eigentlich, dass unser Schiff sich auf gutem Kurs bewegt.

Auch in unserem Zentralvorstand wurden verschiedene Aufgaben bewältigt, andere liegen noch vor uns.

Hauptaufgabe war die Statutenrevision. Unser unermüdlicher Vizepräsident WERNER MAEDER, hat diese kolossale Arbeit auf sich genommen und hat sie mit anderen Mitarbeitern zu deren Reifung soweit gebracht, dass sie heute bereits der GV zur Diskussion und Genehmigung vorliegt. Ich möchte hier Herrn MAEDER von tiefem Herzen für diese Leistung danken! Unser Generalsekretär WERNER LÜTHI wurde von seiner grossen Bürde (u. a. auch durch Aufnahme von Hilfskräften) teilweise entlastet. Unter diesen Umständen ist es ihm möglich, ad interim seine Aufgabe weiter zu führen.

Herr Dr. HANS ROHR, wie schon von Ihm selbst an der GV in Luzern mitgeteilt wurde, tritt vom Zentralvorstand zurück. Er wird sicher aber weiter wirken als Ehrenmitglied. Der Zentralvorstand «toto corde» dankt dem unermüdlichen Mitarbeiter für seine ausserordentlichen Leistungen, die sich weit über ein Vierteljahrhundert im Dienste der SAG erstrecken.

An seiner Stelle tritt Herr PAUL BIELER, der den Jugenddienst leiten wird. Herr BIELER ist Lehrbeauftragter für Astronomie am Oberseminar des Kt. Zürich. Wir wünschen Herrn BIELER, der mitten in dieser Lehrtätigkeit mit jungen Leuten seit Jahren steht, viel Erfolg! Möge sein Amt das fruchtbarste des ZV sein, denn ohne den Zufluss junger Saat stirbt jede Gesellschaft!

Weiter wird dem Zentralvorstand als technischer Berater Herr H. ZIEGLER zur Verfügung stehen. Er wird im ORION allgemein interessierende technische Probleme behandeln und eventuelle Fragen aus dem Leserkreis beantworten. Seine Teilnahme am ZV wird sporadisch sein, aber bei wichtigen Geschäften wird er eingeladen werden. Wir wünschen Herrn ZIEGLER auch viel Erfolg.

Wie schon im letzten Jahresbericht angedeutet konnte Dank der grosszügigen Mitarbeit unseres Redaktors, Dr. PETER GERBER und der fleissigen Mitarbeit von Herrn KURT LOCHER, der Wunsch des Präsidenten, also das ORION-Zirkular, realisiert werden. So konnte der Schnellnachrichtendienst über unvorhergesehene astronomische Geschehnisse gesichert werden. Das erste ORION-Zirkular kam am 13. Januar 1977 heraus, anlässlich der Entdeckung der *Nova Sagittae 1977*.

Der Vorstand hofft, dass diese ORION-Zirkulare eine engere Verbindung der schweizerischen Amateur-Astronomen zu ihrer SAG-Dachorganisation mit sich bringen, was für unsere Gesellschaft von grosser Wichtigkeit ist.

Persönlich möchte ich Ihnen hier mitteilen, dass der komplette ORION-Satz, welcher anlässlich der GV 76 auf amerikanische Art versteigert wurde und von mir gewonnen wurde, der Bibliothek des kantonalen Lehrerseminars von Locarno geschenkt wurde.

Weiter teile ich Ihnen mit, dass beim gleichen Institut eine kleine Sternwarte mit Schiebedach (auch für die anliegende Aula) projektiert wurde; weiter, dass das «Ente turistico Locarnese», direkt am Maggia-Fluss, beginnend beim Langensee, einen Planetenweg geplant hat, der im gleichen Maßstab wie derjenige von Burgdorf (1:10<sup>9</sup>) realisiert wird. Hoffen wir, diese Objekte demnächst einweihen zu können.

Erlauben Sie mir, meine lieben Sternfreunde, dass ich zuletzt meinen noch nicht erwähnten Kollegen des Z-Vorstandes: URS KOFMEL (Kassier), ROLAND HOLZGANG (techn. Redaktor), ARNOLD VON ROTZ (Protokollführer) für die Erledigung der vielen mühevollen Aufgaben herzlich danke.

Nachdem wir nun in den letzten 6 ORION-Heften (154–159) die schönen Bilder über den *West*-Kometen, die ersten Marsbilder, wiederholt die Photos von Deimos und Phobos, die phantastischen Bilder der Marseiskappe, und zuletzt das erste Bild des «Space Shuttle» bewundern konnten, hoffen wir, dass die ersten freien Flüge dieser neuen Generation von wieder verwendbaren Raumflugzeugen uns den Weg öffnen können für die zukünftige Raumforschung..., wenigstens für die bessere Erkennung der Planeten, der Sterne und der Galaxien.

Mit dieser Hoffnung möchte ich schliessen und Ihnen meine besten astronomischen Wünsche mitteilen.

Prof. Dr. RINALDO ROGGERO

## Jahresbericht des Generalsekretärs

### Mitgliederbewegung im Jahre 1976/77

Gegenüber der letztjährigen Zunahme der Mitglieder ist in diesem Jahr eine Abnahme zu verzeichnen. Zum Teil beruht dieses Absinken auf der Bereinigung der Mitgliederkartei und dem Abschluss von Zahlungsrückständigen.

Nachfolgend die Zahlen der beiden Mitgliederkategorien:

#### Einzelmitglieder

	Ende April 76	1. Jan. 77	Ende April 77
Inland	693	624	689
Ausland	478	304	344
	<u>1171</u>	<u>928</u>	<u>1033</u>

Davon sind 98 Jungmitglieder, also rund 10 Prozent. Von den Auslandsmitgliedern entfallen 222 auf unser Nachbarland Deutschland und 122 auf das übrige Ausland, wobei diese Mitglieder verteilt sind über das restliche Europa, Nord- und Südamerika, Afrika, China und Australien.

Der Stand der *Kollektivmitglieder* bzw. der ORION-Bezüger lautete:

	Ende April 76	1. Januar 77	Ende April 77
	<u>1124</u>	<u>1045</u>	<u>1149</u>

Die Gesamtzahl der Mitglieder hat somit von 2295, 1976, auf 2182, 1977, abgenommen.

Wenn das Ansteigen der Neumitglieder weiter anhält, wie in den ersten 4 Monaten dieses Jahres, es konnten nicht weniger als 209 Mitglieder neu aufgenommen werden, ist für nächstes Jahr wiederum mit einer Zunahme zu rechnen.

Die SAG scheint zudem in der Schweiz nicht genügend bekannt zu sein, haben sich doch verschiedentlich Schweizer aufgrund der Inserate in «Sterne und Weltraum» bei der SAG angemeldet. Man sollte sich hier überlegen, was noch getan werden kann, um die SAG noch mehr zu propagieren.

Die Ausstellung «Faszinierendes Universum», die zurzeit in Zürich zu sehen ist, leistet dazu bereits einen kleinen Beitrag. Ich möchte Sie hiermit aufrufen, dafür zu sorgen, dass diese Ausstellung noch in weiteren Orten gezeigt werden kann.

Interessenten können sich mit Herrn ARNOLD VON ROTZ, Seefeldstr. 247, 8008 Zürich, oder mit mir in Verbindung setzen.

WERNER LÜTHI

## Einladung zur VdS-Tagung 1977 in Darmstadt

Die 13. ordentliche Mitgliederversammlung der Vereinigung der Sternfreunde e. V. findet von Donnerstag, 10. November bis Sonntag, 13. November im grossen Saal des Justus-Liebig-Hauses in Darmstadt statt.

Zu dieser Jubiläumsveranstaltung (25 Jahre VdS) sind die Mitglieder der VdS sowie alle Sternfreunde im In- und Ausland herzlich eingeladen.

Vorgesehen sind Referate aus der amateurastronomischen Praxis, sowie eine Ausstellung von Instrumenten und Bildmaterial unter dem Gesamtthema: «Astronomie heute».

Vorbereitet wird ausserdem ein Rahmenprogramm, das die Gäste mit Darmstadts Sehenswürdigkeiten bekannt machen soll. Für Führungen und Erläuterungen durch Sachkundige wird gesorgt.

Die Tagung beginnt am Donnerstag um 15 Uhr im Justus-Liebig-Haus mit einer Arbeitssitzung zum Thema: Astronomie in der Schul- und Erwachsenenbildung – Lehrer und Leiter von Volkssternwarten und Vereinen diskutieren.

Der Abend führt die ersten Teilnehmer und Gäste zu einem gemeinsamen Essen und zu zwangloser Unterhaltung zusammen. Am Freitag um 9.30 Uhr erfolgt die offizielle Eröffnung der Tagung mit Begrüßungsworten des Vorstandes, der Vertreter der Stadt und einem Überblick über 25 Jahre VdS durch G. D. ROTH. Gegen 10.30 Uhr nimmt Herr Dr. CH. LEINERT vom MPI Heidelberg das Wort zu einem einleitenden Vortrag über: Die Erforschung des interplanetaren Raumes mit den beiden HELIOS-Sonden. Von 14 bis 15.45 Uhr und von 16.15 bis 18 Uhr folgen Referate aus dem Mitgliederkreis mit anschliessenden Diskussionen.

Am Freitagabend 20 Uhr findet im grossen Hörsaal des E-technischen Institutes der TH eine öffentliche Veranstaltung mit einem Vortrag von Herrn Prof. Dr. H. ELSÄSSER vom MPI Heidelberg über: «die Entstehung von Sternen» statt.

Der Samstag gehört von 9 bis 12 Uhr der Geschäftssitzung der VdS, deren Tagesordnung allen Mitgliedern in einer persönlichen Einladung zu gehen wird.

Von 14 bis 15.45 Uhr und 16.15 bis 18.00 Uhr folgen wieder Referate und Diskussionen. Am Abend gemeinsames Essen und Beisammensein in einem noch zu nennenden Lokal, voraussichtlich in der neu hergerichteten Orangerie.

Für Sonntag 9.30 Uhr sind eine Besichtigung des Europäischen Raumfahrtzentrums (ESOC) bzw. Besuche von Sammlungen oder Ausstellungen geplant. Den Abschluss der Tagung soll ein gemeinsames Mittagessen im Jagdschloss Kranichstein bilden.

Die Einladung zur Tagung mit dem Veranstaltungsprogramm, mit einer Aufstellung von Unterkunftsmöglichkeiten und Gaststätten sowie einem

Stadtplan geht den Mitgliedern der VdS rechtzeitig zu.

Nichtmitglieder erhalten die Unterlagen für die Anmeldung, indem sie die Volkssternwarte Darmstadt e. V., Helfmannstr. 26, D-6100 Darmstadt direkt anschreiben.

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

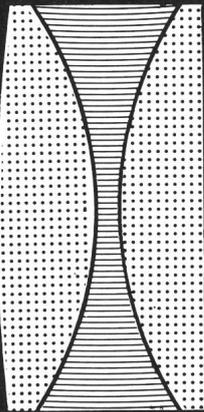
## Materialzentrale

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

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

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

Bitte verlangen Sie unverbindlich unsere Preisliste.



## Für den anspruchsvollen Amateur: » Bausätze für neue Immersionsojektive «

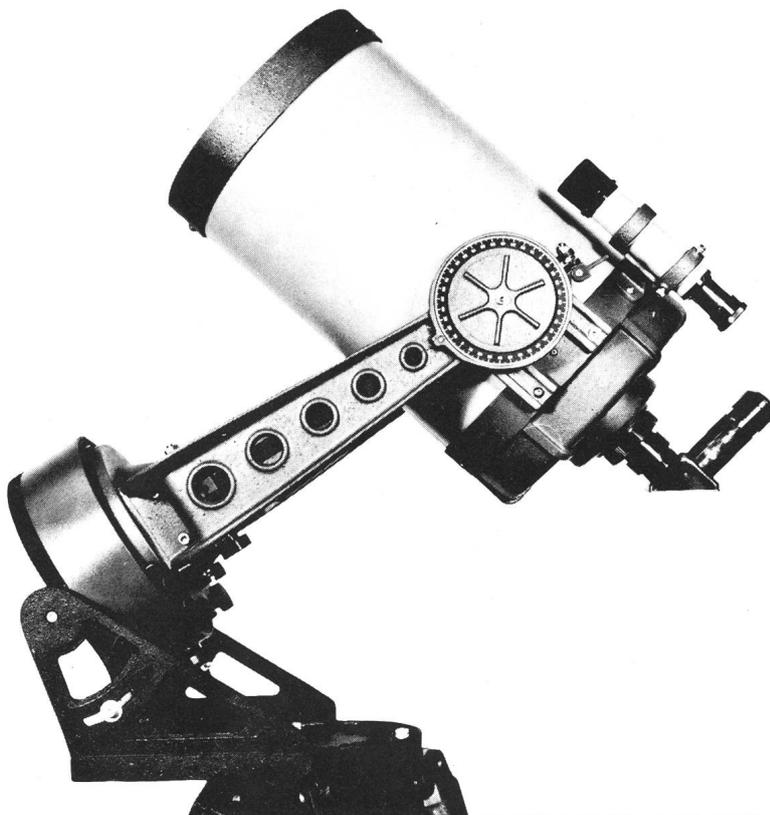
(verbesserte Halbapochromate, System Busch 150/2250 · 130/1900)

liefert:  
**HEINRICH REICHMANN**  
optisch-mechanische Werkstätten  
Dorfstraße 25 · 2211 Brokdorf



Wir liefern außerdem Projektionsobjektive für Episkope, Großdias, Overheadprojektoren, Bühnenprojektionen, Sonderprojektionen Präzisionslinsen bis  $\varnothing$  500 mm.

**Bitte fordern Sie ausführliche Unterlagen an!**



## Celestron

das moderne optische Schmidt-Cassegrain-System für Naturbeobachtungen und Astronomie

Lieferbare Modelle:

C.5 —12.7 cm Spiegel  
C.8 —20 cm Spiegel  
C.14—35 cm Spiegel

Prospekte durch:



**Optik**

Alleinvertretung für die Schweiz

Marktgass-Passage 1, Bern  
Tel. 031 22 34 15

Komet Morehouse  
Foto: Max Wolf (1908)

## Mit SCHOTT steht Ihr Hobby unter einem glücklichen Stern

SCHOTT bietet Ihnen die richtigen Spezialgläser und Filter für Ihr Hobby und hochwertige Technologie zu erschwinglichen Preisen.

Für astronomische Teleskopspiegel liefern wir Rundscheiben aus DURAN mit geringer Wärmedehnung oder die berühmte Glaskeramik ZERODUR, die praktisch keine Wärmedehnung besitzt.

Das große Programm für optische Filter bietet eine Auswahl von über 80 Farbglastypen mit verschiedenen Transmissions- bzw. Absorptionseigenschaften und Interferenzfilter im

Spektralbereich von 200–2000 nm und Halbwertsbreiten zwischen 3 und 50 nm. Spezielle Interferenzfilter für Protuberanzenbeobachtung und Schwächungsfilter zur Sonnenbeobachtung wurden entwickelt.

Bitte fordern Sie ausführliche Informationen an.



JENA<sup>ER</sup> GLAS JENA<sup>ER</sup> GLASWERK SCHOTT & GEN.  
Geschäftsbereich Optik, D-6500 Mainz, Postfach 24 80,  
Tel. (0 61 31) 6 61

# SCHOTT

Repräsentant: Louis Schleiffer AG, 8714 Feldbach, Telefon 055/42 22 12, Telex 75628

01036/77

## Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

- Typen:**
- \* Maksutow
  - \* Newton
  - \* Cassegrain
  - \* Spezialausführungen

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

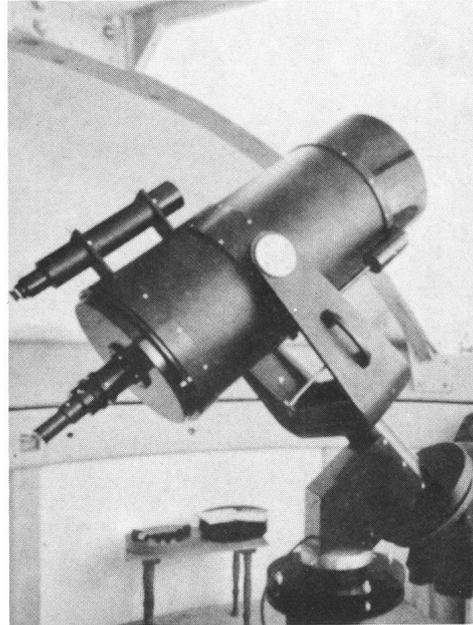
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

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

Haus Regula Tel. (055) 7216 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

## Maksutow-Teleskop 300/4800



## Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Seit dem April 1975 hat sich in unserem Verkaufsprogramm einiges geändert:

- 2.2. «Giants of Palomar» vergriffen
3. Alle schwarz-weißen Bilder sind auch ins Ausland lieferbar
4. Neu insgesamt 13 Poster
8. Farb-Dias: Serie 15 vergriffen
10. NASA-ZEISS-DIAS: Serie «Fotografie im Weltraum» mit 24 Dias ist vergriffen. Dafür sind die Serien 1—10 und 13—19 wieder lieferbar (je 12 Dias)
11. **Neu:** 22 Farb-Dias «AGAF» (Arbeitsgemeinschaft für Astrofotografie)

**Bestellungen ab sofort nur noch mit Bestellschein/  
Preisliste 1977.**

Kataloge, Nachträge und Bestellscheine/Preislisten 1977 bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

Catalogues, supplements et bulletins de commande/prixcourant 1977 chez Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

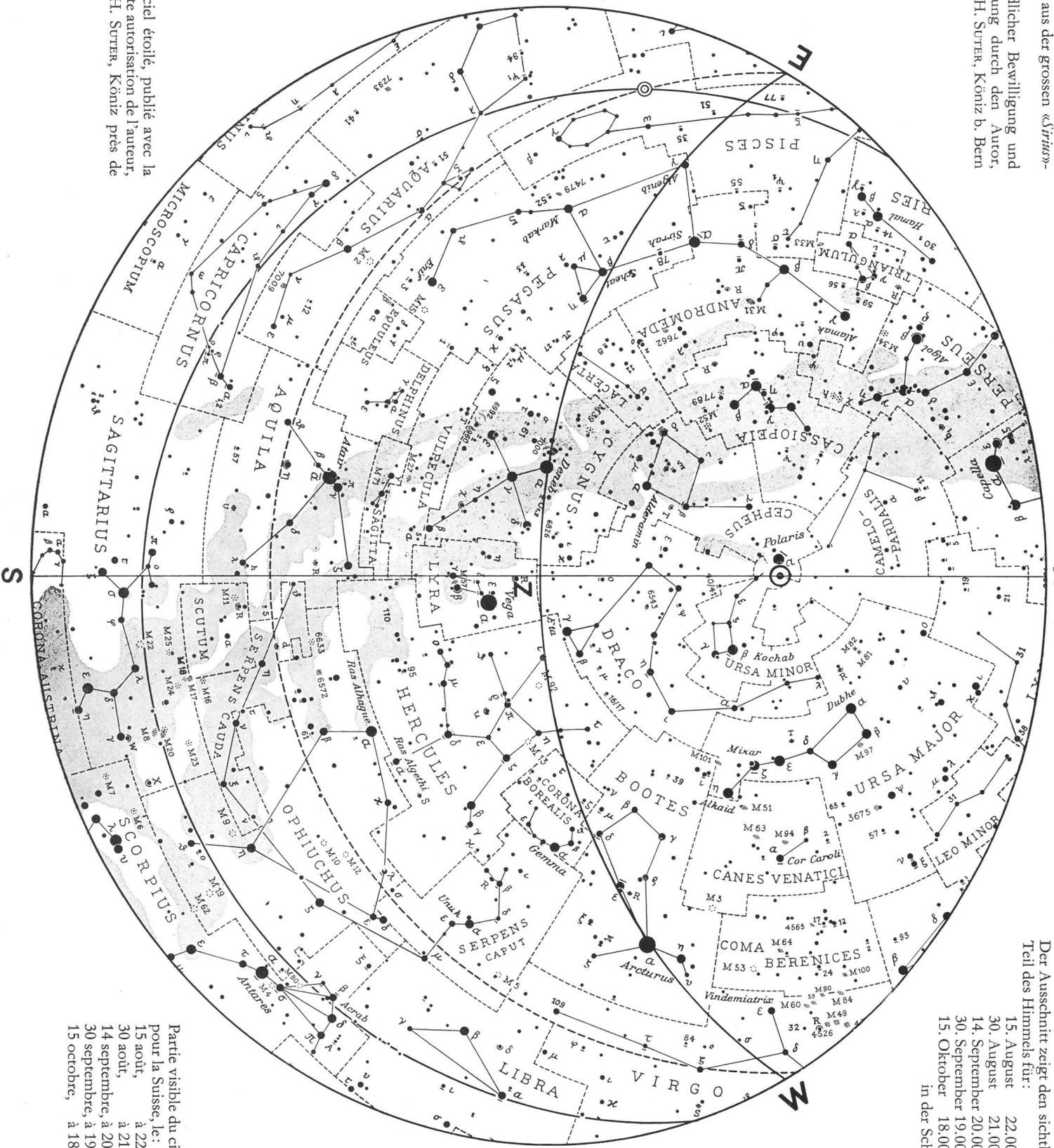
### Nouvelles du Service de Photographies

- 2.2. Les «Giants of Palomar» sont épuisés
3. Tous les photos noirs et blancs sont livrables aussi à l'étranger
4. 6 Posters neufs
8. Diapositives en couleurs: la série no. 15 est épuisé
10. Diapositives «NASA-ZEISS»: la série «Photographie dans l'Univers» (24 diapositives) est épuisé. Les séries 1—10 et 13—19 (chaque à 12 diapositives) sont livrables de nouveau.
11. **Nouveau:** 22 Diapositives en Couleurs «AGAF»

**Commandez s.v.p. seulement avec le  
Bulletin de commande/prix courant 1977**

**Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse**

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



Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren Teil des Himmels für:

15. August	22.00 Uhr
30. August	21.00 Uhr
14. September	20.00 Uhr
30. September	19.00 Uhr
15. Oktober	18.00 Uhr

In der Schweiz

Partie visible du ciel, pour la Suisse, le:

15 août,	à 22.00 h
30 août,	à 21.00 h
14 septembre,	à 20.00 h
30 septembre,	à 19.00 h
15 octobre,	à 18.00 h

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