

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 29 (1971)  
**Heft:** 122

**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**

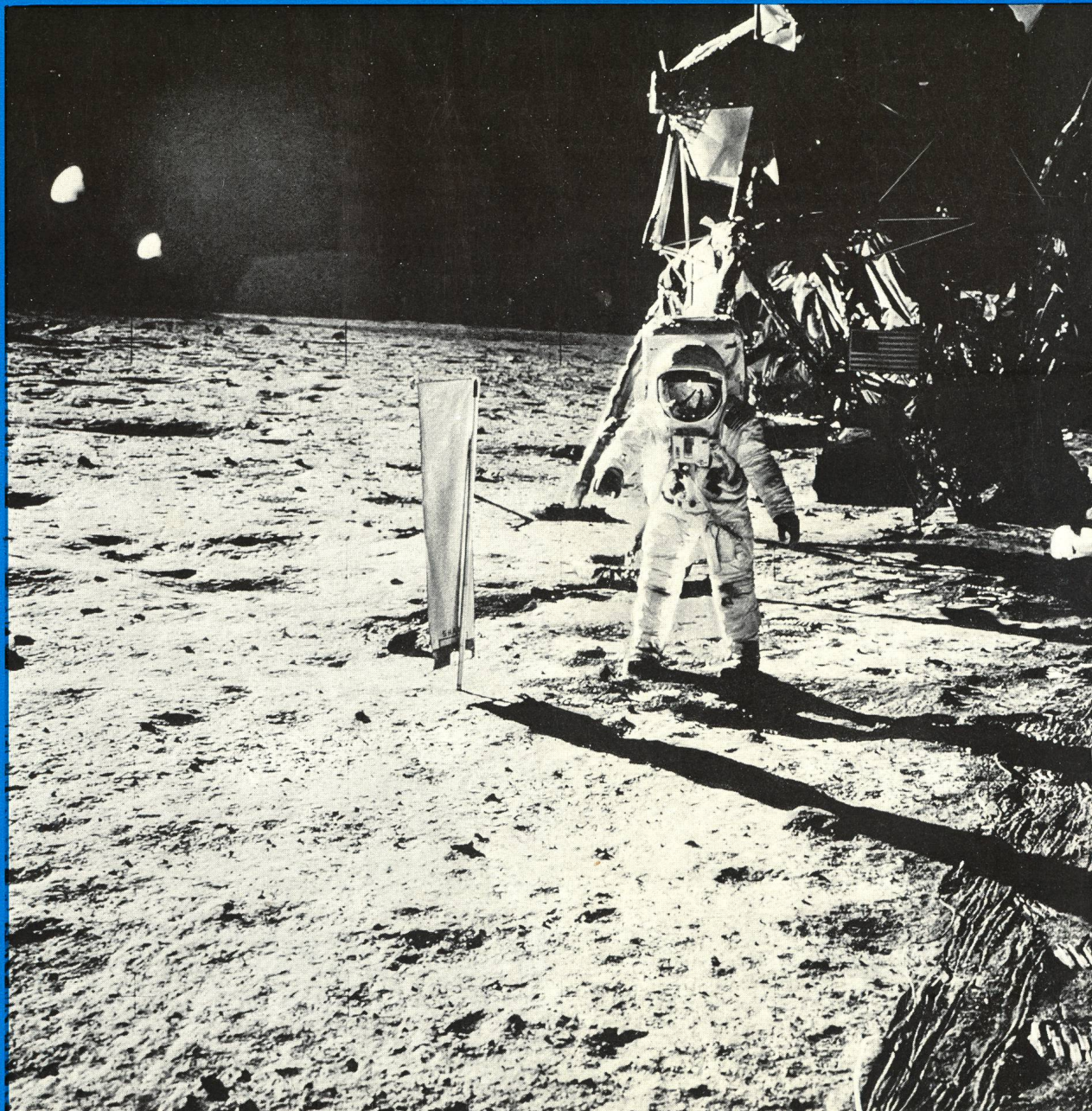
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 21.12.2024

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

# ORION

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



Aldrin, Astronaut von Apollo 11, hat im Meer der Ruhe das schweizerische Sonnenwindsegel aufgestellt. Siehe auch Artikel auf Seite 4–14 dieses Heftes. Aufnahme der NASA

29. Jahrgang  
29<sup>e</sup> année

Februar  
Février  
1971

122

## Aus dem Inhalt – Extrait du sommaire :

Wissenschaftliche Ergebnisse der ersten  
Mondlandungen

Un spectrohélioscope miniaturisé

Der Bildungswert der Astronomie

Ein neuer Beweis der Einsteinschen  
Gravitationstheorie

## ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

### Wissenschaftliche Redaktion:

Prof. Dr. phil. H. Müller, Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich, in Zusammenarbeit mit E. Antonini, Genf, und Dr. med. N. Hasler-Gloor, Winterthur

Ständige Mitarbeiter: R. A. Naef, Meilen – Dr. h.c. H. Rohr, Schaffhausen – S. Cortesi, Locarno-Monti – Ing. H. Ziegler, Nussbaumen – K. Locher, Grüt-Wetzikon – Dr. P. Jakober, Burgdorf

### Technische Redaktion:

Dr. med. N. Hasler-Gloor, Strahleggweg 30, CH-8400 Winterthur

Copyright: SAG – SAS – Alle Rechte vorbehalten

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

Manuskripte, Illustrationen, Berichte: an die Redaktion

Inserate: an die technische Redaktion, Strahleggweg 30, CH-8400 Winterthur. Zur Zeit gilt Tarif Nr.3 vom 1.1.1969

Administration: Generalsekretariat der SAG, Vordergasse 57, CH-8200 Schaffhausen

**Mitglieder:** Anmeldungen und Adressänderungen nimmt das Generalsekretariat oder eine der gegenwärtig 21 Sektionen entgegen. Die Mitglieder der SAG erhalten deren Zeitschrift ORION, die 6 mal pro Jahr erscheint. Einzelhefte des ORION (Bezug vom Generalsekretariat): Schweiz Fr. 5.—, Ausland SFr. 5.50 gegen Voreinsendung des Betrages.

**Mitglieder-Beiträge:** zahlbar bis 31. Januar. Kollektivmitglieder zahlen nur an den Sektionskassier. *Einzelmitglieder* zahlen nur auf das Postcheckkonto der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, 82-158 Schaffhausen; Auslandsmitglieder können ihren Beitrag durch Postanweisung direkt auf das Postcheckkonto einzahlen, sonst an den Kassier der SAG, Kurt Roser, Winkelriedstrasse 13, CH-8200 Schaffhausen. Jahresbeitrag: Schweiz Fr. 25.—, Ausland SFr. 30.—.

**Redaktionsschluss:** ORION Nr. 123: 10. Februar 1971; Nr. 124: 15. April 1971; Nr. 125: 24. Juni 1971.

## ORION

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

### Rédaction scientifique:

E. Antonini, Le Cèdre, 1211 Conches/Genève, en collaboration permanente avec M. le Prof. H. Müller, Zurich, et le Dr N. Hasler-Gloor, Winterthur

Avec l'assistance permanente de: R. A. Naef, Meilen – Dr. h.c. H. Rohr, Schaffhouse – S. Cortesi, Locarno-Monti – H. Ziegler, Nussbaumen – K. Locher, Grüt-Wetzikon – P. Jakober, Burgdorf

### Rédaction technique:

Dr N. Hasler-Gloor, Strahleggweg 30, CH-8400 Winterthur

Copyright: SAG – SAS – Tous droits réservés

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

Manuscrits, illustrations, rapports: sont à adresser à la rédaction

Publicité: à adresser à la Rédaction technique, Strahleggweg 30 CH-8400 Winterthur. Tarif no. 3 valable à partir du 1.1.1969

Distribution: Secrétariat général SAS, Vordergasse 57, CH-8200 Schaffhouse

**Membres:** Prière d'adresser les demandes d'inscription et les changements d'adresses au Secrétariat général ou à une des 21 sections. Les membres de la SAS reçoivent le bulletin ORION qui paraît 6 fois par an. Numéros isolés d'ORION: Suisse Fr. 5.—, Etranger FrS. 5.50 (payement d'avance au Secrétariat général SAS)

**Cotisation:** payable jusqu'au 31 janvier. Membres des sections: *seulement* au caissier de la section. **Membres individuels:** *seulement* au compte de chèques postaux de la Société Astronomique de Suisse, 82-158 Schaffhouse; sinon par mandat postal au caissier de la SAS, M. Kurt Roser, Winkelriedstrasse 13, CH-8200 Schaffhouse. Cotisation annuelle: Suisse Fr. 25.—, Etranger FrS. 30.—.

**Dernier délai pour l'envoi des articles pour ORION no.123:** 10 février 1971; no. 124: 15 avril 1971; no. 125: 24 juin 1971.

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



### PROGRAMM für die Kurse und Veranstaltungen 1971

- 13.–17. April 1971 **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte.  
Leitung: Dr. M. Howald, Basel.
- 12./13. Juni 1971 **Wochenend-Kolloquium** «Möglichkeiten und Aufgaben der Amateur-Astronomie».  
Leitung: Prof. Dr. M. Schürer, Bern.
- 26.–31. Juli 1971 **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Gäste des Hauses.  
Leitung: Erwin Greuter, Herisau.
- 1.–7. August 1971 **Astrophotokurs.** Leitung: Erwin Greuter, Herisau.
- 4.–9. Oktober 1971 **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte.  
Leitung: Dr. M. Howald, Basel.

Sonnenbeobachtern steht das neue **Protuberanzen**-Instrument zur Verfügung.  
Auskünfte und Anmeldung für alle Kurse: Fr. Lina Senn, Spisertor, 9000 St. Gallen, Tel. (071) 23 32 52.

# ORION

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

29. Jahrgang, Seiten 1–32, Nr. 122, Februar 1971

29<sup>e</sup> année, pages 1–32, No. 122, février 1971

## Gruss an Dr. h. c. Hans Rohr

von ULI W. STEINLIN, Basel

Der Sinn naturwissenschaftlicher Forschung liegt nicht darin, in nur von wenigen Kollegen gelesenen und verstandenen Fachzeitschriften neue Erkenntnisdetails anzuhäufen, sondern unser aller – und das heisst wesentlich auch: des Nichtwissenschaftlers, des Laien – Verständnis vom Sein und der Entwicklung unseres Universums und aller Dinge in ihm zu erweitern und zu vertiefen. Der Wissenschaftler hat damit eine doppelte Aufgabe: zu forschen und über seine Forschung in einer Form zu berichten, die auch ein nicht fachlich ausgebildeter Zeitgenosse verstehen kann. Diese Doppelaufgabe ist heute schwerer denn je zu erfüllen: die Forschungsarbeiten werden immer komplexer und übersteigen oft die Arbeitskraft eines einzelnen, und die Schwierigkeiten, ihre Bedeutung und Ergebnisse in die Sprache des Laien zu übersetzen, wachsen progressiv mit jedem neuen Schritt. Und gerade darum, weil die Themen und Entdeckungen der Forschung von sich aus nicht mehr auf ein leichtes Verstehen auf Grund des einfachen «gesunden Menschenverstandes» zählen können, wäre eine solche sachgerechte Erläuterung dringend erwünscht – umso dringender, weil unser tägliches Leben immer mehr unter dem Einfluss dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse steht und viele von uns – Politiker, Erzieher, Wirtschaftler – Entscheidungen treffen müssen, die Kenntnis und Verständnis der wissenschaftlichen Problemstellungen verlangen.

Der Wissenschaftler ist darum froh um Hilfe, die er in dieser Aufgabe finden kann – finden kann auch bei Laien, die nicht von jeder Sachkenntnis unbeschwert, journalistische Sensationsmeldungen oder unverdaute wissenschaftlich unhaltbare Simplifizierungen liefern, sondern aus Freude an einem Wissensgebiet um solides Wissen bemüht sind, oft über profunde Kenntnisse verfügen und vor allem mit mündlichem oder schriftlichem Darstellungsvermögen und pädagogischem Geschick Begeisterung zu wecken und Einblicke zu vermitteln vermögen. Dazu gehört eine grosse Arbeitskraft, denn sie müssen sich ja selber zuerst in die

Materie ihres Gebietes (das ja nicht ihr berufliches Arbeitsgebiet ist) einarbeiten. Aber gerade der Laie kann oft, aus seiner eigenen Erfahrung, viel besser sehen, wo die Schwierigkeiten des Verstehens für den Nichtfachmann liegen, wo aber auch besonders fesselnde Aspekte das Interesse der Hörer oder Leser zu wecken vermögen, als der Fachmann dies kann, der vor allem seine Forschungsprobleme und oft nur sein Spezialgebiet vor Augen hat.

All dies zusammen sind keine geringen Anforderungen. Wo aber der Glücksfall eines solchen Zusammenstreffens der verschiedenen Voraussetzungen eintritt, kann es zu einer Leistung, einem Lebenswerk kommen, das nicht nur vom Wissenschaftler anerkannt werden muss, sondern seinerseits auch eine wissenschaftliche Leistung in dem Sinne ist, wie eingangs die Verbreitung fundierter wissenschaftlicher Kenntnisse als eine Aufgabe des Wissenschaftlers charakterisiert wurde.

Den Lesern dieser Zeitschrift muss nicht lange erklärt werden, dass der schweizerischen Astronomie ein solcher Glücksfall beschert worden ist. Wenn HANS ROHR bescheiden abwehrend meint, es sei ihm unbegreiflich, dass eine Tätigkeit, die ihm fünfzig Jahre lang nichts als Freude gemacht habe, auf solche Weise geehrt werde, dann müssen wir ihm entgegen: wenn sich jemand mit so viel Begeisterung und Können während fünfzig Jahren für eine grosse Aufgabe einsetzt, dann kann es ja gar nicht anders sein, als dass sich daraus ein Werk entwickelt hat, für das ihm zu danken der universitäre Brauch der Verleihung eines Dokortitels ehrenhalber gerade eben das Angemessene ist. Freuen wir uns darum alle, dass HANS ROHR heute wie seit vielen Jahren so unermüdlich für uns alle tätig ist, und wünschen wir uns zu seinem eben vorbeigegangenen 75. Geburtstag noch viele aktive Jahre.

*Adresse des Verfassers:* Prof. Dr. ULI W. STEINLIN, Astronomisches Institut der Universität Basel, Venusstrasse 7, 4102 Binningen.

## Wissenschaftliche Ergebnisse der ersten Mondlandungen

Bericht über den Vortrag von Prof. Dr. JOHANNES GEISS, Bern, gehalten an der Generalversammlung der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft in Solothurn am 6. Juni 1970

von HELMUT MÜLLER, Zürich

Zwei Mondlandungen sind bisher geglückt. Am 21. Juli 1969 betraten ARMSTRONG und ALDRIN von Apollo 11 als erste Menschen den Mond, ein historisches Ereignis, am 19. November des gleichen Jahres waren es CONRAD und BEAN von Apollo 12. Beim Flug von Apollo 13 im April 1970 mussten die Astronauten wegen eines Defektes zurückkehren, ohne die geplante Landung ausgeführt zu haben. Das war zweifellos ein Rückschlag für die wissenschaftliche Forschung auf dem Mond, aber wir hoffen auf weitere erfolgreiche Landungen in der Zukunft. Viele Resultate sind schon gewonnen worden, doch die ganze Auswertung ist noch im Fluss, so dass heute nur einige Ergebnisse davon gebracht werden sollen.

Die Landeplätze waren bei Apollo 11 das Meer der Ruhe, bei Apollo 12 der Ozean der Stürme, ausgedehnte Tiefebenen, letztere etwa von der Grösse des Mittelländischen Meeres, erstere erheblich kleiner, doch der Bereich, den die Astronauten wirklich durchqueren und untersuchen, ist damit verglichen winzig, ein Umkreis von 10 bzw. 100 Metern, und alle Gesteinsproben wurden in diesem sehr begrenzten Bezirk gesammelt, was man bei allen Resultaten nicht vergessen darf.

Die Astronauten hatten auf dem Mond verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Zuerst mussten sie überhaupt lernen, sich in ihren Raumanzügen im Schwerfeld des Mondes, das nur ein Sechstel des Schwerfeldes der Erde ist, zu bewegen und zu betätigen. Der Druck im Raumanzug ist etwa ein Drittel Atmosphärendruck, aussen herrscht praktisch das Vakuum, dadurch sind die Anzüge sehr steif, jede Bewegung bedeutet eine Veränderung des Volumens und erfordert Arbeit. So kann sich der Astronaut z. B. nicht einfach bücken, wenn er etwas auflesen will, und hatte darum für diesen Zweck besondere Greifzangen. CONRAD gelang der ausgezeichnete Trick, sich auf die Knie herunterzulassen, Steine, die für die Greifzangen schon zu gross waren, einfach zu packen und sich dann mit einem kleinen Stoss wieder zum Stehen zu bringen, was dank der geringen Schwerkraft glückte.

Zu den weiteren Aufgaben der Astronauten gehörte es, die Gegend ganz allgemein zu inspizieren, wissenschaftliche Apparaturen aufzubauen und Gestein einzusammeln. Bei der Apollo-11-Landung war die Sonnenwindfolie aufzustellen und wieder mitzunehmen, ferner musste ein Seismometer und ein Laser-Reflektor installiert werden. Bei Apollo 12 stand mehr Zeit zur Verfügung, und so wurde auch mehr verlangt. Es war hier trefflich gelungen, die Landefähre 160 m vom unbemannten, 3 Jahre vorher durch Fernsteuerung hier aufgesetzten Surveyor 3 zu plazieren. Dieser Surveyor

hatte mit einem Arm den Mondboden etwas aufgerissen und damit schon die ersten Aussagen über die Bodenbeschaffenheit geliefert. Zu ihm spazierten nun die Astronauten und brachten einiges von dort zurück, z. B. die Fernsehkamera und nach dem Vorschlag von Prof. GEISS ein Rohr aus reinem Aluminium, das dann in Bern untersucht wird, um darin die Wirkung des Sonnenwindes zu studieren. Es waren ferner auch mehrere andere Apparaturen aufzubauen, worüber gleich noch im einzelnen berichtet wird.

Zuvor soll aber kurz auf einen ganz wesentlichen Vorzug des Mondes aufmerksam gemacht werden, der bei den Apollo-Flügen noch wenig genutzt wurde, der später aber sicher einmal voll ausgeschöpft werden wird. Der Mond ist eine ideale Basis für ein Observatorium. Wegen des Fehlens einer Atmosphäre können im Gegensatz zu Beobachtungen von der Erdoberfläche aus, wo die Erdatmosphäre für eintreffende Strahlung nur kleine Fenster frei lässt, sämtliche elektromagnetischen Strahlen und die Korpuskularstrahlung völlig ungehindert empfangen werden, und fast genau so wichtig ist, dass auf dem Mond kein Magnetfeld nennenswerter Stärke vorhanden ist, durch das je nachdem ebenfalls die Informationen aus dem Weltraum erheblich beeinflusst und entstellt werden können.

Ein relativ einfaches Instrument, das schon von den Apollo-11-Astronauten auf dem Mond installiert wurde, ist ein Laser-Reflektor. Laser-Strahlen zeichnen sich dadurch aus, dass man sie sehr eng bündeln kann. Schickt man ein solches Laser-Bündel über ein Teleskop zum Mond, so wird der Lichtkegel dort im günstigsten Fall einen Durchmesser von nur 500–1000 Meter haben und trifft er nun den Laser-Reflektor, so wird davon der der Fläche des Reflektors von einigen  $\text{dm}^2$  entsprechende Teil zum Teleskop zurückgesandt werden, da dieser Reflektor – er besteht aus diagonal abgeschnittenen Glaswürfeln – so konstruiert ist, dass er innerhalb gewisser Grenzen einen Lichtstrahl exakt zu seiner Quelle zurückwirft, unter welcher Richtung er auch immer aufgetroffen ist. Man kann diese Wirkungsweise rein geometrisch sehr leicht einsehen. Ausgesandt werden nun sehr kurze Lichtpulse von  $10^{-9}$  Sekunden Dauer, deren Rückkehr dann nach geeigneter Verstärkung registriert wird. Misst man die Zeit, die zwischen Aussendung und Empfang vergangen ist, auf  $10^{-9}$  s genau, was durchaus zu machen ist, so hat man die Strecke zwischen Teleskop und Reflektor mit einer Genauigkeit von etwa 15 cm, da das Licht in  $10^{-9}$  Sekunden  $3 \times 10^{10} \times 10^{-9} \text{ cm} = 30 \text{ cm}$  zurücklegt und man ja die Zeit zum Durchlaufen der doppelten Strecke ermittelt. Von einem Observatorium in Texas werden seit der Apollo-11-Landung solche Mes-

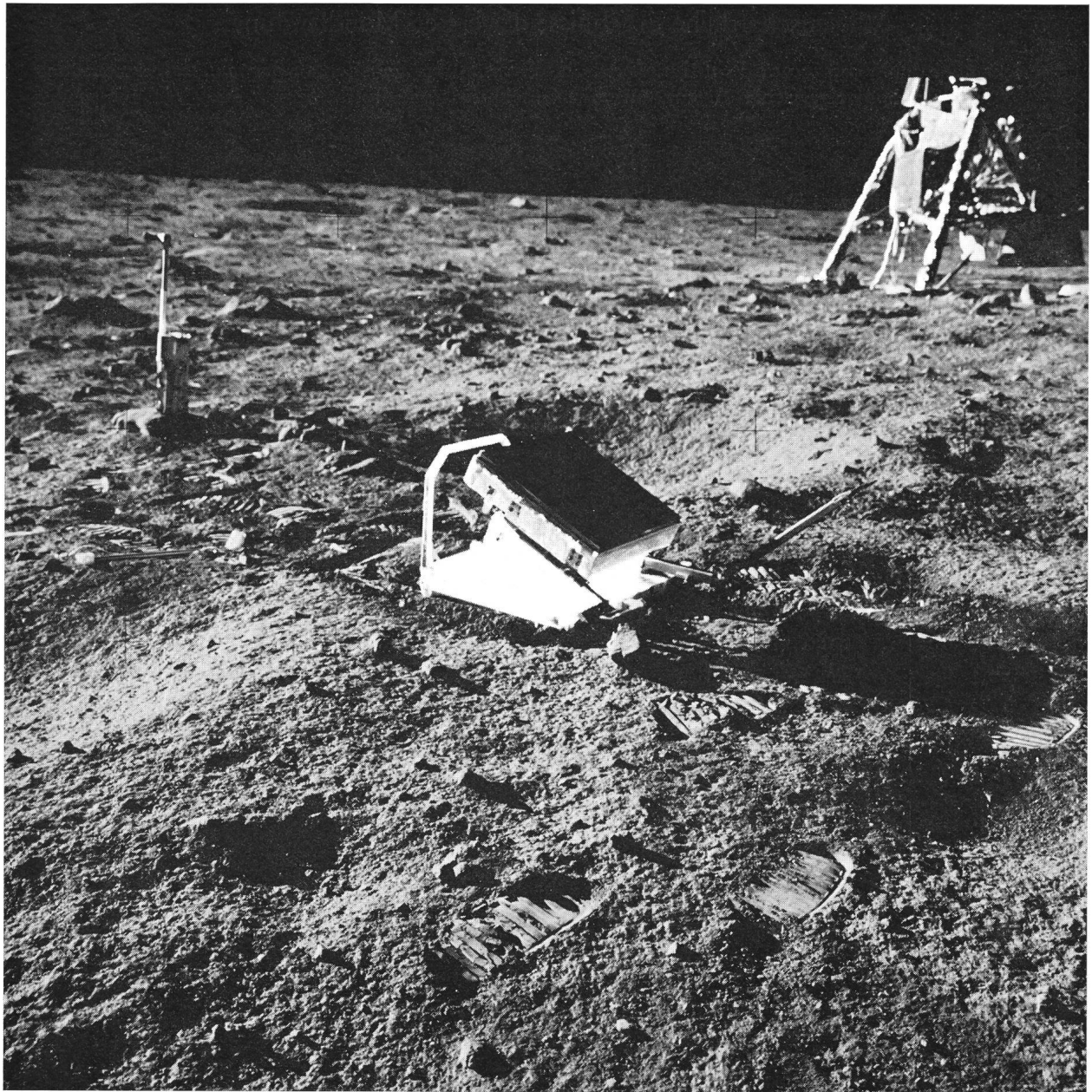


Abb. 1: Der am Landeplatz von Apollo 11 im Meer der Ruhe aufgestellte Laser-Reflektor (Aufnahme der NASA).

sungen laufend durchgeführt. Diese sehr genauen Distanzmessungen sind interessant und wichtig. Man kann auf diese Weise die recht komplizierte Theorie der Mondbewegung kontrollieren und verbessern und, wenn das geglückt ist, nun umgekehrt den Mond als stets exakt bekannten Fixpunkt benutzen und durch die eben beschriebenen Laser-Messungen von verschiedenen Orten der Erde aus anpeilen und die jeweiligen Distanzen messen. Auf dieser Weise erhält man rein trigonometrisch die Abstände all dieser Erdorte voneinander sehr genau, man betreibt also Erdvermessung, Geodäsie, über sehr weite Strecken und kann so z. B. auch die Kontinentverschiebung verifizieren. Eine verwandte Methode wird in der sogenannten Satellitengeodäsie angewendet. Auf einem erdnahen

künstlichen Satelliten ist ein Reflektor installiert und man misst von verschiedenen Orten der Erde aus mittels der Laufzeit von Laser-Strahlen die Distanz zum Satelliten. An diesem Programm der NASA beteiligt sich eine Forschungsgruppe der Universität Bern unter der Leitung von Prof. M. SCHÜRER und Prof. K. P. MEYER.

Der Laser-Reflektor ist ein passives Instrument, wie auch die Sonnenwind-Folie, sie brauchen keine Energiequellen. Bei den anderen Instrumenten, wie z. B. bei den Seismographen, ist das anders, die müssen registrieren und diese Daten selber zur Erde melden. Der von Apollo 11 aus installierte Seismograph fiel drum schon nach drei Wochen aus, seine Sonnenbatterie und die empfindliche Elektronik vertrugen die

Kälte der Mondnacht von  $-100^{\circ}\text{C}$  und weniger nicht. Aus diesem Grunde hat man bei Apollo 12 als Energiequelle eine Nuklearbatterie gewählt. Eine radioaktive Substanz, hier ein Plutoniumisotop, zerfällt in der genau bekannten Weise und erzeugt dadurch Wärme, die in elektrische Energie umgewandelt wird. Das reicht für viele Jahre, um sämtliche Instrumente zu versorgen, die durch Kabel mit der Batterie und der zentralen Sendestation verbunden sind. Für diese ist es wiederum recht praktisch, dass die Antenne nur ein einziges Mal von den Astronauten auf die Erde gerichtet und dann nicht mehr nachgeführt werden muss. Der Mond wendet uns ja immer die gleiche Seite zu, so weist auch die Antenne immer zur Erde; die geringen, wohl bekannten Librationsbewegungen des Mondes von maximal  $8^{\circ}$  spielen bei dem relativ weiten Strahlungsbündel der Antenne keine Rolle.

Ein anderes Instrument, das von Apollo 12 auf den Mond gebracht wurde, ist ein Detektor für Ionen. Man hat auch einige Ionen festgestellt, vielleicht stammen sie aus dem Sonnenwind, vielleicht aus dem Mond selber, Spuren von Gasen, die durch die Sonnenstrahlung oder den Sonnenwind ionisiert wurden. Ein daran angeschlossenes kleines Gerät, das den Atmosphärendruck auf dem Mond messen sollte, funktionierte bald nicht mehr. So kann man danach nur sagen: Aller-

höchstens herrscht auf dem Mond ein Druck von  $10^{-9}$  Torr, und das hatten auch schon Sternbedeckungen und Polarisationsmessungen verraten. Man muss beachten, dass diese Druckmessungen auf dem Mond zuerst durch das Fahrzeug und vor allem durch die Astronauten verfälscht werden, die wegen des Kühlsystems im Raumanzug, das auf Verdampfen von Wasser beruht, um sich eine Atmosphäre erzeugen;  $10^{-4}$  Torr hat man in einem Meter Abstand von ihnen gemessen.

Ein recht wichtiges Instrument ist auch ein Magnetometer, das die drei Komponenten eines Magnetfeldes in drei zueinander senkrechten Richtungen misst. Der Mond hat offenbar kein allgemeines Magnetfeld wie die Erde. An der Landestelle von Apollo 12 wurde allerdings ein permanentes Feld von 35 Gamma, das ist rund  $1/1000$  des Erdfeldes, festgestellt, doch muss das sehr lokal sein, auf eine Ausdehnung von höchstens 200 km, wahrscheinlich noch viel weniger, beschränkt. Seine Herkunft ist noch nicht geklärt, um so wichtiger sind weitere Messungen an vielen anderen Stellen. Ausserdem gibt es aber auch noch schwache vorbeifliegende Magnetfelder von etwa 5 Gamma, die der Sonnenwind mit sich trägt. Aus ihnen könnte man Schlüsse auf die elektrische Leitfähigkeit des Mondbodens und des Mondinnern ziehen und damit sogar auf die Temperatur im Innern.

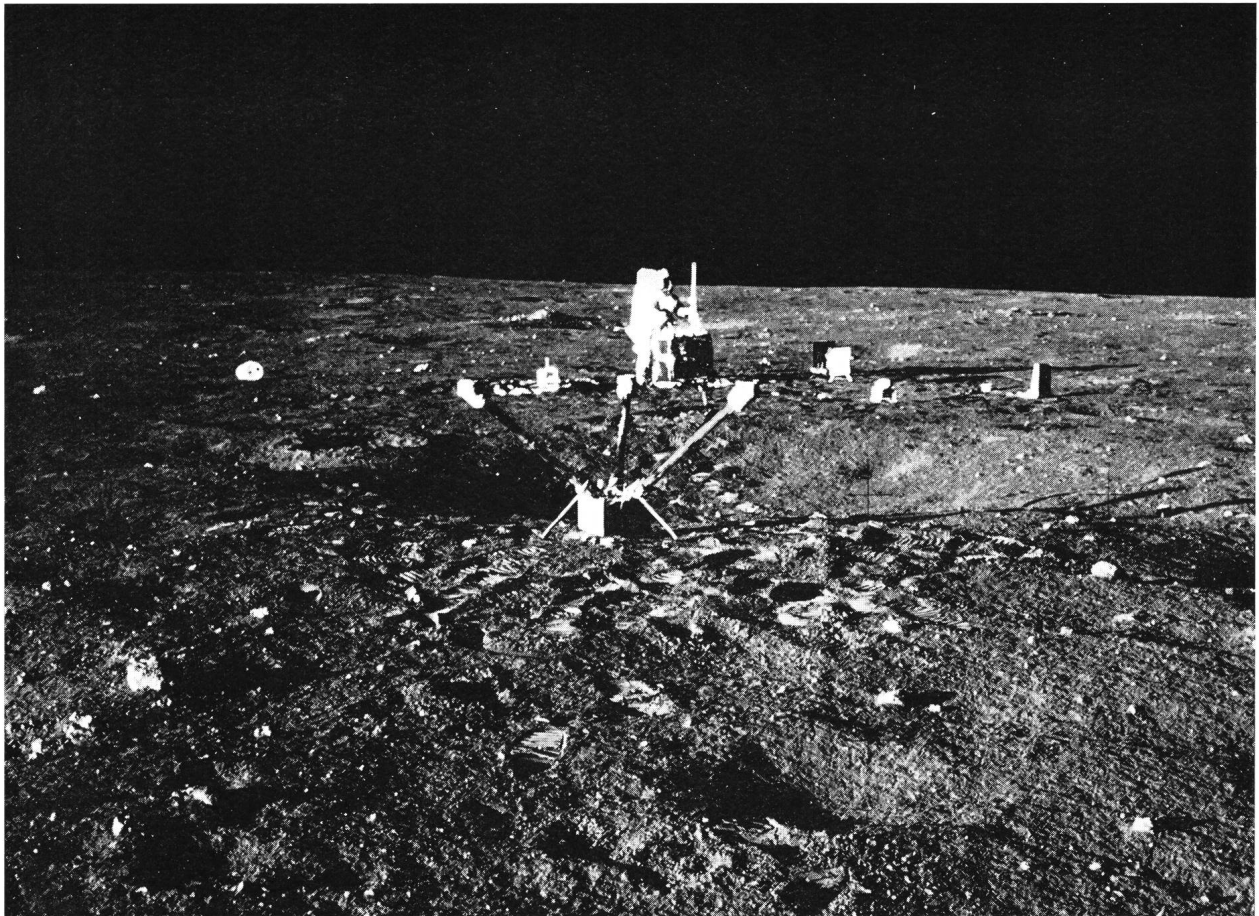


Abb. 2: Gesamtansicht der am Landeplatz von Apollo 12 im Ozean der Stürme aufgestellten Apparaturen (Aufnahme der NASA).

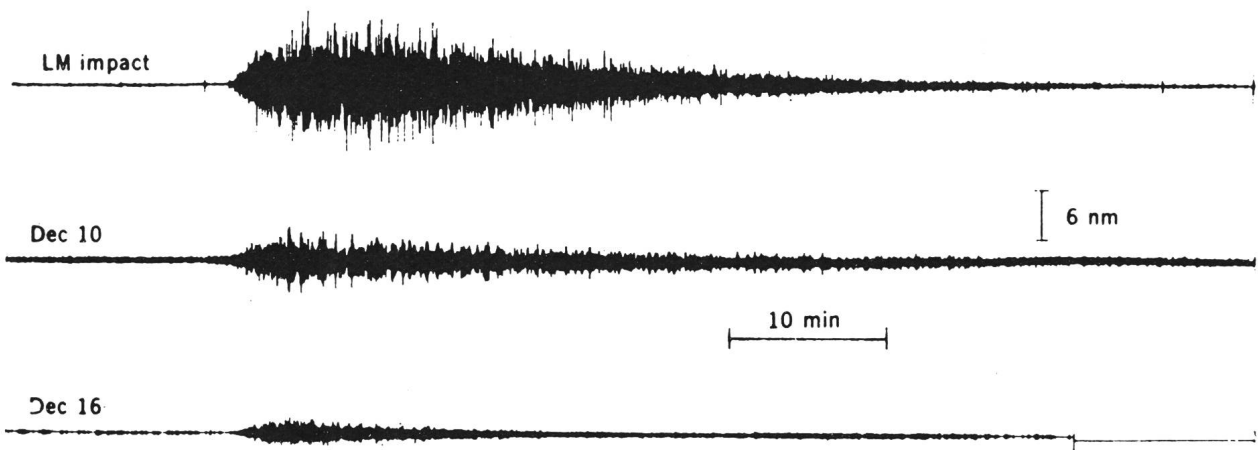


Abb. 3: Registrierungen der langperiodischen Vertikalkomponente der seismischen Wellen mit dem Seismometer, das von einer Arbeitsgruppe der Columbia-Universität unter der Leitung von Dr. GARRY V. LATHAM entwickelt wurde, am Landeplatz von Apollo 12. *Oben*: Der Aufsturz der Landefähre; *Mitte und unten*: Stärkere natürliche Erschütterungen.

Das Seismometer, das Apollo 12 mitbrachte, ist durch einen vielschichtigen Strahlungsschutz abgeschirmt. Das ist notwendig, denn bei Sonnenauf- und -untergang gibt es Temperaturänderungen von 200–300°, die man wenigstens in unmittelbarer Nähe des Seismometers herabzusetzen versucht, um lokale Erschütterungen infolge von Temperaturänderungen auszuschliessen. Dieses Seismometer ist nämlich viel empfindlicher als solche auf der Erde. Auf der Erde haben wir schrecklich viele Erschütterungen durch Winde, durch Wellen auf dem Meer, durch die Aktivitäten der Zivilisation, da ist eine so grosse Empfindlichkeit nur unnütz, doch auf dem Mond fällt dies alles weg, da ist es ruhiger. Man erkennt auf den registrierten Kurven zunächst eine Menge kleiner Ausschläge; sie müssen als Erschütterungen an der Oberfläche des Mondes gedeutet werden, als Einschläge von Meteoriten. Viel grösser ist der Ausschlag beim Aufprall der Mondlandefähre, die man nach dem Abflug vom Mond, als die Astronauten von der Fähre in das Hauptfahrzeug umgestiegen waren, wieder zum Mond schickte. Bei all diesen Registrierungen und ganz besonders bei der, die vom Aufprall der Fähre herrührt, ist auffällig und interessant, dass sie sehr langsam abklingen, sie dauerten beim Absturz der Fähre 5 Stunden. Das ist unvergleichlich viel länger, als es auf der Erde der Fall wäre, und man kann es nicht leicht restlos erklären. Sicherlich muss die Absorption der seismischen Wellen sehr gering sein; vielleicht kommt das daher, dass das Gestein nicht nur an der Oberfläche des Mondes, sondern auch im Innern sehr arm an Gasen und an Feuchtigkeit ist, doch ausserdem findet offenbar noch eine starke Streuung dieser Wellen statt. THOMAS GOLD entwickelte die Idee, dass, wenn die Mondoberfläche aus Staub besteht, dieser Staub mit der Tiefe sehr rasch an Dichte zunehmen muss, so sehr, dass diese seismischen Wellen eine starke Refraktion erleiden, ungleich grösser als die Refraktion der Lichtwellen in der Erdatmosphäre. Der Weg der Wellen ist derart gekrümmt, dass sie nach einiger Zeit wieder an die Oberfläche zurückgelangen, um dort abermals re-

flektiert zu werden, und so wiederholt es sich einige Male. Wie es im einzelnen auch sein mag, so kann man sich doch nach diesem seismischen Befund nicht des Eindruckes erwehren, dass bis zu relativ grossen Tiefen von vielleicht vielen Kilometern das Material recht inhomogen sein muss.

Viele Geologen, oder besser sollte man hier Selenologen sagen, vertreten indes die Ansicht, dass die Mondmeere von einer einige Meter dicken Staubschicht bedeckt sind, unter der dann schon das feste zusammenhängende Grundgestein liegt. Aus den Bildern von den terrassenförmigen Absätzen in Kratern könnte man dies schliessen und auch bei dem Krater, zu dem ARMSTRONG in der Nähe des Landeplatzes ging, scheint man zu erkennen, dass auf dem Grund des Kraters harter Fels hervorkommt. Da aber die seismischen Beobachtungen und auch die daraus berechneten Geschwindigkeiten der Longitudinalwellen sich nicht bei einer so dicht unter der Oberfläche befindlichen, zusammenhängenden, harten Felsschicht verstehen lassen, dürfte diese Vorstellung wohl doch nicht so ganz zutreffen. Das erwähnte Hervortreten von Fels mag schon rein lokal vorkommen, aber im ganzen wird das Grundgestein wohl doch recht zerschlagen und voller Lücken sein.

Zu den Kratern wäre dabei gleich noch zu sagen: Ob wir ein grosses Stück der Mondoberfläche, ein kleineres oder ein ganz kleines betrachten, immer haben wir den gleichen Anblick, die Oberfläche ist übersät von Kratern, grossen, kleinen, ganz kleinen, und aller Wahrscheinlichkeit nach sind sie zum grössten Teil durch Einschläge von Meteoriten entstanden, also von grösseren und kleineren Gesteins- und Metalltrümmern oder von Bruchstücken von Kometen.

Eine wichtige Aufgabe der Astronauten bestand darin, Gesteinsproben zu sammeln und mitzubringen. Bei Apollo 11 waren es insgesamt 22 kg, bei Apollo 12 34 kg; bei Apollo 11 musste es eilig vonstatten gehen, weil nicht viel Zeit dafür zur Verfügung stand, bei Apollo 12 hatte man mehr Zeit, es waren sogar zwei Ausstiege und zwei Exkursionen vorgesehen. Nach-



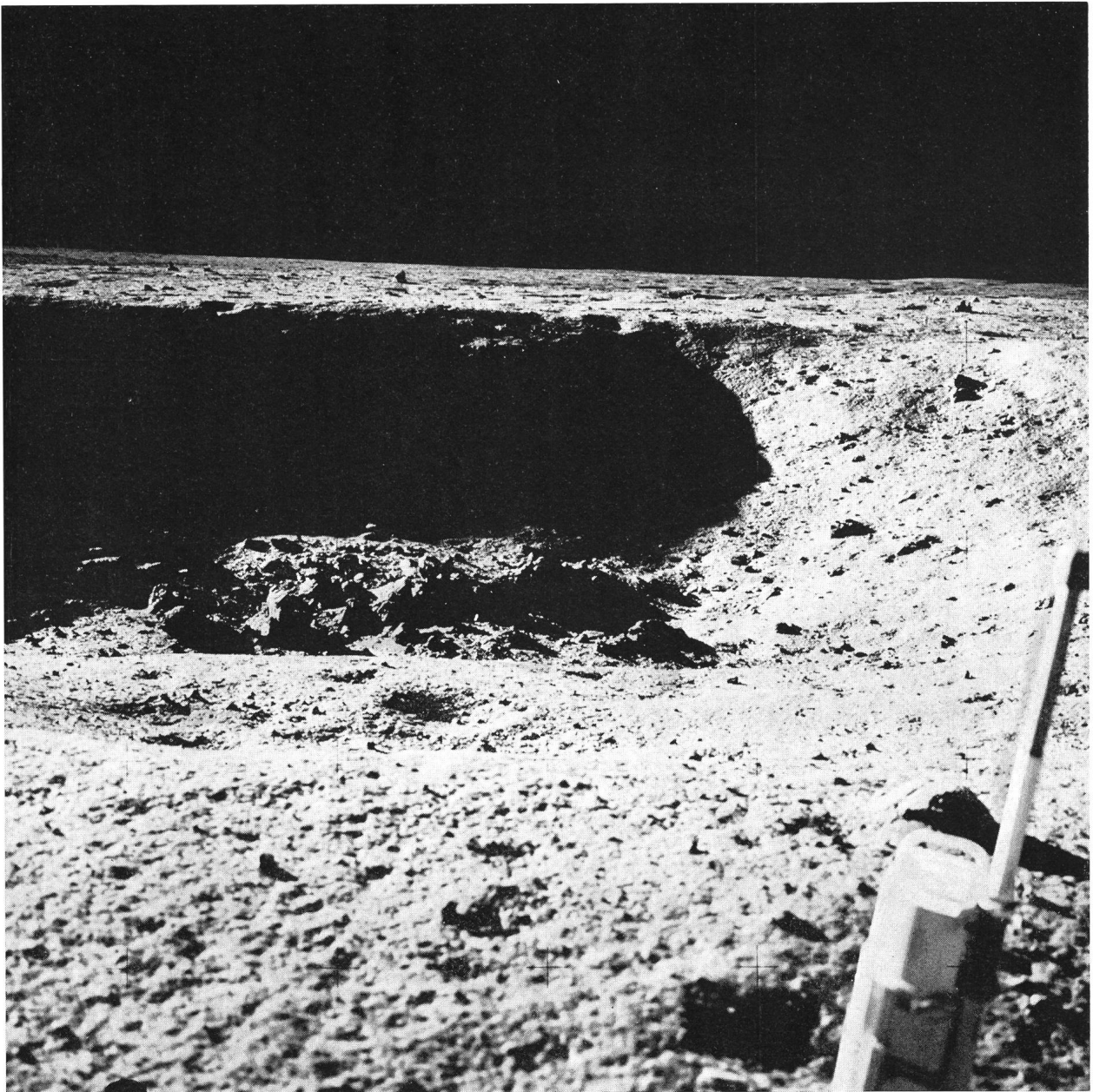


Abb. 4: Der Krater im Meer der Ruhe, zu dem ARMSTRONG ging und auf dessen Grund harter Fels zum Vorschein kommt (Aufnahme der NASA).

dem der Kommandant CONRAD nach der Landung seine Position genau festgestellt und gemeldet hatte und bei der ersten Exkursion alle Geräte plangemäss aufgebaut worden waren, so auch das schweizerische Sonnenwindsegel, wurde in Houston rasch auf einer Karte der zweckmässigste Weg für die Exkursion eingezeichnet und den Astronauten per Funk übermittelt, die dann nach der vorgeschriebenen Ruhepause diese sorgsam geplante geologische Exkursion getreulich ausführten. Recht wichtig war es bei diesen Exkursionen, dass die Astronauten, bevor sie die Steine aufhoben, diese Stelle photographierten, und nachdem sie die Steine weggenommen hatten, wieder. So ist auf diese Weise genau dokumentiert, wo und wie der Stein gelegen hat und wo jetzt einer fehlt.

Aus Steinen und aus Staub besteht der Boden in den Mondmeeren; das Mengenverhältnis Staub zu Stein variiert aber sehr, so gab es beim Apollo-12-Landeplatz offenbar relativ mehr Steine als beim Apollo-11-Landeplatz, aber auch bei beiden Landeplätzen variierte es. Der Staub benimmt sich übrigens ähnlich wie feuchter Sand, doch ist er nicht etwa wirklich feucht, Wasser wäre ja sofort verdampft, sondern dieses gleichsam leichte Kleben kommt daher, dass überhaupt keine Gase zwischen den Staubkörnern vorhanden sind, Staubkorn ruht direkt auf Staubkorn, und dadurch sind die Kohäsionskräfte stärker. Deshalb und auch wegen ihres hohen Alters ist die Mondoberfläche recht fest, im allgemeinen sinkt man nur wenig ein, wie man es auch bei den Landefüssen der Fähre sieht. Einzig

am Rand von relativ jungen grösseren oder kleineren Kratern gibt es weichere Stellen, wo man tiefer einsinkt, so ALDRIN z. B. mal etwa 10 cm, als er mit Geräten beladen ist. Das ist ziemlich viel, denn auf der Erde hätte er mit seiner Last zwar ein Gewicht von rund 200 kg, doch auf dem Mond ist es wegen der geringen Schwerkraft nur ein Sechstel davon.

Ganz interessant ist noch, dass die Apollo-12-Astronauten in der dortigen Mondlandschaft einige flache, ziemlich symmetrische Hügel von einigen Metern Durchmesser entdeckt haben; man versteht noch nicht so recht, wie die entstanden sein können. Weiter ist erwähnenswert, dass man sich nicht nur mit dem Einsammeln und Einschaufeln von Gestein und Staub begnügt hat, sondern man hat auch Bohrkerne in den Boden eingeschlagen, um die Zusammensetzung und den Zustand des Staubes mit zunehmender Tiefe studieren zu können. Bei Apollo 11 kam man dabei 12–15 cm, bei Apollo 12 bis 50 cm tief, und solche Proben werden auch in Bern vor allem im Hinblick auf die Wirkung vom Sonnenwind und von kosmischen Strahlen untersucht.

Betrachten wir nun den Staub einmal ein bisschen genauer. Er ist recht fein mit einer typischen Korngrösse von etwas weniger als einem Zehntel Millimeter und besteht aus Trümmern von Gestein, von Kristallen, von Glas; häufig sind auch Kugeln darunter bis zu einem Durchmesser von sogar einigen Zehntel Millimetern. Das Entstehen dieser Kugeln kann man sich gut folgendermassen vorstellen. Mit einer Geschwindigkeit von rund 10–15 km/s treffen Meteoriten auf, durch den Einschlag entsteht ein Krater, und die durch den Aufprall erzeugte Wärme ist so gross, dass Teile des Gesteins schmelzen, Schmelztropfen werden emporgeschleudert und nehmen durch die Oberflächenspannung die Form von perfekten Kugeln an, da es auf dem Mond ja keinen Luftwiderstand gibt, der auf die Kugeln deformierend einwirkt. Gelegentlich vorkommende längliche Gebilde kann man vielleicht als erstarrte Schwingungen solcher Kugeln auffassen.

Schaut man bei starker Vergrösserung die Oberfläche eines Mondgesteins an, so sieht es fast aus wie ein Stück der Mondoberfläche, sie ist übersät von zahllosen winzigen Kratern, und das geht so weiter bis zu

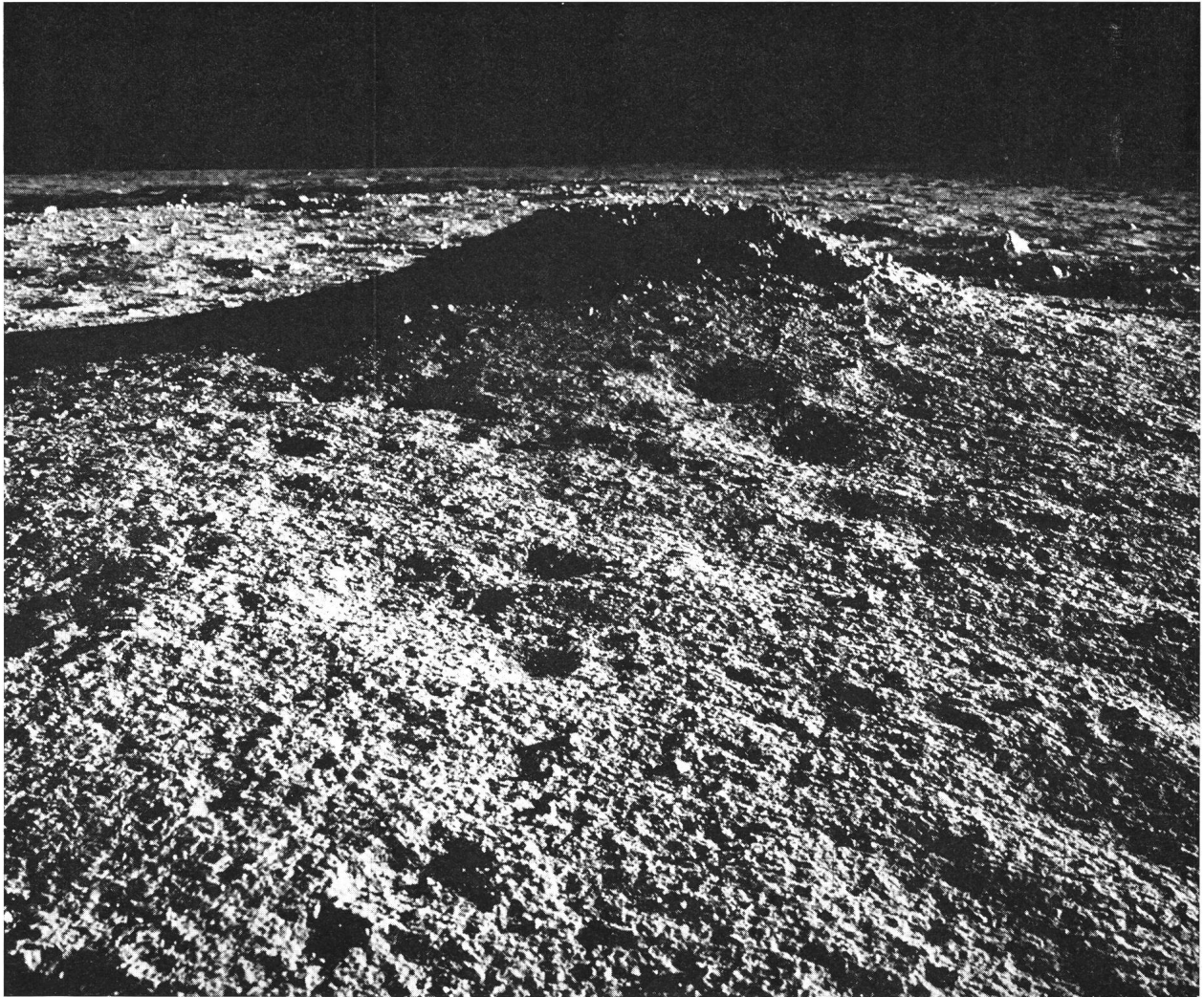


Abb. 5: Flache Hügel im Ozean der Stürme (Aufnahme der NASA).

den kleinsten Einzelkristallen, wo diese Krater nur noch Bruchteile von Millimetern gross sind, alles Einschläge von Meteoriten und Mikrometeoriten.

Zwei Haupttypen kann man beim Gestein unterscheiden. Brekzien und kristallines Gestein. Bei den Brekzien handelt es sich um zusammengestauchten Staub, der einerseits durch den andauernden Packungsdruck, andererseits wohl auch durch Schockwirkungen bei benachbarten Einschlägen verhärtet ist, mit anderen Worten zusammengedrückte Trümmer, an Härte vielleicht mit Sandstein vergleichbar. Man kann diese Schockmetamorphose sehr hübsch an kleinen Kristallfragmenten sehen, die rasch aufgeschmolzen und dann wieder kristallisiert sind. Sehr häufig findet man so etwas auf dem Mond, aber auch bei Meteoriten, doch normalerweise nicht auf der Erde. Die echten kristallinen Gesteine prüft man vorteilhaft mit polarisiertem Licht, man erkennt dann direkt die Lage der Kristallachsen. Diese Kristalle sind langsam aus einer Schmelze erstarrt und gewachsen, sie werden um so grösser, je langsamer das geschieht. In vielen Gesteinen betragen sie nur Bruchteile von Millimetern, in anderen sind sie grösser, bis zu einigen Millimetern.

Auf der Mondoberfläche gibt es wenig Wasserstoff und Kohlenstoff, daher sind die Mineralien dort ziemlich einfach und einförmig, man hat nur eine beschei-



Abb. 6: Aufnahme der Oberfläche eines Mondgesteins von Dr. NORBERT GRÖGLER, Physikalisches Institut der Universität Bern.

dene Auswahl. Im Meer der Ruhe sind es wohl zu 98% Feldspäte (Plagioklas,  $\text{SiO}_2$  reiche Ca-Na-Al-Silikate), Pyroxene ( $\text{SiO}_2$  arme Mg-Fe-Ca-Silikate) und schwarze Ilmenite ( $\text{FeTiO}_3$ ). Auf der Erde sind die Mineralformen vor allem wegen der Anwesenheit von Wasser viel komplizierter. Man kennt nur einige wenige Mineralien auf dem Mond, die auch dort selten sind, die man bisher auf der Erde nicht gefunden hat.

Von Interesse ist der Vergleich der Häufigkeit der Elemente auf der Sonne, auf der Erde, auf dem Mond, in den Meteoriten, von denen hier nur die Chondrite in Betracht gezogen werden sollen, nicht die viel selteneren Eisenmeteorite, die fast reines Eisen und Nickel sind. Die Sonne und die Chondrite präsentieren uns das Material, wie es ungefähr bei der Bildung des Sonnensystems vorhanden war, und abgesehen von den flüchtigen Elementen, welche die Meteoriten verloren haben, ist hier bei beiden die Elementenhäufigkeit praktisch die gleiche. Bei der Erde sieht das schon ein bisschen anders aus; die Basalte haben im Verhältnis zu den Chondriten weniger Magnesium, aber mehr Kalium und viel mehr Kalzium und vor allem viel mehr Uran und entsprechend Thorium, Granit zeigt die Unterschiede gegen das Ausgangsmaterial sogar noch deutlicher. Bei den Mondgesteinen variiert die Zusammensetzung innerhalb der Proben von Apollo 11 und der von Apollo 12 nur wenig, bei letzteren noch etwas mehr, die Gegend dort scheint abwechslungsreicher zu sein, auch hat man von dort ja mehr mitgebracht. Gegen die Meteoriten kann man aber auffällige Differenzen feststellen. Sehr wenig Blei und relativ wenig Alkalien findet man, aber viel Kalzium und sehr viel Titan, und dieser Titanüberschuss ist besonders ausgeprägt im Meer der Ruhe und scheint sich dort über einen ziemlich grossen Bezirk zu erstrecken, denn auch schon zwei Jahre vorher war bei einer unbemannten Landung 25 km davon entfernt nach Untersuchung mit einer sehr einfachen, aber genialen Apparatur ein hoher Titangehalt gemeldet worden, wie wir es in dieser Art auf der Erde nicht kennen.

Die Zusammensetzung vom Staub ist ähnlich und doch auch wieder etwas anders. Man kann das am besten so deuten, dass der Staub eine Mischung von Teilchen aus einem recht ausgedehnten Gebiet von vielleicht mehreren hundert Kilometern ist, sozusagen ein Mittelwert von einem grossen Bereich, während die Steine rein lokale Proben sind, sie sind durch kleinere Krater in der Nähe ausgeworfen worden und liegen nun hier an der Oberfläche.

Recht günstig ist es, dass in den Steinen der Urangehalt relativ zum Bleigehalt sehr hoch ist, dadurch hat man die Möglichkeit, das Alter im Prinzip sehr genau zu ermitteln. Die hier angewandte Methode der Altersbestimmung beruht darauf, dass man die Menge des durch radioaktiven Zerfall entstandenen Bleis mit der Gesamtmenge des Bleis vergleicht, und das funktioniert um so besser, je mehr Uran wir dort haben. Blei hat mehrere Isotopen, und es genügt hier, davon nur die drei 204, 206 und 207 zu betrachten, von denen

204 nicht durch diesen radioaktiven Zerfall entsteht, wohl aber 206 und 207 aus den beiden Uranisotopen. Die Menge von 206 und 207 nimmt drum mit der Zeit zu und um so rascher, je mehr Uran vorhanden ist, und um so rascher ändert sich dann auch das Isotopenverhältnis  $(206 + 207)$  zu 204. Nach dem Vorschlag des verstorbenen Prof. F. G. HOUTERMAN, der früher in Bern gewirkt hat, kann man hierfür ein zweckmässiges Diagramm verwenden, in das gerade Linien, Isochronen, die Geraden gleichen Alters, eingesetzt sind. Aus dem Verhältnis von Uran zu Blei und dem Bleisotopenverhältnis liest man aus diesem Diagramm direkt das Alter ab und kann zudem gleich abschätzen, wie zuverlässig dieser Wert ist. Für die Erde bekommt man aus Gesteinsblei etwa  $4\frac{1}{2}$  Milliarden Jahre, doch ist das nach dieser Methode etwas unsicher, beim Mondstaub findet man 4.7 Milliarden Jahre und erkennt zugleich aus dem Diagramm, dass dieser Wert recht genau sein muss. Es wäre wichtig, dass wir durch weitere Mondlandungen dieses Ergebnis bestätigen könnten, vor allem auch durch Proben aus Gebirgsgebenden. Da uns indes nach den früheren Überlegungen der Staub über ein ziemlich grosses Gebiet Aufschluss gibt, so dürften wohl doch diese 4.7 Milliarden Jahre ganz allgemein das Alter der Mondoberfläche angeben. Zu bemerken wäre noch, dass der Urangehalt im Mondinnern sicherlich nicht überall so hoch ist, sonst wäre das Innere wegen der radioaktiven Erwärmung vollständig geschmolzen.

Die nächste Frage wäre wohl nun: Wann haben sich die verschiedenen Mineralien aus der ursprünglich homogenen Mischung gebildet, wann sind sie als diese Mineralien, wie wir sie jetzt vorfinden, aus dieser Schmelze erstarrt? Beim Plagioklas, einem Feldspat-Mischkristall aus Anorthit und Albit, müssen aus dem Urgemisch z. B. Kalzium-Atome hingewandert sein, bei Pyroxen Eisen und Magnesium, beim Ilmenit Eisen und vor allem Titan. Um diesen Zeitpunkt zu ermitteln, kann man ebenfalls eine auf radioaktivem Zerfall basierende Methode anwenden, und zwar benutzt man den radioaktiven Zerfall des Rubidiumisotops 87, aus dem sich Strontium 87 bildet. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, ist das Prinzip, dass man davon Gebrauch macht, dass das dem Kalzium verwandte Strontium bevorzugt in die Plagioklase diffundiert, das Rubidium ins Ilmenit, wo es dann zerfällt. Mit dieser Methode fand die Arbeitsgruppe von Prof. G. J. WASSERBURG in Pasadena für die Apollo-11-Gesteine ein Alter von 3.7 Milliarden Jahren. Es muss also eine Milliarde Jahre nach der Entstehung des Mondes diese Gesteinschmelze noch existiert haben, und da fragt es sich nun weiter, durch welche Energiequellen die Gesteine überhaupt zum Schmelzen gebracht wurden. Die Beantwortung dieser Frage ist noch keineswegs ganz klar, vor allem, wenn man folgendes beachtet. Es sind auf dem Mond ganz einwandfrei starke Anomalien des Gravitationsfeldes festgestellt worden, sogenannte Mascons, und das bedeutet, dass im Aufbau des Mondes grosse Ungleichförmigkeiten vorhanden sind, die

wiederum zu starken Spannungen gegen die Unterlage führen müssen. Dass sich dies im Laufe der Zeit nicht durch Absinken der schweren Massen ausgeglichen hat, lässt sich nur bei einer gewissen Festigkeit des Mondes verstehen, woraus dann wieder folgt, dass das Material ziemlich kalt ist. Wie ist es nun aber dazu gekommen, dass vor langer Zeit im Mondinnern solche Mengen so heiss waren, dass die beschriebenen Gesteinsbildungen stattfanden? Man könnte daran denken, dass das vielleicht doch nur ein lokales Phänomen war, dass durch gewaltige Einschläge die Energie zum Aufschmelzen ausgedehnter Gebiete geliefert wurde, doch ist dies Problem noch keineswegs überzeugend gelöst. Es werden noch sehr viele Prüfungen und Untersuchungen nötig sein, bis alles zusammenstimmt.

3.7 Milliarden Jahre ist es her, seit sich ein solcher Mondstein, wie ihn die Astronauten mitgebracht haben, aus der Schmelze herauskristallisiert hat. Wie lange hat er aber wohl dort an der Mondoberfläche gelegen? Aus Schätzungen der Einschlagkrater von Meteoriten, durch die ein gewisses Umpfügen der Mondoberfläche zu erwarten ist, waren die Geologen dafür auf 1 Million Jahre gekommen. Jetzt nun, wo wir solche Steine in der Hand haben, können wir diese Zeitspanne, nach der wir fragten, genau messen, und zwar aus der Wirkung der kosmischen Strahlung. Die kosmische Strahlung ist sehr energiereich und zertrümmert auf der Mondoberfläche beim Auftreffen Atomkerne, nach dem Mondinnern zu nimmt ihre Intensität allerdings rasch ab, schon in 1 Meter Tiefe ist sie stark abgeschirmt. Auf diese Weise werden durch die kosmische Strahlung aus Atomkernen von Strontium, von Zirkon und von anderen Elementen ähnlicher Atomgewichte Atomkerne von Krypton geschaffen, und man kann sich überlegen, dass dabei die leichten der 6 stabilen Kryptonisotopen entstehen müssen. Krypton ist als Edelgas sonst in diesem Gestein sehr selten, es entsteht hier praktisch nur durch die Wirkung der kosmischen Strahlung, und darum sind auch im Mondgestein gerade die leichten Isotope relativ häufig, während es beim Krypton auf der Erde und auch im Sonnenwind gerade umgekehrt ist. In Bern wurden nun die Mengen der einzelnen Kryptonisotopen in dem Gestein gemessen, und mit einem eleganten Trick, der hier nicht im einzelnen auseinandergesetzt werden soll, hat man daraus die Bestrahlungszeit ausgerechnet. Es ergab sich: Die Steine haben einige hundert Millionen Jahre dort oben gelegen, vielleicht nicht immer ganz an der Oberfläche, aber höchstens 1 m darunter. Das heisst also, dass Veränderungen auf der Mondoberfläche ein sehr gemächliches Tempo haben, ganz anders als auf der Erde, wo Umwälzraten von Dezimetern oft in einigen Jahren vor sich gehen, in sehr ruhigen Gebieten vielleicht in Jahrhunderten oder gar in Jahrtausenden. Welche Prozesse überhaupt Änderungen der Mondoberfläche bewirken, muss man auch noch sehr genau prüfen, denn es sind ja dort ganz andere Verhältnisse als auf der Erde, ganz andere Dinge werden eine Rolle spielen. Die Untersuchung

der Staubproben aus den Bohrkernen werden uns bei der Beantwortung dieser Frage sicherlich sehr von Nutzen sein.

Die kosmische Strahlung ist also nach dem eben Ausgeführten ein wichtiges Hilfsmittel, um etwas über die Geschichte der Mondoberfläche zu erfahren. Kennt man dann einmal diese Geschichte, dann kann man umgekehrt daraus Schlüsse auf die kosmische Strahlung ziehen. Man hat einen solchen Weg schon bei Untersuchungen von Meteoriten besprochen, auch Bern war daran beteiligt, und hat dabei feststellen können, dass sich die Intensität der kosmischen Strahlung in den letzten paar Millionen Jahren wohl kaum geändert hat und dass die kosmische Strahlung sicher seit einer Milliarde Jahre existiert. Die Mondoberfläche, die sich offensichtlich so wenig ändert und so alt ist, sollte eigentlich für die Untersuchung der kosmischen Strahlung direkt prädestiniert sein, nur wird es doch noch ein Weilchen dauern, bis wir soweit sind. Man wird noch weitere Gesteinsproben benötigen, weitere Bohrkern, beides von speziell ausgewählten Stellen, man wird sehr sorgfältige Analysen durchführen und

man wird vielleicht auch noch andere Methoden ersinnen müssen.

Die genau gleichen Aspekte wie bei der kosmischen Strahlung haben wir nun auch beim Sonnenwind. Man kann ihn benutzen, um über die Mondoberfläche etwas zu erfahren, man kann aber auch den Sonnenwind gerade auf dem Mond besonders gut studieren. Der Sonnenwind ist nichts anderes als die äusserste Hülle der Sonne, die Sonnenkorona, die mit nach aussen ständig wachsender Geschwindigkeit expandiert und somit, in allerdings sehr hoher Verdünnung, den ganzen interplanetaren Raum erfüllt. Wegen der hohen Temperatur der Korona von 1–2 Millionen Grad, sind die Atome darin weitgehend ionisiert, so dass der Sonnenwind aus Ionen und freien Elektronen besteht. Die Dichte wird, wie gesagt, mit zunehmendem Abstand von der Sonne immer geringer, in der Nähe des Mondes haben wir nur noch etwa 5 Ionen pro  $\text{cm}^3$  mit Geschwindigkeiten von allerdings 300–400 km/s, also einen sehr kräftigen Wind. Die Wirkung des Sonnenwindes kann man an den Kometenschweif sehen, das sind verdampfte Gasteilchen des Kometen, die vom Sonnenwind fortgeblasen werden, sie liegen in der Windrichtung, also der Sonne stets abgewandt, wie man schon immer beobachtet hat.

Da der Mond praktisch kein Magnetfeld hat, treffen die geladenen Sonnenteilchen ungehindert direkt auf seine Oberfläche auf und können  $\frac{1}{10\,000}$  mm oder  $\frac{1}{10}$   $\mu\text{m}$  tief in das Kristallgitter des Mondgesteins eindringen und werden dort stecken bleiben, dazu reicht diese Tiefe aus. Man kann die Sonnenwindteilchen tatsächlich vorweisen, wie Untersuchungen in Bern gezeigt haben, und zwar sehr deutlich durch die Edelgase, da diese im Gestein sonst nicht vorkommen. Sortiert man den Mondstaub nach der Grösse der Körner, dann sind bei kleinen Korngrössen alle fünf Edelgase: Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon vorhanden; der Gehalt der Körner an Edelgasen nimmt aber mit wachsender Korngrösse ab. Das ist leicht zu verstehen. Die Gase sitzen nur in einer bei allen Körnern gleich dicken Oberflächenschicht und das Verhältnis des Volumens dieser Oberflächenschicht zum Volumen des ganzen Korns wird kleiner, wenn die Körner grösser sind, wie man ohne weiteres einsieht. Auch bei Ilmenitkörnern kann man die Wirkung des Sonnenwindes sehr schön zeigen. Ilmenit hat die Eigenschaft, die eingedrungenen Gase durchwegs sehr gut festzuhalten, während sie bei anderen Mineralien leichter herausdiffundieren. Bei einem Experiment in Bern hatte man solche Ilmenitkörner mit einem mittleren Durchmesser von 42  $\mu\text{m}$  ausgesiebt und dann wurde ihre Oberfläche abgeätzt. Wenn man eine Schicht von nur 0.2  $\mu\text{m}$  abätzt, dann sind im restlichen Korn schon fast keine Gase mehr enthalten, weil der Sonnenwind eben nicht tiefer eingedrungen ist, wie vorher schon gesagt war. Es sollte darum also auch möglich sein, aus dem Mondstaub das Isotopenverhältnis der Xenonotope auf der Sonne zu bestimmen, denn die werden ja doch vom Sonnenwind hierher transportiert. Wollte man das bei

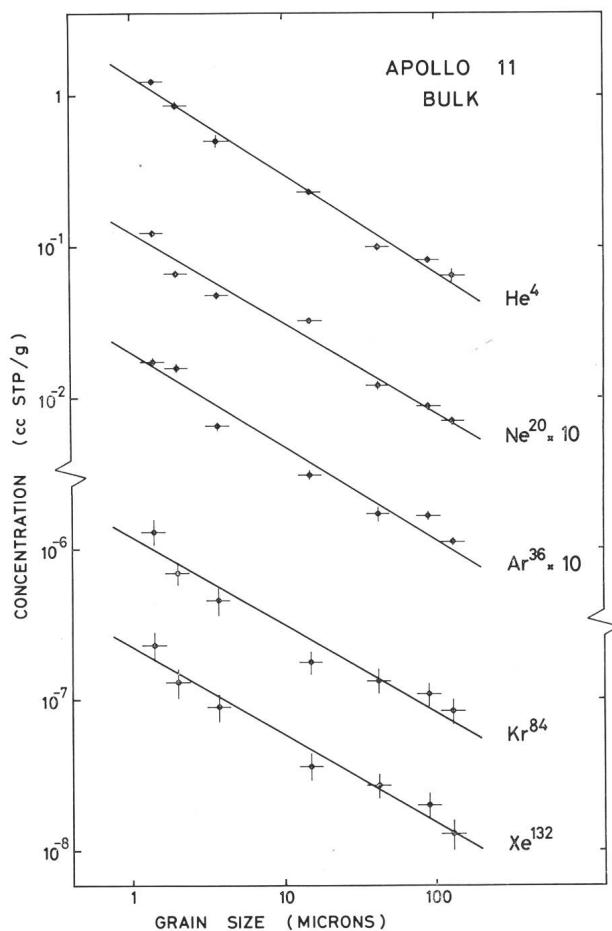


Abb. 7: Die Abnahme des Edelgasgehalts mit der Korngrösse für Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon, nach Untersuchungen am Physikalischen Institut der Universität Bern von P. EBERHARDT, J. GEISS, H. GRAF, N. GRÖGLER, U. KRÄHENBÜHL, H. SCHWALLER, J. SCHWARZMÜLLER, A. STETTLER.

den leichteren Gasen, besonders bei Helium, auch so machen, so ist dafür allerdings der Mondstaub weniger geeignet, da bei der starken Erwärmung der Mondoberfläche durch die Sonnenbestrahlung am Tage die leichten Gase dann in erhöhtem Masse herausdiffundieren werden, und aus diesem Grunde, um eben die Zusammensetzung des Sonnenwindes wirklich unverfälscht und einwandfrei zu messen, wurde das Sonnenwindexperiment mit dem Sonnenwindsegel gemacht.

Der Gedankengang dieses Experimentes ist ganz einfach. Man setzt auf dem Mond, wo wegen des Fehlens eines nennenswerten Magnetfeldes der Sonnenwind nicht beeinflusst wird, eine Aluminiumfolie dem Sonnenwind aus, dessen Teilchen in diese Folie genau so wie in den Mondstaub eindringen werden. Die Folie wird von den Astronauten zurückgebracht, sie wird geschmolzen und verdampft und man kann nun die Sonnenwindteilchen mit dem Massenspektrometer untersuchen. Der Vorteil gegenüber dem Mondstaub besteht darin, dass man jetzt genau weiss, dass keine Sonnenwindteilchen während des Aufenthaltes der Folie auf dem Mond bei der herrschenden Temperatur herausdiffundiert sind, man kann also die Zusammensetzung der Materie des Sonnenwindes quantitativ exakt ermitteln, während man bei Mondstaub für die Diffusionsrate recht hypothetische und unkontrollierbare Annahmen machen musste. Vorversuche mit einem simulierten Sonnenwind hatten dabei Aluminium als eine besonders zweckmässige Substanz erwiesen, auch waren dabei wichtige Kalibrierungsdaten erhalten worden, so z. B., dass bei einem derartigen Beschuss von Helium 90% eindringen, während die restlichen 10% abprallen, reflektiert werden, ferner auch, dass bei diesem Prozentsatz die Geschwindigkeit des Sonnenwindes oberhalb von 250 km/s praktisch gar keine Rolle spielt, sodann, dass man bei Argon, Neon und den anderen Edelgasen damit rechnen kann, dass hier 100% in die Folie eindringen.

Dieses Experiment war von der Universität Bern in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich der NASA vorgeschlagen worden, GEISS, EBERHARD, BÜHLER, MEISTER von Bern, SIGNER von Zürich waren daran beteiligt. Die NASA nahm es an, begrenzte aber das zulässige Gesamtgewicht auf 1 pound, das sind 453.6 g. Das war eine Einschränkung, die die praktische Ausführung natürlich erschwerte, aber es gelang, noch etwas unterhalb dieser Grenze zu bleiben. Die ganze Apparatur besteht aus einem teleskopischen Stab, den man auf eine Länge von 1.60 m ausziehen kann und in den man die Folie zusammengerollt hineinsteckt. Zum Gebrauch wird der Stab auseinandergezogen, die Folie wird herausgenommen, entrollt und an dem Stab aufgehängt; sie hat eine Breite von 30 cm. In Houston wurde dieses Instrument dann auf die mannigfachste Weise getestet, Vibrationsteste wurden gemacht, Gravitationsteste in einem Parabelflug und noch manches andere mehr. Ferner wurde etwa ein halbes Jahr vor dem Abflug von der NASA ein Zeitplan aufgestellt, in dem alles eingetragen wird, was die Astro-

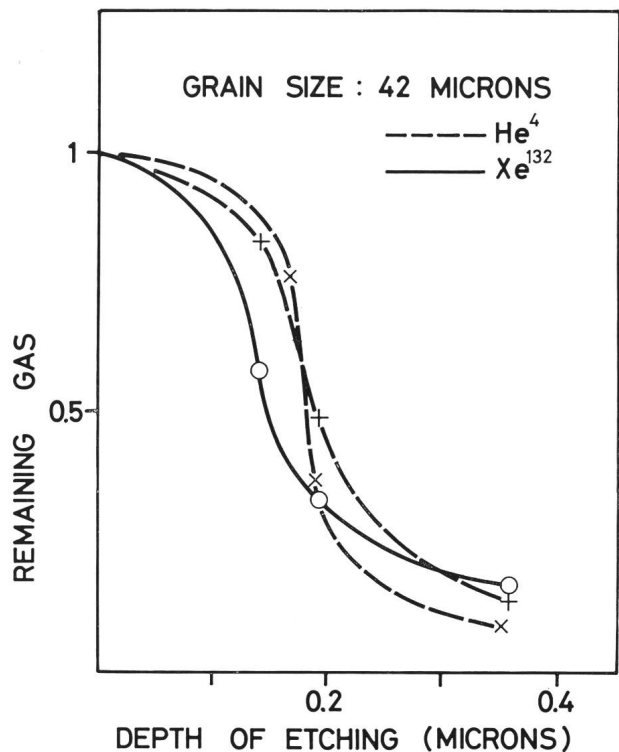


Abb. 8: Abnahme des Edelgasgehalts von Ilmenitkörnern von 42  $\mu\text{m}$  Durchmesser mit der Dicke der abgeätzten Oberflächenschicht nach Untersuchungen am Physikalischen Institut Bern von den bei Abb. 7 genannten Autoren.

nauten tun sollen, in welcher Reihenfolge vor allem und wieviel Zeit für jede Handlung zur Verfügung steht. Da es natürlich wichtig ist, dass die Folie dem Sonnenwind recht lange ausgesetzt ist, um so mehr sammelt sie ja davon auf, so musste man hart darum kämpfen, dass das Aufstellen möglichst frühzeitig erfolgte. Der Kampf war erfolgreich, das Aufstellen der Folie kam sogar vor dem Hissen der amerikanischen Flagge dran und 45–50 Minuten wurden dafür reserviert. Als Kuriosum wäre zu erwähnen, dass man beim Zeitplan zuerst vergessen hatte, dass die Folie am Schluss auch wieder eingerollt und mitgenommen werden muss, aber nachträglich hat man auch dies noch einbauen können. Selbstverständlich ist dieser Zeitplan sehr wichtig und muss auch von den Astronauten gut durchexerziert werden, damit die knappe zur Verfügung stehende Zeit auch wirklich voll ausgenutzt wird und man nichts von dem vergisst, was vorgesehen ist. Die Astronauten haben sich auch gut daran gehalten.

Bei Apollo 11 war die Folie 77 Minuten, bei Apollo 12 19 Stunden dem Sonnenwind ausgesetzt. Die Folie musste beim zweiten Mal übrigens etwas schräg gestellt werden, weil die Position der Sonne sich in diesem Zeitintervall um etwa 10 Grad änderte. Programmgemäss wurde die Folie zur Erde zurückgebracht und kam nach Ablauf der Quarantänezeit nach Bern. Da bemerkte man zunächst, dass doch Mondstaub auf die Folie gekommen war, den man natürlich

erst beseitigen musste, damit die Resultate nicht verfälscht wurden. Die Säuberung gelang mit Ultraschallwellen.

Die Rolle der Folie hat einen Durchmesser von 1.7 cm; die Folie war erst einmal da herumgewickelt und hing dann frei herunter. Zuerst wurden kleinere Stücke von  $8 \times 20$  mm aus dem oberen Teil herausgeschnitten und auf ihren Gehalt an Helium 4 untersucht. Helium 4 ist auf der Sonne sehr häufig, verglichen mit der Zahl der Wasserstoffatome sind es 4–8%, und bei der Apollo-11-Folie findet man  $2 \times 10^{10}$  Heliumatome pro  $\text{cm}^2$ . Wenn man nun Proben aus dem Teil über der erwähnten Rolle prüft, so wird der Heliumgehalt immer weniger, je schräger der Sonnenwind aufgetroffen ist, und bei den Stücken, die im Schatten der Rolle lagen, ist er praktisch gleich Null. Das zeigt klar und anschaulich, dass der Sonnenwind in einem gerichteten Strahl völlig ungestört auf die Mondoberfläche auftrifft, und es ist wertvoll, dass hiermit nun einmal der strenge Beweis für diese bisher stets vorausgesetzte Annahme erbracht worden ist.

An grösseren Stücken der Folie von 10–100  $\text{cm}^2$  Fläche wurden dann weitere, sehr detaillierte Untersuchungen mit Massenspektrometern durchgeführt, um den Gehalt an den verschiedenen Isotopen vom Helium und vom Neon zu ermitteln. Helium 4 war schon früher durch unbemannte Satelliten nachgewiesen und gemessen worden, aber für das seltene Helium 3 und die drei Neonisotope 20, 21, 22 fehlten bisher solche Bestimmungen. Nach den jetzigen Ergebnissen variiert übrigens offenbar das Verhältnis der Heliumisotope, was man auch aus der Dynamik der Korona begreifen kann, bei den Neonisotopen ist so etwas aber nicht festzustellen. Schon deshalb ist es recht wichtig, noch weiteres derartiges Material durch neue Mondflüge zu gewinnen, damit man einerseits einen Begriff vom Ausmass solcher Schwankungen bekommt, andererseits aber auch einen zuverlässigen Mittelwert erhält. Zu erwähnen wäre dabei, dass die Werte für das sehr seltene Neon 21 vorerst auch noch ziemlich unsicher sind, also auch hierfür ist weiteres Material vonnöten.

Interessant ist noch der Vergleich der im Sonnenwind gefundenen Isotopenverhältnisse mit den entsprechenden Isotopenverhältnissen in der Erdatmosphäre. Dass diese Zahlen bei Helium in beiden Fällen sehr verschieden sind, verwundert weiter nicht, denn das Helium 4 in der Erdatmosphäre stammt im wesentlichen vom radioaktiven Zerfall in Gesteinen, aus denen es dann herausdiffundiert. Beim Isotopenverhältnis von Neon 20 zu Neon 22 findet man einen Unterschied von etwa 30%, das leichtere Isotop ist im Vergleich zum schwereren in der Erdatmosphäre nicht ganz so häufig wie im Sonnenwind. Die Verhältniszahlen im Sonnenwind dürften dabei ziemlich identisch mit denen auf der Sonne sein, denn unterwegs kann nicht viel passiert sein, dass es aber in der Erdatmosphäre anders ist, ist ein Befund, den man beachten muss, wenn man Theorien über die Entstehung

der Erdatmosphäre oder allgemein der Planetenatmosphären entwickelt. Einer der Gründe für diese Diskrepanz ist allerdings wahrscheinlich darin zu suchen, dass das leichtere Isotop dem Gravitationsfeld der Erde bequemer zu enttrinnen vermochte.

Auch das Verhältnis vom Wasserstoff zum Neon im Sonnenwind ist von Interesse, man findet dafür rund 10000, während Schätzungen der kosmischen Strahlung etwa 2000 ergeben hatten; das ist immerhin ein recht beachtlicher Unterschied. Vielleicht ist Neon wirklich seltener, als man bisher angenommen hatte, vielleicht bleibt es auch im Sonnenwind zurück oder kommt gar nicht erst recht in die Korona hinein, weil es soviel schwerer ist als Wasserstoff. Diese Frage lässt sich noch nicht eindeutig beantworten, man wird es besser entscheiden können, wenn man die Verhältnisse beim noch schwereren Argon kennt. Es besteht die Hoffnung, dass auch noch Argon aus den Folien gewonnen werden kann, und das wäre dann bestimmt sehr aufschlussreich.

Vergleicht man schliesslich noch die Daten aus den Folien mit denen aus dem Mondstaub, so ist darauf hinzuweisen, dass der Mondstaub den Vorteil hat, dass er mehr Gase enthält, man wird also in manchen Fällen die relativen Beiträge der Sonnenwindgase genauer erhalten, andererseits muss man bedenken, dass bei der Erwärmung am Montag die leichteren Gase in mehr oder weniger grossen Mengen herausdiffundieren, und das gilt besonders für Helium, so dass dafür zweifellos die aus der Folie gewonnenen Werte, wo nach den Testversuchen keine Diffusion stattfindet, weit zuverlässiger sind. Auch bei Meteoriten sind häufig wie beim Mondstaub in der Oberflächenschicht Gase zu finden, die man als alten Sonnenwind deuten kann. Das Helium-Neon-Verhältnis stimmt dabei gut mit den Folienwerten überein, also offensichtlich sind hier die Diffusionsverluste geringer. Man kann das auch verstehen, die Meteoriten waren vielleicht lange weiter weg von der Sonne und wurden weniger erwärmt als der Mondstaub. Überraschend ist hingegen, dass das Verhältnis der Heliumisotope 3 und 4 in beiden Fällen fast um einen Faktor 2 differiert. Man könnte fragen, ob etwa auf der Sonne eine langzeitliche Helium-3-Veränderung vor sich geht. Auch dieser Befund ist bisher noch keineswegs geklärt.

Nach all diesen Berichten haben wir zweifellos doch recht deutlich gesehen, dass die Apollo-Flüge im allgemeinen und das Folienexperiment im speziellen recht schöne Ergebnisse gebracht haben, erwartete und unerwartete, manche Frage ist der Lösung näher gekommen, andere Fragen tauchten auf. So wird man auch weitere Mondflüge für wichtig und lohnenswert ansehen und sie mit Spannung erhoffen.

Herrn Prof. Dr. JOHANNES GEISS danken wir für die Durchsicht des Berichtes und für die freundliche Überlassung der Bilder.

*Adresse des Verfassers:* Prof. Dr. HELMUT MÜLLER, Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich.

# Die Mondüberwachung auf der Sternwarte Pulsnitz

von J. CLASSEN, Pulsnitz

Schon 1540 wurde auf dem Mond ein Aufblinken beobachtet. Im 18. und 19. Jahrhundert sahen unter anderen F. W. HERSCHEL, J. H. SCHRÖTER, J. E. BODE, W. OLBERS, W. STRUVE und F. ARGELANDER lunare Leuchterscheinungen. Aber alle diese Beobachtungen vergass man wieder. Es herrschte das Dogma, der Mond sei tot und unveränderlich.

Erst als der sowjetische Astronom N. A. KOZYREV am 4. November 1958 den Zentralberg im Krater Alphonsus visuell und spektroskopisch aufleuchten sah, änderte sich die Meinung der Mondbeobachter. Man besann sich nun wieder auf die früher beobachteten Leuchterscheinungen. Beispielsweise sammelte Miss B. MIDDLEHURST in den USA in der älteren Literatur (vor etwa 1958) 579 verdächtige Fälle. Ferner setzte in aller Welt, vor allem in Europa und Nordamerika, eine intensive Überwachung des Mondes ein<sup>1)</sup>. Schon in den ersten zehn Jahren (1958–1968) glückte dadurch die Beobachtung von mehr als 100 Leuchterscheinungen. Neuerdings wird der Mond vor allem während der amerikanischen Apolloflüge überwacht, da dann auch Astronauten aus geringer Entfernung mitbeobachten können<sup>2)</sup>. Allein während der Flüge von Apollo 8, 10, 11 und 12, die in den Zeitraum vom 21. Dezember 1968 bis 24. November 1969 fallen, wurden 168 Leuchterscheinungen gemeldet. In 17 Fällen gelangen einwandfreie Parallelbeobachtungen.

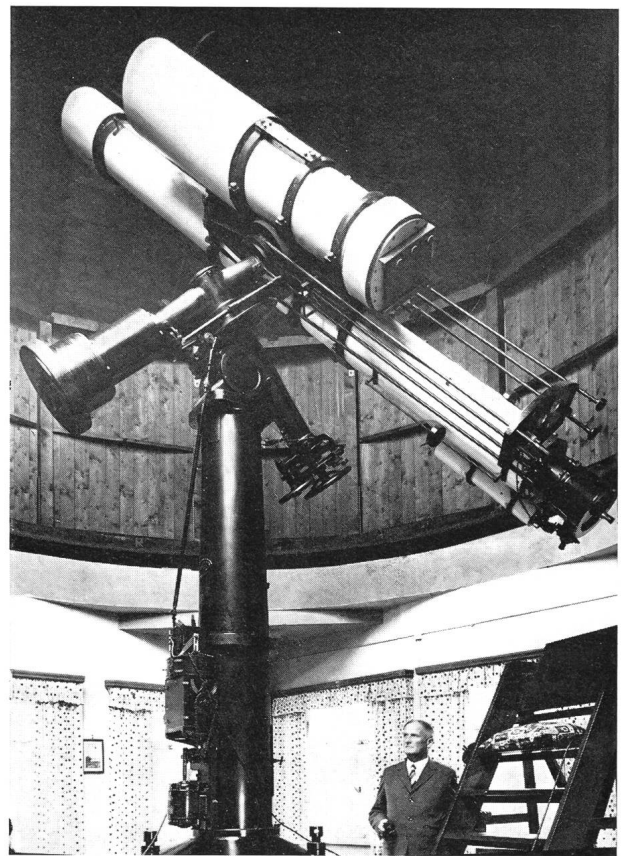
Seit 1960 beteiligt sich auch die Sternwarte Pulsnitz an dieser Mondüberwachung<sup>3)</sup>, <sup>4)</sup>. Zuerst wurde hierzu ein azimutal aufgestellter 200 mm-Zeiss-Kometensucher ( $f = 1600$  mm) benutzt. Von 1966 an wurde auch der Pulsnitzer 270 mm-Refraktor ( $f = 3820$  mm) für diese Beobachtungen eingesetzt.

Lange Zeit war die Mondüberwachung in Pulsnitz erfolglos. Es war dieses, wie sich rückschauend feststellen lässt, die Zeit des «Einübens». Schon sollte das Programm abgebrochen werden. Da gelang am 15. April 1967 mit dem 200 mm-Zeiss-Kometensucher bei 90facher Vergrößerung zufällig die Wahrnehmung einer Leuchterscheinung im unbeleuchteten Teil des fast 6 Tage alten Mondes. Es war der Mondkrater Aristarch nebst Umgebung, der gerade ein Aufleuchten durchmachte. Die Entdeckung war möglich, weil das Gesichtsfeld des Fernrohres (Durchmesser 22') es gestattete, gut den beleuchteten Teil des Mondes abzudecken, der sonst das schwache Aufleuchten von Aristarch überstrahlt hätte (Monddurchmesser 32'). Vier Stunden lang konnte diese Leuchterscheinung verfolgt werden.

Seitdem wird hier in Pulsnitz laufend der unbeleuchtete Teil des Mondes auf Leuchterscheinungen hin überwacht. Dabei wird auch die Sichtbarkeit von Einzelheiten des aschgrauen Mondlichtes verfolgt, wobei eine vierstufige Sichtbarkeitsskala eingeführt wurde. Ein nahezu detailloses aschgraues Mondlicht bedeutet

Sichtbarkeitsstufe 4. Ungewöhnlich viel Einzelheiten (Sichtbarkeitsstufe 1) wurden bisher nur am 9. und 10. August 1969 sowie am 8. und 9. September 1969 festgestellt. Offenbar befanden sich damals an den entscheidenden Stellen der Erde (Mittelasien) gerade ausgedehnte Wolkenfelder oder helle Landgebiete, die das Sonnenlicht gut nach dem unbeleuchteten Teil des Mondes reflektierten.

Weiter ist eine sehr unkomplizierte Beobachtungsreihe auf dem beleuchteten Teil des Mondes zu erwähnen, die jetzt hier in Pulsnitz durchgeführt wird. Es war aufgefallen, dass die am Ostrand des Mondes gelegenen beiden Mondkrater Aristarch und Kepler von Vollmond an schon mit bloßem Auge oder mit schwach vergrößerndem Fernrohr sichtbar sind und sich dabei gut nach der ARGELANDER-Methode miteinander vergleichen lassen. Die Gesamthelligkeit von Aristarch ist dabei normalerweise nur etwa  $0.3^m$  heller als die Gesamthelligkeit von Kepler. Bei diesen Helligkeitsvergleichen wurden bisher schon zweimal vorübergehende Abnormitäten festgestellt, und zwar am 19. Oktober 1967 und am 14. Juli 1968. Im ersten Fall war Kepler etwa  $1^m$ , im zweiten Falle etwa  $0.5^m$  heller als Aristarch. An Kepler hatten schon KOPAL und



270 mm-Refraktor mit 250 mm-Zeiss-Kamera der Sternwarte Pulsnitz.



RACKHAM (England) am 1./2. November 1963 auf dem Pic du Midi-Observatorium mit dem dortigen 600 mm-Refraktor photographisch (!) ein Aufleuchten beobachtet.

Eine weitere Beobachtungsreihe begann am 22. Juli 1969. An diesem Tage wurde an dem kleinen, aber hellen Krater Proclus, dicht östlich des Mare Crisium, eine später von J. CLUTTER in Dorseyville (Pennsylvania, USA) bestätigte Aufhellung bemerkt. Seitdem wird die Gesamthelligkeit von Proclus laufend überwacht, wobei als Vergleichsobjekt der ebenfalls sehr helle Censorinus, im Nordosten von Proclus, dient. Am 18. November 1969 wurde Proclus zum zweiten Mal übernormal hell gesehen.

Man muss sich bei derartigen Beobachtungen allerdings vor Phaseneffekten hüten. Die Sichtbarkeit kleiner Objekte ist sehr vom Alter des Mondes abhängig. Ein sicheres Kennzeichen für echte Leuchterscheinungen sind Färbungen der Mondoberfläche, vor allem rote, gelbe, grüne oder blaue. Neuerdings ist man bestrebt, die Leuchterscheinungen möglichst zu photographieren.

Proclus, Censorinus, Aristarch und Kepler sind sehr helle Mondkrater. Das Innere von Aristarch gilt als die hellste Stelle der Mondoberfläche überhaupt. Vielleicht sind alle hellen Mondkrater irgendwie veränderlich. Aristarch jedenfalls lieferte nebst seiner unmittelbaren Umgebung (Herodot und Schröttert) nach einer Statistik vom 15. Januar 1968 nicht weniger als 159 Leuchterscheinungen, das sind 36 % dieser von der Statistik insgesamt erfassten 439 Leuchterscheinungen. Andere «aktive» Mondkrater waren nach dieser Statistik Plato mit 42 sowie Alphonsus, Gassendi und Tycho mit je 13 Leuchterscheinungen.

Weiter entfielen von den 186 Leuchterscheinungen, die 1968/69 während der Flüge von Apollo 8, 10, 11 und 12 beobachtet wurden, allein 85 auf Aristarch. Es sind dies sogar 46 % aller erfassten Fälle. Nach Aristarch folgen in weitem Abstand Censorinus, Grimaldi, Theophilus, Gassendi, Menelaus und Proclus mit 6, 6, 5, 4, 4 und 4 Leuchterscheinungen. Aristarch schneidet

deshalb so gut ab, weil dieses Gebiet neuerdings äusserst intensiv überwacht wird.

Auffallend ist, dass unter den 186 in letzter Zeit während der Apolloflüge beobachteten Leuchterscheinungen keine mehr auf Plato entfällt, obwohl Plato früher an zweiter Stelle unter den «aktiven» Mondkratern stand. Sollte Plato jetzt eine Ruhepause eingelegt haben? Auch auf der Erde gibt es ja Vulkane wie den Ätna oder den Stromboli, die nur in jahrzehntelangen Abständen ausbrechen.

Letztere Bemerkung führt auf die Frage nach dem Wesen der lunaren Leuchterscheinungen. Leider ist noch nicht geklärt, um was es sich bei diesen Erscheinungen eigentlich handelt. Offenbar kommt es an geeigneten Stellen des Mondes zu einem vorübergehenden Austritt von Gasen<sup>5)</sup>. Durch irgendwelche Strahlungen, so etwa durch Sonnenstrahlungen, werden diese Gase zum Leuchten gebracht. Dass die Leuchterscheinungen oft nur Minuten lang sichtbar sind, würde durch die rasche Diffusion der Gase im Mondvakuum verständlich. Eine Analogie zu den lunaren Leuchterscheinungen sind auf der Erde vielleicht die Polarlichter. Möglicherweise ist bei den lunaren Leuchterscheinungen aber auch Lumineszenz der Gase im Spiele. Dann wären nämlich die vielen Farben besser deutbar, in denen die Leuchterscheinungen auftreten können.

Die Erforschung der lunaren Leuchterscheinungen ist von grosser Bedeutung, nicht zuletzt für künftige Mondlandungen. Die Astronauten müssen wissen, mit was für Verhältnissen sie an ihrem Landeplatz zu rechnen haben.

#### Literatur:

- 1) P. JAKOBER: Aufruf zur Mondbeobachtung! ORION 12 (1967) Nr. 100, S. 65.
- 2) ROBERT GERMANN: Unsere Arbeit während der Apollo-Flüge. ORION 14 (1969) Nr. 115, S. 142/143.
- 3) J. CLASSEN: Veränderungen auf dem Mond. Pulsnitz 1969.
- 4) J. HOPMANN: Untersuchung über Leuchterscheinungen auf dem Mond. Wien 1969.
- 5) J. CLASSEN: Gase auf der Mondoberfläche (im Druck).

Adresse des Verfassers: J. CLASSEN Sternwarte Pulsnitz, DDR-8514 Pulsnitz (Sachsen), Grossröhrensdorfer Strasse 27.

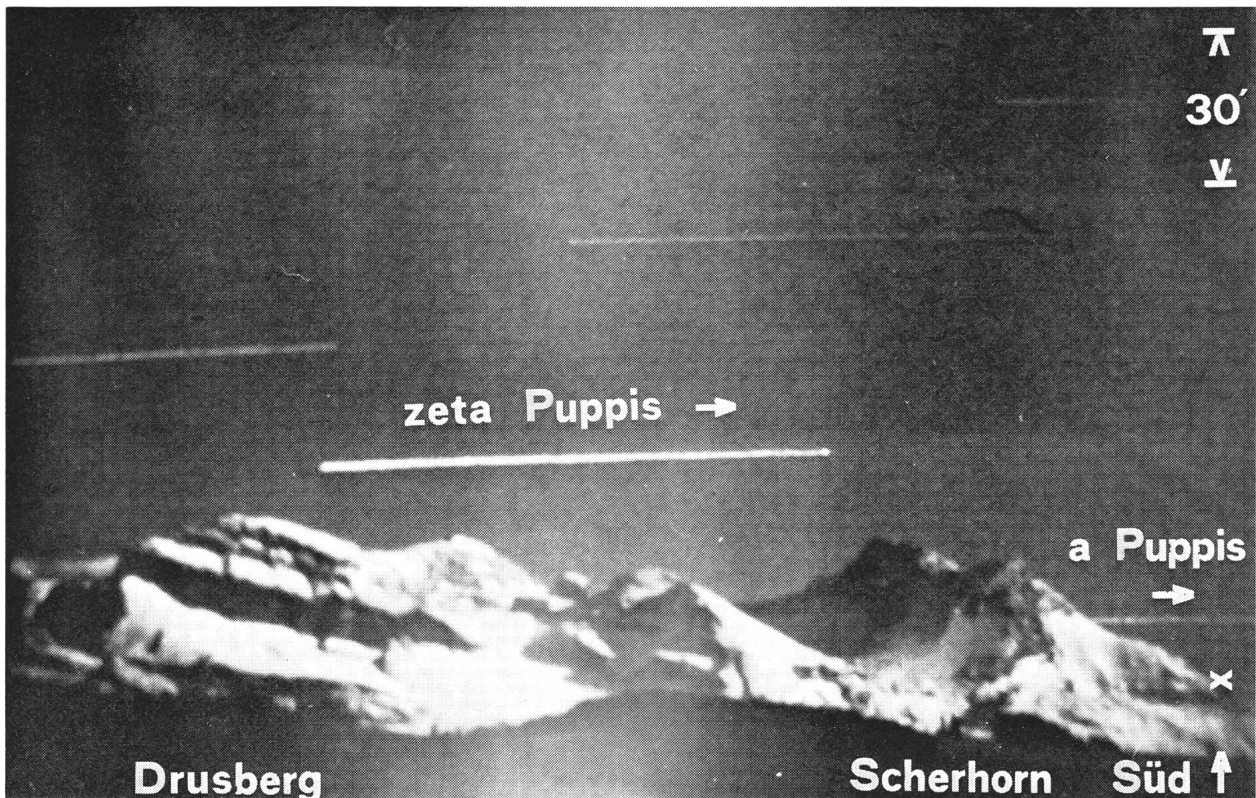
## Kurzfristiges Erkennen der Präzession am natürlichen Südhorizont

von KURT LOCHER, Grüt-Wetzikon

26 000 Jahre scheinen dem Beobachter der täglichen Veränderungen am Sternhimmel ein vermessener Zeitraum zu sein, weshalb die meisten Sternfreunde die Präzessionsbewegung der Erdachse mit dieser langen Periode zu Unrecht in den Bereich der erlebnislosen Theorie abschieben. Tatsächlich lässt sich aber diese Bewegung bereits während eines kleinen Bruchteils eines Menschenlebens ohne Messinstrument deutlich erkennen, wie im folgenden gezeigt wird.

Statt einer eingehenden geometrischen Beschreibung der Präzession, wie man sie in vielen Lehrbüchern leicht nachlesen kann, soll hier zur Veranschau-

lichung der Himmelsanblick geschildert werden, wie er sich einem Zürichsee-Pfahlbauer vor 5000 Jahren darbot: In unmittelbarer Nähe des Himmelspols, dessen Lage zum Horizont unverändert blieb, fand man den Schwanz des Grossen Bären, welcher daher im scheinbaren täglichen Umschwung nicht den heutigen weiten Bogen beschrieb, sondern sich eher wie am Bratspiess drehte. Im an sich gleich grossen Kreis der Zirkumpolarsterne fehlten Capella und Deneb, während stattdessen Arkturus und Wega nicht untergingen. Orion und Sirius erhoben sich nur knapp über die Alpengipfel und im Gegensatz zu heute beide etwa



Südhorizont von Wetzikon, aufgenommen bei Mondschein und Föhn mit Kamera  $\varnothing = 80$  mm,  $f = 320$  mm auf Farbdiafilm Kodachrome II und umkopiert.

gleich hoch, und auch nicht abends im Winter, sondern im Spätsommer. An Winterabenden stieg dagegen Spika so hoch empor, dass zwischen ihr und dem Südhorizont Raum für Sternbilder war, die heute am Zürichsee nicht zu sehen sind: So erschien an den frühen Abenden um die Zeit der Wintersonnenwende überm Glärnisch das Südliche Kreuz, zwei Stunden später gefolgt von Alpha Centauri, den die Pfahlbauer wohl als zweithellsten Stern in ihren Kerbholzannalen vermerkt haben. Hingegen fielen zu entsprechenden Tages- und Jahreszeiten die Sonnenstrahlen unter denselben Winkeln wie heute auf den Seespiegel ein, nur dass sie wegen der unvorstellbaren Sauberkeit des Wassers viel tiefer in dieses eindringen...

Letztere Gleichheit gilt, weil die Lage der Ekliptik zum Sternhimmel unveränderlich ist (Erhaltung des Drehimpulses des Systems Sonne/Erde) und ausserdem der Winkel zwischen Erdachse und Erdbahn bis auf geringe Feinheiten gleich bleibt. Unter diesen Bedingungen kann aber die Erdachse immer noch schwenken, was sie eben mit einem Umgang in etwa 26000 Jahren ausführt. Eine solche Präzessionsbewegung entsteht, wo immer ein rotierender Körper sich in einem fremden Kraftfeld befindet und dieses nicht zufällig genau längs der Rotationsachse wirkt. Dies lässt sich mittels eines Spielzeugkreisels bei schiefer Drehachse demonstrieren.

Über den natürlichen Horizont der Kantonsschulsternwarte Wetzikon steigen diejenigen Sterne, wel-

che nördlicher als Deklination  $-40^{\circ}46'$  stehen, im Grenzfall nur während eines Augenblicks hinter dem Westabhang des 55 km weiter südlich befindlichen Scherhorns nahe ihrer Kulmination von etwa  $2^{\circ}$  Höhe über dem mathematischen Horizont. Der Stern dritter Grösse alpha Puppis, dessen Spur am rechten Rand der abgebildeten Aufnahme ersichtlich ist, steht zur Zeit  $16'$  weiter nördlich; bereits nach 45 Jahren wird er aber durch die Präzession bedingt für Wetzikon unsichtbar werden, was bis schätzungsweise dem 170. Jahrhundert nach Christus andauern wird. Ähnlich wird nach dem Jahre 1998 der kurze Tagbogen des viel helleren Sterns Zeta Puppis nicht mehr wie abgebildet über den Gipfel des Drusbergs hinaus reichen, und im 22. Jahrhundert wird auch dieser Stern gänzlich von der Schaubühne dieser Sternwarte verschwunden sein.

Im günstigsten Fall (Sternbilder Centaur und Phoenix) erfolgt diese präzessive Deklinationsänderung doppelt so schnell wie in Puppis. Merkt man sich bei der Feldstecherbeobachtung des Aufgangs jener Sterne Horizontmarken an auffälligen Felskanten, so ist die Veränderung nach bereits zwei Jahren augenfällig. Noch schneller geht es vor allem deshalb nicht, weil die Kulminationshöhen dieser Grenzsterne um etwa  $1'$  wegen der luftdruckabhängigen atmosphärischen Refraktion unregelmässig schwanken.

*Adresse des Verfassers:* KURT LOCHER, Rebrainstrasse, 8624 Grüt-Wetzikon.

# Ein neuer Beweis der Einsteinschen Gravitationstheorie

VON HELMUT MÜLLER, Zürich

Die Hauptaufgabe der Raumsonden Mariner 6 und 7 war es, Bilder vom Mars zu übermitteln, bereits beim Hinflug Globalaufnahmen, beim nahen Vorbeiflug Ende Juli bzw. Anfang August 1969 Detailaufnahmen von den verschiedensten Gebieten auf der Marsoberfläche aus der geringen Distanz von rund 3500 km mit Weitwinkelkameras und mit Teleobjektiven, ferner waren auch noch eine ganze Anzahl spezieller Messungen mit verschiedenen Instrumenten durchzuführen. Alsdann flogen die Mariner-Raumfahrzeuge weiter in den interplanetaren Raum und umkreisen nun in weiten Bahnen die Sonne als künstliche Planeten.

Auch in dieser Phase ihres Daseins sind die Sonden nicht unnütz, man hat sie dazu verwenden können, einen neuen, recht überzeugenden Beweis für die Einsteinsche Gravitationstheorie zu liefern. EINSTEIN selber hatte drei Methoden zur Prüfung seiner Theorie angegeben: Die Rotverschiebung der Linien im Spektrum massereicher Sterne, die Lichtablenkung im Schwerfeld der Sonne, die man bei totalen Sonnenfinsternissen durch genaue Positionsmessungen von Sternen in der Nähe der Sonne bestimmen kann, und die langsame Verschiebung des Perihels der Merkurbahn. Ein vierter Test wurde 1964 von D. O. MUHLEMANN und I. I. SHAPIRO am Massachusetts Institute of Technology vorgeschlagen, der sich darauf gründet, dass Lichtwellen und natürlich genau so Radiowellen in einem starken Gravitationsfeld eine Verzögerung erfahren, die Lichtgeschwindigkeit wird anscheinend langsamer. Demgemäss werden auch Radiosignale von Raumsonden, die auf ihrem Weg in geringem Abstand an der Sonne vorbeistreichen, eine Verzögerung erleiden, deren Betrag man nach der Einsteinschen Theorie genau berechnen kann.

Die drei ersten der genannten Effekte sind seither durch zahlreiche Messungen qualitativ zweifelsfrei nachgewiesen worden, die quantitative Bestätigung ist allerdings etwas unsicher, da die Messungen derart kleiner Grössen noch heute zu den schwierigsten Aufgaben der Astronomie gehören. In dieser Hinsicht war von den drei Prüfmöglichkeiten bisher die Verschiebung des Merkurperihels am überzeugendsten, wo Beobachtung und Theorie auffallend gut übereinstimmen. In neuester Zeit hatte man nun hier auf einmal Bedenken bekommen, seit nämlich R. H. DICKE und seine Mitarbeiter eine geringe Abplattung der Sonnenscheibe gefunden hatten. Nach diesen Autoren beträgt die Differenz zwischen dem Äquatorradius und dem Polarradius der Sonne:  $(5.0 \pm 0.7) \times 10^{-5} R_{\odot} = 35 \text{ km}$ . Stellt diese abgeplattete Sonnenoberfläche eine Äquipotentialfläche dar, was allerdings von manchen als keineswegs unbedingt notwendig bestritten wird, so wirkt sich dies recht merklich auf die Perihelbewegung des Merkur aus und EINSTEINS Wert für die relativistische Periheldrehung der Merkurbahn

weicht nun um etwa 8% vom beobachteten Wert ab. Nach theoretischen Überlegungen von CH. BRANS und R. H. DICKE führt dies zu einer Modifizierung der Einsteinschen Theorie mit der Konsequenz, dass sich dann auch die erwähnte Verzögerung der Lichtwellen im Gravitationsfeld der Sonne um etwa 8% ändert.

Die beiden Mariner-Raumfahrzeuge boten nun eine vortreffliche Gelegenheit, diesen vierten Test der Einsteinschen Theorie praktisch durchzuführen. Von einem Radioteleskop mit einem Durchmesser von 64 m auf der Goldstone-Station in der Mojave-Einöde wird ein eng gebündeltes Radiosignal mit einer Sendestärke von 200000 Watt zum Raumfahrzeug gesandt. Das Signal wird von der Antenne der Mariner-Sonde empfangen und setzt dort einen Sender in Betrieb, der ein verstärktes Signal zur Ausgangsstation zurückschickt, das nun hier wieder mit der hohen zeitlichen Genauigkeit von etwa einer Mikrosekunde registriert wird. Solche Signalmessungen sind seit dem Vorbeiflug der Mariner-Raumfahrzeuge am Mars laufend ausgeführt worden und werden weiter fortgesetzt; es liegen bisher einige hundert davon vor, wobei Distanzen bis zu fast 400 Millionen Kilometer überbrückt worden sind, die Laufzeit des Signals für den Hinweg und den Rückweg kann somit bis zu 43 Minuten betragen. Besonders intensiviert wurden die Messungen im Frühjahr 1970, als die Radiosignale im geringen Abstand von rund 1.6 Millionen Kilometer an der Sonnenoberfläche vorbeieilten.

Nach den Angaben von Dr. JOHN D. ANDERSON vom Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, die in den NASA-Berichten vom November 1970 publiziert sind, betrug die Gesamtverzögerung der Zeit bei den günstigsten Messungen von Mariner 6 204  $\mu\text{s}$ , während nach der Einsteinschen Theorie 200  $\mu\text{s}$  zu erwarten gewesen wären und die BRANS-DICKE-Theorie etwa 186  $\mu\text{s}$  voraussagte; nach NEWTONS Theorie hätte sich überhaupt keine Verzögerung ergeben. Nach diesen Ergebnissen kann man also sagen, dass durch dieses neue Experiment die Einsteinsche Gravitationstheorie mit einer Sicherheit von rund 2% bestätigt worden ist.

Es ist recht erfreulich, dass uns die Raumfahrt so vielseitige Erfolge zu bringen vermag auch auf Gebieten, an die man primär gar nicht gedacht hat, sozusagen als Nebenprodukt zusätzlich zu den eigentlichen, geplanten Hauptaufgaben. So wird man sicherlich noch manches erhoffen können, Erwartetes und Unerwartetes, und das vorliegende Experiment ist ein schönes Beispiel dafür, dass es sich doch lohnt, Raumfahrt zu betreiben, sie bringt uns Früchte mannigfacher Art, die wir heute noch gar nicht übersehen. Forschung tut not.

*Adresse des Verfassers:* Prof. Dr. HELMUT MÜLLER, Herzogenmühlestrasse 4, 8051 Zürich.

# Der Bildungswert der Astronomie

von Prof. Dr. MAX SCHÜRER, Bern

Gekürzte Fassung eines Vortrages anlässlich der Einweihung der Urania-Sternwarte Burgdorf  
am 20. Juni 1970.

«Keine Ahnung zu haben vom Lauf der Naturereignisse, in denen er doch selbst überall verstrickt ist, unkundig zu sein der bürgerlichen Ordnung, der er angehört, und ihres Verhältnisses zu anderen Ordnungen der menschlichen Gesellschaft, nichts zu wissen von der Vorgeschichte des eigenen Volkes und der gesamten vom Lichte der Kultur beleuchteten Vergangenheit der Menschheit – dies sollte überall als unwürdig empfunden werden eines Menschen, der auf allgemeinere geistige Interessen Anspruch macht!» (W. WUNDT).

Der Bildungswert der Astronomie kann nicht besser belegt werden, als dass die Verstrickung des Menschen in die Natur auch von ihr aus betrachtet wird. Vor allem klärt sie die Stellung des Menschen in der Natur und fördert seine Kenntnisse von der Naturgesetzlichkeit. Denken wir nur daran, welche geistigen Kämpfe zu Ende des Mittelalters und in der Renaissance ausgefochten worden sind, als man begann, die Begrenztheit des Weltalls zu sprengen. Ich erinnere an NIKOLAUS VON CUES, der als einer der ersten von der Unendlichkeit des Weltalls sprach; dann an GIORDANO BRUNO, der unter anderen für ähnliche Lehren auf dem Scheiterhaufen endete, an KOPERNIKUS, GALILEI, KEPLER und NEWTON, die uns von der engen Denkart des Mittelalters befreiten. Versucht man die Stellung des Menschen im Weltall nach unseren heutigen Vorstellungen zu beschreiben, dann gerät man der unvorstellbaren Dimensionen wegen in grosse Schwierigkeiten. Am ehesten gelingt dies vielleicht noch, wenn man versucht, in Schritten von je dem Tausendfachen des vorangehenden ins Weltall vorzudringen. Die ersten Astronauten konnten aus einer Höhe von etwa 300 km die Erde von aussen betrachten und sie mit den Karten in unseren Atlanten vergleichen. Der nächste Schritt reicht dann schon bis fast zum Mond, von wo aus gesehen die Erde etwa den vierfachen scheinbaren Durchmesser unseres Vollmondes besitzt. Mit dem nächsten, tausendmal grösseren Schritt gelangen wir in eine Distanz von 300 Millionen Kilometern. Das ist der Durchmesser der Erdbahn, und wir sind damit in die Dimension des Planetensystems hineingeraten, das der Mensch sehr wahrscheinlich noch direkt erforschen kann. Tausendmal der Erdbahndurchmesser oder 300 Milliarden km entsprechen rund 0.03 Lichtjahren. In dieser Entfernung befinden wir uns weit weg vom Planetensystem, aber auch noch weit vom nächsten Fixstern. Das Gebiet bis dahin bezeichnet der Astronom als Sonnenumgebung. Man schätzt die Zahl der Sonnen in einem Würfel von 30 Lichtjahren Kantenlänge auf hundert. Bis jetzt kennt man davon etwa die Hälfte, die andere versteckt sich unter der Vielzahl der nur mit Fernrohren sichtbaren Sterne. Weiter schreiten

wir mit unseren Siebenmeilenstiefeln zu einer Distanz von 30000 Lichtjahren. Hier liegt das Zentrum unserer Milchstrasse. Unsere vorhin erwähnte Sonnenumgebung schrumpft zu einem winzigen Würfelchen zusammen. Der nächste Schritt führt uns in das Reich der extragalaktischen Sternsysteme. In einer Entfernung von 30 Millionen Lichtjahren treffen wir beispielsweise auf die Tausende von Galaxien des Virgoaufens. Der letzte nun noch ausführbare Schritt führt uns in eine Distanz von 30 Milliarden Lichtjahren. Vielleicht haben wir aber damit schon die Grenzen unseres Universums überschritten, das nach allgemein anerkannten kosmologischen Theorien nur eine endliche Ausdehnung besitzt.

Nicht nur die räumliche Stellung des Menschen wird durch die Astronomie beleuchtet, sondern auch die zeitliche. Wir wissen heute, dass es irgendeinen Anfang geben musste. Wenn wir in die Vergangenheit zurück denken, gelangen wir vorsichtig ausgedrückt an einen Zeitpunkt, in dem die materielle Welt wesentlich anders ausgesehen haben muss. Weiter zurück können wir nicht extrapolieren, wir wissen nicht, was vorher war. Auch die Zukunft scheint uns, insbesondere was die Menschheit betrifft, beschränkt. Die Sonne, unser Lebensspender, verbraucht unwiderrufbar ihre Energie und wird letzten Endes einmal aufhören zu strahlen.

Es gibt aber noch viel alltäglichere Dinge, die durch die Ordnung des Kosmos bedingt sind. Ich erinnere an die Wochentage, die man (unter Zuhilfenahme fremdsprachlicher Bezeichnungen) den sieben alten Planeten: Sonne, Mond, Mars, Merkur, Jupiter, Venus und Saturn zuordnen kann. Wer weiss aber noch, wie diese merkwürdige Reihenfolge zustande kam? Schon die Babylonier ordneten den 24 Stunden eines Tages je einen Planeten zu, und zwar in der antiken Reihenfolge von aussen nach innen: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne (an Stelle der Erde), Venus, Merkur und Mond. Wird die erste Stunde eines Tages von Saturn regiert, so ist dies auch für die achte, fünfzehnte und zweiundzwanzigste der Fall. Der Tag selbst wird zum Samstag. Die 23. Stunde wird Jupiter, die 24. dem Mars und die erste Stunde des nächsten Tages der Sonne zugeordnet, und der Tag wird damit zum Sonntag. Dieses Vorgehen kann man durch die ganze Woche verfolgen und erhält somit die richtige Reihenfolge der Wochentage. Dass unser Kalender in enger Beziehung zu astronomischen Ereignissen steht, zeigt auch die bekannte Osterregel, die das ganze Kirchenjahr beherrscht und ordnet.

Ein wichtiger Bildungswert der Astronomie besteht auch darin, dass sie die Einheit der Naturereignisse aufdeckt, ja diese Tatsache allein würde die Be-

schäftigung mit der Astronomie mehr als rechtfertigen. Von Bedeutung sind nicht die einzelnen astronomischen Fakten, sondern die Erkenntnis, dass die Naturgesetze überall in der Welt Gültigkeit besitzen. Als Erstem ist wahrscheinlich NEWTON diese Einheit der Naturgesetzlichkeit bewusst geworden, als er sein berühmtes Erlebnis mit dem fallenden Apfel hatte. Ob dieses Wahrheit oder bloss eine Anekdote ist, bleibe dahingestellt. Man erzählt, NEWTON habe im Obstgarten seines Oheims einen Apfel fallen sehen, und dabei sei ihm der Gedanke gekommen, dass die Kraft, die den Apfel zu Boden zieht, dieselbe sei wie die, die den Mond an die Erde bindet. Es war dies ein gewaltiger geistiger Schritt. Vor NEWTON waren solche Überlegungen ungewohnt. KOPERNIKUS und KEPLER hatten einfach beschrieben, wie sich die Planeten bewegen. Sie brachten aber die Bewegungsgesetze nicht in Beziehung zur Schwerkraft, wie sie hier auf der Erde herrscht. Die Universalität der Naturgesetze ist eine der fundamentalen Erkenntnisse und zugleich Voraussetzung der ganzen modernen Naturwissenschaft. Ihre Aufdeckung und ihre immer neue Prüfung konnte nur das Werk der Astronomen sein. Man fand, dass Doppelsterne sich nach dem NEWTONSchen Gravitationsgesetz umkreisen, ja dass all die hundert Milliarden Sterne unseres Milchstrassensystems demselben Gesetz gehorchen. In unserem Jahrhundert wurde entdeckt, dass die ganze Milchstrasse rotiert, so dass wir

das Zentrum des Milchstrassensystems mit einer Geschwindigkeit von 250 km/s umkreisen.

Um den Aufbau unserer Sonne und der Sterne zu verstehen, braucht man auch nur die bekannten Gesetze der Gravitation, der Hydrostatik, der Thermodynamik, der Atom- und der Kernphysik, wobei sich heute die Verhältnisse oft umkehren und man Gesetze, die zuerst im Weltall entdeckt worden sind, in unseren irdischen physikalischen Vorgängen wiederfindet.

Wir Astronomen besitzen eine gewisse Vorzugstellung unter den Naturwissenschaftlern. Wir betreiben unsere Wissenschaft nicht um irgendwelcher technischer Erfindungen oder sonstiger Anwendungen wegen, sondern allein um den Erkenntnistrieb des Menschen zu befriedigen. Der Beigeschmack des Materialismus, den man sonst etwa den Naturwissenschaftlern vorwirft, haftet der Astronomie nicht an. Der Astronom kann auch nicht in die Natur eingreifen, wie dies der Physiker, der Chemiker oder der Biologe etwa macht. Vielleicht ist aber gerade diese reine Wissenschaftlichkeit ein Grund dafür, dass die Astronomie in den Schulen zu kurz kommt. Es ist deshalb für den Astronomen ein freudiges Ereignis, wenn doch da und dort, wie jetzt in Burgdorf, Anstrengungen für den astronomischen Unterricht gemacht und sogar Schulsternwarten eingerichtet werden.

*Adresse des Verfassers:* Prof. Dr. MAX SCHÜRER, Direktor des Astron. Institutes der Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern.

## Das Beobachtungswetter in der nordalpinen Föhnzone (Haslital bis Montafon)

VON KURT LOCHER, Grüt-Wetzikon

10 Jahre aktiver Veränderlichen-Beobachtungstätigkeit in Verbindung mit dem täglichen Studium der grünen MZA-Wetterkarte veranlassen mich, einmal meine Erfahrungen mit dem nächtlichen Wetter in eine Tabelle zu fassen. In dieser schmalen Klimazone meines Wohnortes leben nämlich auffallend viele tätige Liebhaberastronomen; es ist aber zugleich eine für die Wetterprognose sehr tückische Gegend ohne ihresgleichen in Europa.

Die Differenzierung beschränkt sich auf die 6 Haupttypen der Grosswetterlage, damit eine Beurteilung anhand der vereinfachten Fernseh-Wetterkarte leicht möglich ist. Da ich kein Planetenbeobachter bin, kümmerere ich mich nicht um die Luftunruhe, und die Tabelle sagt hierüber nichts aus.

*Adresse des Verfassers:* KURT LOCHER, Rebrainstrasse, 8624 Grüt-Wetzikon.

Grosswetterlage	Allgemeine Beobachtungsbedingungen (Luftruhe nicht berücksichtigt) im				Symptome für die kurzfristige (1 bis 3 Stunden) Entwicklung	
	Frühling:	Sommer:	Herbst:	Winter:	Verbesserung:	Verschlimmerung:
Hochdruck	gut	gut	(Nebel) 600 m	(Nebel) 900 m	kurze Streifen hinter Flugzeugen	unregelmässige Streifen hinter Flugzeugen
Tiefdruck	sehr schlecht	sehr schlecht	schlecht	mittel	–	–
Wind aus W bis SW	mittel	schlecht	mittel	gut	tiefe Wolken, Böen, Schauer	hohe Wolken
Wind aus N bis NW	schlecht	sehr schlecht	schlecht	mittel	tiefe Wolken, Böen, Graupeln, Frontgewitter, Temperaturfall	hohe Wolken, Windrückgang
Wind aus O bis NO	mittel	gut	(Nebel) 1200 m	(Nebel) 1500 m	–	–
Wind aus S bis SO	sehr gut	mittel	gut	(Nebel) 600 m	linsenförmige Wolken, Temperaturanstieg	

## BBSAG : Minima von Bedeckungsveränderlichen 1971 2000 Minima beobachtet!

Von der unermüdlichen Tätigkeit der *Bedeckungsveränderlichen-Beobachter der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft* (BBSAG) unter der Leitung der Herren KURT LOCHER, Grüt-Wetzikon, und ROGER DIETHELM, Winterthur, können sich die Leser unserer Zeitschrift anhand der in jedem Heft publizierten Resultatetabellen kaum ein Bild machen. Die systematische Beobachtung der Bedeckungsveränderlichen begann in der Schweiz im August 1964. Schon im Mai 1969 wurde das 1000. Minimum beobachtet. Das 2000. Minimum wurde im Dezember 1970 beobachtet; das zweite Tausend Minima von Bedeckungsveränderlichen wurde in etwas mehr als anderthalb Jahren beobachtet und ausgewertet. Mit der in diesem Heft publizierten Resultatetabelle steigt die Zahl der beobachteten Minima auf 2075; für die Bestimmung dieser Minima waren gegen 20700 Einzelbeobachtungen notwendig. Es ist sehr erfreulich, dass auch die Zahl der Beobachter angestiegen ist: in den ersten Resultatetabellen erschienen die Namen von zwei oder drei Beobachtern. Die Tabellen des Jahres 1970 umfassen bis zu elf Namen. Wir gratulieren den Herren KURT LOCHER und ROGER DIETHELM und den übrigen Beobachtern der BBSAG und wünschen ihnen weiterhin die gleiche Ausdauer und Erfolg!

Die systematische Beobachtung der Bedeckungsveränderlichen kann optimal nur mit Hilfe von berechneten Voraussagen der Minimumszeit geschehen. Für den einzelnen Beobachter ist die Berechnung der Minimumszeiten eine sehr zeitraubende Angelegenheit, bei der grossen Anzahl von gegen 150 Veränderlichen im Programm der BBSAG wird sie ohne elektronische Hilfsmittel fast unmöglich. Dank dem grosszügigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. P. LÄUCHLI, Rechenzentrum der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, konnten die Herren RO-

GER DIETHELM und KURT LOCHER ein Computerprogramm für die Berechnung der Minimumszeiten von gegen 150 Bedeckungsveränderlichen aufstellen und für das ganze Jahr 1971 rechnen. In diesem Programm ist neben den Abweichungen der Minima gegenüber den in den Katalogen publizierten Elementen (B-R) auch berücksichtigt, dass der betreffende Veränderliche zur Zeit des Minimums genügend hoch über dem Horizont bei genügend dunklem Himmel steht. Die Vorhersagen wurden in Form eines 47seitigen Buches herausgegeben, woraus ich als Beispiel die Angaben für eine Nacht angeben möchte:

1971 März 1./2. (Zeiten kursiv in MEZ)

20	AB And	23	AK CMi W UMa	02½	AL Cam
20½	SV Cam	23½	XZ CMi AF Gem	03	W UMa LZ Dra
21	S Ant VW Cep RT And XY UMa	00	W Crv VW Cep	03½	AO Ser VW Cep W UMi
21½	WY Cnc RZ Tau	00½	AH Vir	04½	W Crv
22	AO Mon UV Leo X Tri	01	T LMi	05	SZ Her
		01½	TX Her		

Das im Einvernehmen mit der Berliner Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne (BAV) und Herrn M. BALDWIN von der American Association of Variable Star Observers (AAVSO) herausgegebene Voraussagenheft wird von Erläuterungen in deutscher, französischer, englischer und russischer Sprache eingeleitet. Wir danken den Herren ROGER DIETHELM und KURT LOCHER für diese grosse Arbeit und hoffen, dass möglichst viele Beobachter diese Voraussagen nutzbringend anwenden werden. *Die Redaktion*

### Ergebnisse der Beobachtungen von Bedeckungsveränderlichen

1	2	3	4	5	6	7	CX Aqr	890.317	7980	0.000	13	RD	d
RT And	2 440 888.434	+ 26663	-0.029	9	RD	a	CX Aqr	890.326	7980	+0.008	5	KL	d
RT And	890.322	26666	-0.028	13	RD	a	CZ Aqr	2 440 921.253	+11527	+0.019	9	KL	b
WZ And	2 440 872.289	+ 8333	-0.004	14	KL	d	KP Aql	2 440 876.352	+ 2473	+0.030	10	RD	d
WZ And	888.281	8356	-0.012	6	KL	d	00 Aql	2 440 865.388	+13100	-0.050	11	KL	a
WZ And	903.245	8377½	-0.005	8	KL	d	00 Aql	866.406	13102	-0.046	10	KL	a
XZ And	2 440 921.443	+ 5922	+0.081	8	AA	b	00 Aql	876.285	13121½	-0.049	7	RD	a
AB And	2 440 865.265	+14329	+0.035	9	KL	b	00 Aql	876.287	13121½	-0.047	7	KL	a
AB And	876.392	14362½	+0.043	8	RG	b	00 Aql	911.246	13190½	-0.058	6	RD	a
AB And	890.334	14404½	+0.046	12	RD	b	V 343 Aql	2 440 872.337	+ 6738	-0.015	8	KL	d
AB And	926.337	14513	+0.039	6	KL	b	V 346 Aql	2 440 888.355	+ 8640	-0.020	8	KL	b
RY Aqr	2 440 887.348	+ 3567	-0.051	7	KL	b	V 346 Aql	888.356	8640	-0.020	7	RG	b
RY Aqr	889.294	3568	-0.072	7	RG	b	V 346 Aql	888.363	8640	-0.012	10	HP	b
RY Aqr	889.303	3568	-0.063	6	KL	b	TT Aur	2 440 853.446	+14715	+0.020	6	RD	a
CX Aqr	2 440 865.301	+ 7935	+0.003	16	KL	d	SV Cam	2 440 872.339	+11963	-0.014	16	HP	b
CX Aqr	866.415	7937	+0.004	10	KL	d	SV Cam	872.344	11963	-0.009	8	RG	b
CX Aqr	866.429	7937	+0.018	11	HP	d	SV Cam	878.270	11973	-0.013	14	HP	b

RZ Cas	2 440 875.539	+19678	-0.040	10	KL	b	U Oph	876.336	19433½	-0.007	7	KL	a
RZ Cas	892.280	19692	-0.031	7	KL	b	U Oph	892.256	19443	-0.022	7	KL	a
TV Cas	2 440 870.318	+11449	-0.002	9	RG	b	ER Ori	2 440 872.554	+14424	-0.076	10	KL	b
TV Cas	888.433	11459	-0.014	9	RD	b	ER Ori	887.589	14459½	-0.071	10	KL	b
TV Cas	890.263	11460	+0.004	12	RD	b	ER Ori	891.605	14469	-0.078	11	KL	b
AB Cas	2 440 888.324	+ 5320	+0.012	16	HP	b	ER Ori	895.633	14478½	-0.073	6	KL	b
AB Cas	903.357	5331	+0.009	20	HP	b	ER Ori	901.554	14492½	-0.080	10	KL	b
VW Cep	2 440 853.393	+27628½	-0.073	9	RD	b	ER Ori	926.536	14551½	-0.078	7	KL	b
VW Cep	866.340	27675	-0.067	6	RD	b	FT Ori	2 440 885.573	+ 2500	+0.010	9	KL	d
ZZ Cep	2 440 871.353	+ 6043	+0.005	11	HP	d	FT Ori	926.532	2513	+0.014	9	KL	d
EG Cep	2 440 890.264	+25634	+0.011	12	RD	d	DI Peg	2 440 911.353	+11899	-0.011	7	KL	b
RW Cet	2 440 885.563	+ 8621	-0.051	6	KL	a	DI Peg	921.324	11913	-0.005	6	KL	b
RW Cet	889.466	8625	-0.049	13	KL	a	Z Per	2 440 888.345	+ 726	+0.014	21	HP	d
TW Cet	2 440 889.403	+32295	-0.013	6	KL	b	Z Per	888.352	726	+0.021	8	KL	d
TW Cet	911.272	32364	-0.008	7	KL	b	RT Per	2 440 876.271	+19217	-0.035	7	KL	d
TW Cet	921.279	32395½	+0.019	5	KL	b	RT Per	927.230	19277	-0.041	6	KL	d
XY Cet	2 440 889.495	+10181	-0.004	13	KL	d	β Per	2 440 890.357	+ 2157	-0.036	8p	RG	a
W Crv	2 440 913.689	+33633	0.000	17	KL	a	β Per	890.389	2157	-0.003	22	HP	a
W Crv	926.689	33666½	-0.001	6	KL	a	Y Psc	2 440 890.305	+ 1380	-0.028	8	RD	a
WW Cyg	2 440 895.462	+ 1696	+0.024	21	HP	d	Y Psc	890.313	1380	-0.020	15	HP	a
KR Cyg	2 440 890.355	+13943	-0.014	9	RD	d	RW PsA	2 440 866.322	+18138	-0.027	11	KL	a
V 456Cyg	2 440 890.295	+ 9608	+0.014	12	RD	d	RW PsA	879.293	18174	-0.032	5	KL	a
V 548Cyg	2 440 889.357	+ 3651	-0.029	15	HP	d	RW PsA	888.300	18199	-0.037	5	KL	a
V 836Cyg	2 440 866.368	+21914	-0.002	9	RD	b	RW PsA	890.274	18204½	-0.041	6	KL	a
V 836Cyg	887.277	21946	-0.003	6	RD	b	RW PsA	903.255	18240½	-0.040	7	KL	a
TY Del	2 440 889.275	+10804	+0.005	8	KL	a	RW PsA	927.223	18307	-0.042	6	KL	a
RR Dra	2 440 890.443	+ 2649	+0.059	19	HP	a	UZ Pup	2 440 890.620	+18692	-0.023	12	KL	a
UZ Dra	2 440 872.370	+ 6575	+0.006	20	HP	d	XZ Pup	2 440 890.691	+ 6860	0.000	17	KL	d
UZ Dra	890.291	6580½	-0.010	12	RD	d	AV Pup	2 440 926.623	+17522½	+0.044	5	KL	d
UZ Dra	903.354	6584½	+0.008	20	HP	d	AY Pup	2 440 913.667	+31009½	+0.049	17	KL	a
RU Eri	2 440 865.469	+33502	+0.089	8	KL	a	AY Pup	926.562	31037	+0.048	10	KL	a
RU Eri	887.586	33537	+0.079	10	KL	a	RZ Pyx	2 440 926.661	+ 6608	+0.220	4	KL	d
RU Eri	889.488	33540	+0.084	11	KL	a	TT Pyx	2 440 913.714	+10088	+0.066	17	KL	d
RU Eri	913.514	33578	+0.086	10	KL	a	YY Sgr	2 440 889.236	+ 8150	+0.003	16	KL	d
TZ Eri	2 440 923.568	+ 5701	+0.029	12	EM	a	YY Sgr	890.255	8150½*	-0.292	8	KL	d
WX Eri	2 440 865.372	+16194	+0.004	6	KL	a	V 505 Sgr	2 440 876.297	+ 6223	-0.041	16	HP	a
WX Eri	887.607	16223	+0.011	11	KL	a	V 505 Sgr	876.302	6223	-0.037	6	KL	a
WX Eri	888.413	16224	-0.006	8	RD	a	U Sct	2 440 892.235	+25682	+0.022	9	KL	a
WX Eri	888.435	16224	+0.016	7	KL	a	RW Tau	2 440 913.506	+ 8565	-0.072	15	KL	b
WX Eri	921.361	16264	+0.011	13	KL	a	RW Tau	927.347	8570	-0.076	12	RG	b
YY Eri	2 440 865.492	+22659½	+0.010	10	KL	b	X Tri	2 440 876.382	+ 6362	+0.029	14	HP	a
YY Eri	872.561	22681½	+0.004	12	KL	b	X Tri	911.364	6398	+0.036	13	RM	a
YY Eri	885.588	22722	+0.011	6	KL	b	X Tri	914.270	6401	+0.026	10	KL	a
YY Eri	902.628	22775	+0.011	7	KL	b	W UMi	2 440 866.298	+ 4355	-0.005	8	RD	a
YY Eri	923.359	22839½	+0.006	5	KL	b	W UMi	888.406	4368	-0.011	9	RD	a
SW Lac	2 440 854.572	+10233	-0.011	8	RD	d	AW Vul	2 440 911.268	+17857	-0.021	7	KL	d
SW Lac	875.422	10298	-0.008	13	HP	d	BU Vul	2 440 866.300	+12774	+0.064	8	RD	a
SW Lac	878.305	10307	-0.012	8	RG	d	BU Vul	866.308	12774	+0.072	7	AE	a
SW Lac	878.307	10307	-0.010	6	AN	d	BU Vul	887.345	12811	+0.057	8	KL	a
SW Lac	887.286	10335	-0.011	9	RG	d							
SW Lac	887.286	10335	-0.011	7	KL	d							
SW Lac	888.401	10338½	-0.019	8	RD	d							
SW Lac	890.324	10344½	-0.020	10	RD	d							
SW Lac	903.320	10385	-0.013	9	RG	d							
CM Lac	2 440 876.407	+ 8631	-0.003	6	RG	b							
CM Lac	876.412	8631	+0.003	19	HP	b							
CM Lac	889.250	8639	+0.003	12	HP	b							
RR Lep	2 440 926.557	+11524	+0.003	10	KL	d							
RS Lep	2 440 895.626	+ 3651	+0.004	6	KL	b							
RS Lep	913.656	3665	-0.005	10	KL	b							
RS Lep	926.550	3675	+0.004	8	KL	b							
TZ Lyr	2 440 876.377	+38211	+0.011	11	RD	d							
FL Lyr	2 440 872.353	+ 3221	-0.017	8	RG	a							
FL Lyr	872.378	3221	+0.008	21	HP	a							
U Oph	2 440 871.288	+19430½	-0.023	6	KL	a							
U Oph	876.320	19433½	-0.023	8	RD	a							

Die Kolonnen bedeuten: 1 = Name des Sterns; 2 = B = heliozentrisches Julianisches Datum des beobachteten Minimums; 3 = E = Anzahl Einzelperioden seit der Initialepoche; 4 = B - R = Differenz zwischen beobachtetem und berechnetem Datum des Minimums in Tagen (\* exzentrisches Nebenminimum); 5 = n = Anzahl Einzelbeobachtungen (p photographische Aufnahmen) die zur Bestimmung der Minimumszeit verwendet wurden; 6 = Beobachter: RD = ROGER DIETHELM, 8400 Winterthur, AE = ANDREAS ERDIN, 8344 Bäretswil, RG = ROBERT GERMANN, 8636 Wald, KL = KURT LOCHER, 8624 Grüt-Wetzikon, EM = ERNST MAYER, Barberton, Ohio 44203, USA, RM = ROGER MEIER, 8640 Rapperswil, AA = ANDRES MEYER, 8700 Künsnacht, zusammen mit AN, AN = ANDREAS NÖTZLI, 8044 Zürich, HP = HERMANN PETER, 8112 Otelfingen; 7 = Berechnungsgrundlagen für E und B - R: a, b, d = General Catalogue of Variable Stars 1958, 1960, 1969.

Reduziert von R. DIETHELM und K. LOCHER

## Un spectrohélioscope miniaturisé

par FREDRICK N. VEIO, Clearlake Park

Comparativement à celle effectuée en lumière blanche, l'observation du disque solaire en lumière H-alpha (6563 Å de longueur d'onde) présente un ensemble entièrement différent de détails fascinants sur la surface ou sur le limbe, qui changent constamment, jour après jour.

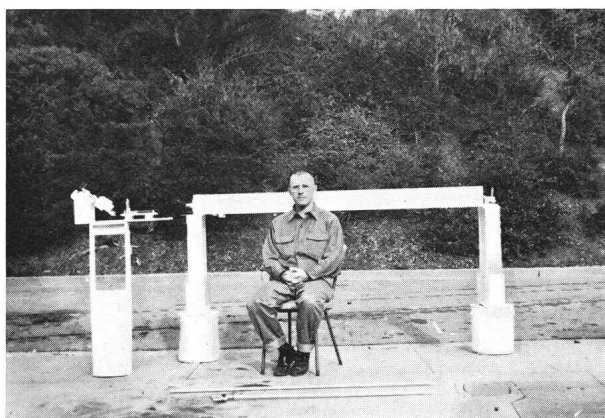
Il y a trois instruments permettant d'étudier le disque solaire en lumière H-alpha: un filtre utilisant la biréfringence calcite-quartz, coûtant dans les 7000 dollars, un filtre à interférence, à plusieurs couches et d'un prix de 4000 dollars environ, et un spectrohélioscope coûtant également 4000 dollars. A cela il faut ajouter encore le prix de l'abri, qui dépassera les 2000 dollars.

Il est donc évident que pour un amateur, une société astronomique, ou une école, le seul moyen économique d'observer le Soleil est de construire soi-même un spectrohélioscope.

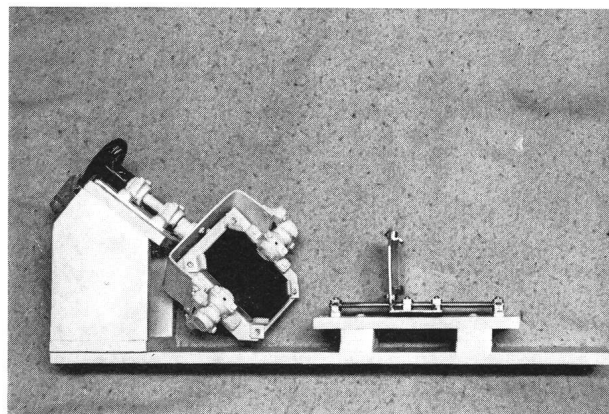
Le projet proposé a été publié dans «Sky and Telescope» de janvier 1969, à la page 45. C'est un instrument portable, ce qui élimine l'abri coûteux. Les moules à métal onéreux et le travail au tour ne sont pas nécessaires, ce qui diminue fortement les dépenses.

Le bois et les accessoires qu'on peut acheter tout prêts ont été utilisés en majeure partie. Le prix atteint en 1970 325 dollars environ.

Le projet comprend trois solides pieds en bois pesant 30 kilcs chacun. La boîte en bois du spectroscopie, longue de 2.10 m, pèse 3.2 kg, et contient une lentille de spectroscopie de 50 mm d'ouverture et de 1.90 m de longueur focale, et un réseau Bausch et Lomb d'une surface travaillée de 30 mm sur 32, ayant 1200 traits au millimètre, et donnant la longueur d'onde de 5000 Å. La dispersion linéaire est de 4 Å par millimètre dans le premier ordre. Le prix de ce réseau est de 155 dollars. La lentille du spectroscopie doit être un ménisque positif. Un petit diaphragme à l'intérieur de la boîte arrête une fine réflexion assez brillante de la lentille.



Vue d'ensemble, avec l'auteur au centre. C'est pour la prise de vue que le support de l'héliostat a été placé tout près de la boîte.



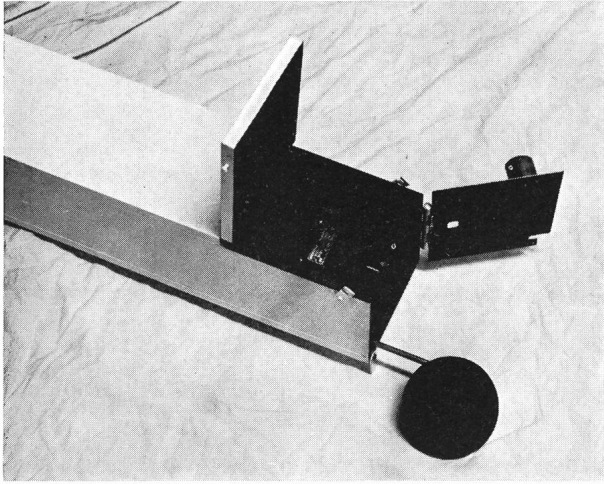
Miroir de l'héliostat et lentille de l'instrument.

La lentille, de 64 mm d'ouverture, et d'une longueur focale de 2.70 m, et le miroir de l'héliostat, de 100 mm, sont montés sur un pied séparé. Deux oculaires, de 50 et 113 mm de longueur focale, complètent le tout.

Il y a quatre procédés pour recomposer l'image du Soleil: celui des fentes oscillantes de HALE, celui des fentes vibrantes de SELLER, les prismes d'ANDERSON, et le disque de verre laqué et tournant. Ces deux derniers sont les meilleurs, car ils ne causent aucun problème de vibration. Les prismes d'ANDERSON, montés, coûtent au moins 500 dollars, et les disques de verre tournants 150 dollars s'ils sont manufacturés par une firme d'optique. Pour l'amateur, la confection des disques tournants est bien plus aisée et meilleur marché que celle des prismes d'ANDERSON. Les deux disques nécessaires coûtent 20 dollars. Ce procédé des disques tournants est une véritable aubaine pour les amateurs. L'auteur est le premier amateur qui ait utilisé ce système, inventé par M. STANLEY en 1912. Les disques de verre, plan-parallèles, ont un diamètre de 106 mm et une épaisseur de 6 mm. Ils sont montés sur un support métallique placé sur l'axe d'un moteur synchrone de 10 watt qui tourne à raison d'une révolution par seconde. Les disques présentent 24 fentes taillées dans la surface peinte. Chaque fente est large de 0.125 mm et laisse filtrer l'équivalent d'une bande passante de 0.5 Å, ce qui donne un excellent contraste pour le disque solaire en lumière H-alpha. La bande passante ne doit pas dépasser 0.8 Å, mais 0.6 ou moins sont préférables. Il y a sur le marché des filtres à interférence de 1.5 Å, mais ils ne sont pas à recommander pour l'étude du disque solaire.

La résolution moyenne d'un spectrohélioscope dépend de la largeur des fentes et du diamètre du disque solaire à la fente d'entrée. Une lentille de 2.70 m de longueur focale donne un disque solaire de 25 mm de diamètre. Avec une largeur de fente de 0.125 mm, des détails de 10" d'arc peuvent être séparés. L'aspect du détail du disque solaire déterminera le pouvoir de ré-





Devant de la boîte, couvercle ouvert. Tige de mise au point de la lentille du spectroscopie à environ 106 mm du disque de verre.

solution. Par exemple, un filament sombre et étroit d'environ 5" sur 25" d'arc sera vu aussi facilement qu'un filament étroit mais faible de 10" sur 50". Des plages ou des protubérances de 10" sont aisément détectées. Il n'est pas nécessaire que le disque solaire soit occulté pour voir les protubérances. Le limbe et le disque sont vus en même temps comme un seul objet céleste n'offrant qu'un éclat sans danger.

Des flares de classe 1-, 1, 2 et 3 sont bien visibles jusqu'à 5 à 10" d'arc. La haute dispersion linéaire permet des mesures aisées et sûres de l'activité des filaments et des protubérances. Le spectre du Soleil est vu merveilleusement et en détails très fins.

Dès 1924, date de l'invention du spectrohélioscope par le Dr HALE, tous les spectrohélioscopes d'amateurs et de professionnels utilisaient un large réseau de 50 sur 50 mm ou plus, coûtant de 3 à 600 dollars. Un tel réseau n'est pas nécessaire. Pour obtenir un meilleur contraste dans les détails solaires, la bande passante ne doit pas dépasser 0.6 Å. Le réseau doit avoir une ré-

solution du tiers environ de 0.6 Å, soit 0.2 Å. Un réseau de Bausch et Lomb de 30×32 mm offre 90% de résolution de 0.19 Å dans la raie H-alpha, et se révélera excellent. L'auteur est le premier amateur à avoir utilisé un si petit réseau et a trouvé qu'on peut en obtenir de magnifiques images du disque solaire. Ainsi, on économise beaucoup d'argent, parfois aussi des droits de douane...

En dehors de Bausch et Lomb, «Diffraction Products» vend un réseau de même format avec 80% de résolution (0.21 Å) pour 96 dollars. Il est à recommander.

De nombreux observatoires publics et planétariums possèdent un instrument déjà monté sous une coupole ou une autre sorte d'abri. Ils n'ont dans ce cas pas besoin de construire un spectrohélioscope portable. Il suffit de monter l'optique sur le côté de l'instrument, en repliant les rayons en forme de Z.

L'auteur désire faire partager ses connaissances à d'autres amateurs dans le monde. Aussi a-t-il écrit un petit opuscule de 21 pages, contenant des plans détaillés, et pour lequel il ne demande qu'un dollar pour ses frais. Dix-huit pays en ont déjà commandé et l'intérêt pour l'étude du Soleil dans la raie H-alpha s'est considérablement développé. Cinq amateurs, dont l'un vit en Hollande, ont déjà construit l'instrument décrit par l'auteur.

L'astronomie a été mon «hobby» depuis 24 ans, et depuis 1964, j'entreprends une campagne pour répandre le spectrohélioscope à travers le monde.

*Adresse de l'auteur:* FREDRICK N. VEIO, P. O. Box 338, Clearlake Park, California 95424, USA.

*Note de la rédaction:* l'auteur a eu l'amabilité de nous envoyer deux exemplaires de l'opuscule dont il est question dans son article. Nous les tenons bien entendu à disposition de tout amateur qui voudrait tenter la construction d'un tel spectrohélioscope. Le texte est en langue anglaise, et il contient de nombreux schémas de montage. Prière de s'adresser à E. ANTONINI, 11 Chemin de Conches, 1211 Conches (Genève).

## Eine abenteuerliche Bergung

Anlässlich der Totalen Sonnenfinsternis vom 7. März dieses Jahres wurden in der Totalitätszone der USA zahlreiche Raketen verschiedener Grössen in die Hochatmosphäre und darüber hinaus geschossen, beladen mit wissenschaftlichen Apparaturen sonder Zahl. Wohl noch nie wurde eine Totale Sonnenfinsternis derart umfassend zur Sonnenforschung benutzt.

Eine der grössten dieser Raketen, eine amerikanische «Aerobee», mit 4 Kameras an Bord, die in einer Höhe von 162 km über der Erdoberfläche das Flash-Spektrum der Chromosphäre registrieren und noch weitere Aufnahmen machen sollte, stürzte ins Meer, da sich der Fallschirm nicht öffnete. Der Aufschlag auf das Wasser, etwa 110 km von der Abschussrampe der Wallop-Insel an der Küste Virginias entfernt, zerstörte das Gerät, das sofort in eine Tiefe von mehr als 1500

Metern versank. Der Wasserdruck von gegen 500 Atmosphären besorgte das übrige...

Nun wurde diese kostbare Ladung durch ein neuartiges, unbemanntes Rettungsgerät der USA-Marine geborgen und der meerwassergetränkte Film mit Erfolg einer Spezialbehandlung unterzogen. Es gelang damit, das erste Ultraviolett-Spektrum der Chromosphäre während der Totalität einer Finsternis für die Wissenschaft zu retten. Da sozusagen alle Experimente im grossen Raketenkopf ebenfalls photographischer Natur waren, betrachten die Fachleute die «Aerobee»-Ergebnisse als einen Erfolg.

Das zerstörte Gerät konnte am 22. März an einem Punkt des Meeresbodens geortet werden, nur 400 Meter neben dem berechneten Punkt. Die Bergung selbst gelang mit einem kabelkontrollierten Unterwasser-

Bergungsgerät «CURW III», geführt vom Marine-Rettungsschiff «Opportune». Das Such- und Bergungsvehikel ist ausgerüstet mit einer «Sonar»Ortungs-Anlage, Stroboskop-Leuchten, Fernseh-Kameras und einem Greifer. Es vermag noch in einer Tiefe von bis zu 2300 Metern zu arbeiten. Am 22. März, morgens 05.15, konnte «CURW III» in einer Tiefe von 1930 Metern den Fund ergreifen und ihn in langsamem Aufstieg kurz vor Mittag an die Meeresoberfläche zu heben.

So wurden die kostbaren Filme gerettet. In welchem Zustand sich die Kameras präsentierten, wird im Bericht der NASA, dem wir diese interessante Nachricht entnehmen, nicht erwähnt.

von HANS ROHR, Schaffhausen

## Bibliographie

ROBERT A. NAEF: *Der Sternenhimmel 1971*. Verlag Sauerländer, Aarau, 1970; 187 Seiten; Fr. 15.–.

Der neue *Naef* für 1971, jedes Jahr sehlich erwartet, ist erschienen. Damit geht der Wunsch Hunderter von Sternfreunden in Erfüllung, die sich für das Kommende am Nachthimmel des Jahres interessieren und sich freuen.

Aus der Fülle, die der neue Jahrgang wiederum zeigt, wollen wir nur ein paar wichtige Hinweise herausgreifen, um das Umfassende im Inhalt des bekannten «Himmels-Baedeckers» anzudeuten. 1971 kommen sich Erde und Mars so nahe, wie das nur alle 15 oder 17 Jahre der Fall sein wird. Das Mars-Scheibchen erreicht am 12. August einen Durchmesser von fast 25 Bogensekunden, also etwas mehr als die Hälfte des scheinbaren Durchmessers des Jupiters. Das erlaubt dem Amateur, in einem bescheidenen Fernrohr den hellen Polflecken wie die grösseren dunklen Gebiete gut zu erkennen. Der *Naef* bringt hierzu nicht nur eine ausgezeichnete Mars-Karte Dr. DU MARTHAYRS, Genf, des leider zu früh verstorbenen Generalsekretär unserer Gesellschaft. Auf mehreren Seiten widmet der erfahrene Autor dem so seltenen Ereignis grösster Erdnähe sorgfältig gezeichnete Kärtchen und neueste Aufnahmen (Mars-Sonden 1969!). Dass daneben nichts zu kurz kommt, seien stichwortartig – als weitere Beispiele der Reichhaltigkeit – die ausführlichen Angaben über die drei partiellen Sonnenfinsternisse und die beiden totalen Mondfinsternisse 1971 erwähnt, von denen die vom 6. August auch in der Schweiz verfolgt werden kann. Das kommende Jahr bringt nicht weniger als drei Plejaden-Bedeckungen durch den Mond. Für 97 Sternbedeckungen (alle bis zu 7.5 Grösse!) gibt NAEF Umrechnungs-Faktoren für jeden beliebigen Ort usw.

Von den 50 Illustrationen seien lediglich zwei interessante Aufnahmen des Kometen BENNETT erwähnt. Neben den präzisen Angaben über die bekannten Meteorströme nennt das erstaunliche Büchlein das eventuelle Auftreten eines neuen Stromes in der Nacht vom 9. November aus Cassiopeia/Cepheus. Zum Schluss sei noch auf die für den Sternfreund so wichtige «Auslese lohnender Objekte» hingewiesen, die nicht weniger als 21 Seiten umfasst und dem neuesten Stand der Forschung nachgeführt wurde. Es ist kaum zu glauben, dass NAEF dieses Jahrbuch neben seinem Beruf erarbeitet, und dies nun seit 31 Jahren! – Es ist ausgeschlossen, in einer Rezension den Schatz astronomischer Hinweise erschöpfend zu behandeln. Der erfahrene Amateur kennt seinen *Naef*. Dem angehenden Sternfreund aber kann diese konzentrierte Darstellung der kommenden Ereignisse am Nachthimmel rückhaltlos empfohlen werden. HANS ROHR

ROBERT A. NAEF: *Der Sternenhimmel 1971*. Editions Sauerländer, Aarau, 1970; 187 pages; Fr. 15.–.

Chaque année, vers la fin décembre, avec une ponctualité remarquable, paraît le nouveau *Sternenhimmel*, qui vient nous renseigner sur les événements astronomiques des douze prochains mois. Cette fois-ci encore, il n'y manque pas, avec son calendrier astronomique qui nous décrit, jour après jour, les phénomènes marquants qui vont se produire. Et dès qu'un événement plus important est prévu, tel qu'éclipse de Soleil ou de Lune, opposition de Mars ou essaim de météorites par exemple, le calendrier du mois est précédé de tout un chapitre illustré de cartes et de schémas, qui en donnent toutes les caractéristiques et nous permettent de l'observer avec le maximum d'efficacité. On peut vraiment dire que M. NAEF mâche le travail des observateurs, qui lui doivent en retour une grande reconnaissance.

Bien entendu, les tables du Soleil, de la Lune et des planètes bien entendu encore les renseignements donnés par le calendrier. Quels événements majeurs ce dernier nous propose-t-il pour 1971? D'abord une seule éclipse de Soleil, partielle malheureusement, sera visible en Europe, le 25 février. Par contre, nous pourrions observer deux éclipses totales de Lune, le 10 février et le 6 août.

Le début de l'année sera marqué par le rapprochement, dans le ciel du matin, de 4 planètes: Vénus, Mars, Jupiter et Neptune. Les distances apparentes seront parfois extrêmement faibles: le 26 janvier, par exemple, Mars ne sera qu'à 0°20' de Jupiter. Voilà un spectacle à ne pas manquer!

Le 10 août, l'opposition de Mars nous offrira un grand rapprochement de cette planète, dont le diamètre atteindra 24.9".

Enfin, la Lune occultera à trois reprises les Pléiades. Bien entendu, il y a encore une quantité d'autres phénomènes intéressants en 1971, que je vous laisse le plaisir de découvrir vous-mêmes dans le *Sternenhimmel*.

Toujours soucieux d'agrémenter son annuaire, M. NAEF nous présente cette fois de très belles photographies de Mars obtenues par Mariner 6 et 7, ainsi que de remarquables clichés de la comète BENNETT (1969i) pris au Gornergrat par CL. NICOLLIER.

En bref, c'est un petit livre dont les observateurs chevronnés ne peuvent se passer, et qui enseignera aux débutants des quantités de choses qu'ils ignorent encore.

Les lecteurs de langue française qui connaissent un peu l'allemand auront vite fait de s'y retrouver et finiront par apprécier autant le *Sternenhimmel* que leurs collègues de langue allemande.

EMILE ANTONINI

RICHARD-HEINRICH GIESE: *Erde, Mond und benachbarte Planeten*. BI-Hochschulschriften Nr. 705/705 a. Bibliographisches Institut, Mannheim/Wien/Zürich 1969; 250 Seiten.

Das vorliegende Buch entstand aus einer Einführungsvorlesung, die RICHARD-HEINRICH GIESE im Wintersemester 1968/69 vor Naturwissenschaftlern und Geographen gehalten hat. Die Weltraumfahrt hat es ermöglicht, dass wir unseren Heimatplaneten wie auch die benachbarten Himmelsobjekte auf eine ganz neue Art studieren können. Aus diesem Grunde beschränkt sich GIESE ganz bewusst auf die Erde, den Mond und die Planeten Merkur, Venus und Mars. Gerade diese Himmelskörper werden auch in den nächsten Jahren im Brennpunkt der weiteren Raumforschung stehen.

Obwohl das Buch aus einer Hochschulvorlesung entstanden ist, ist es dank seines systematischen Aufbaus und der eingeschobenen Erklärungen im Kleindruck auch dem Amateur-Astronomen bestens zu empfehlen. Ohne die entsprechende mathematische Vorbildung wird man wohl nicht jede angegebene Formel ganz verstehen können, was jedoch das Verständnis der dargebotenen Materie nicht beeinträchtigen sollte.

Im ausführlichen ersten Kapitel ist die Erde als Ganzes geschildert; dieses Kapitel ist für sich ein kleines Lehrbuch der Geophysik. GIESE erklärt den Aufbau des Erdinneren, die Erdbeben, die Gestalt der Erde als geometrische Näherung und als physikalische Näherung, das Magnetfeld der Erde und die Atmosphäre mit ihren vielen Einzelercheinungen.

Auf 65 Seiten bringt uns das Buch die heutigen Vorstellungen des Mondes näher, wobei auch die neuesten Forschungsergeb-

nisse berücksichtigt wurden. Die restlichen drei Kapitel befassen sich mit Merkur, Venus und Mars.

Das Buch ist eine wahre Fundgrube für Daten und Zusammenfassungen der uns interessierenden Gebiete. Es ist aber wohl möglich, dass die zukünftigen Raumflüge noch einige Revisionen bringen werden. Im heutigen Zeitpunkt ist das Buch aber wirklich als up-to-date zu bezeichnen. NIKLAUS HASLER-GLOOR

F. LINK: *La Lune*. Collection Sciences d'Aujourd'hui. Editions Albin Michel, Paris.

F. LINK, savant allemand qui a fait de fréquents séjours en France, où il a même professé à la Faculté des sciences de Paris, est un spécialiste de la Lune, dont il découvrit la luminescence en 1946.

Il était donc particulièrement bien placé pour écrire ce livre, qui fait la synthèse des recherches lunaires, des plus anciennes observations astronomiques aux dernières acquisitions de l'astronautique (Apollo XII et XIII compris).

Si ce volume n'apprend que peu de choses nouvelles aux astronomes-amateurs chevronnés qui se tiennent au courant par la lecture des diverses revues d'astronomie publiées dans le monde, il pourra quand même leur rendre service en tant qu'aide-mémoire pour tout ce qui concerne notre satellite. Les novices par contre auront tout intérêt à le lire.

Des schémas, diagrammes et de nombreuses photographies, dont plusieurs provenant de sondes lunaires ou des vaisseaux Apollo, complètent le volume, fort bien présenté.

EMILE ANTONINI

PAUL AHNERT: *Kalender für Sternfreunde 1971*. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1970; 200 Seiten mit 37 Abbildungen; broschiert DM 4.70

Der immer erfreulich frühzeitig erscheinende *Kalender für Sternfreunde* zeigt auch dieses Jahr wiederum den gewohnten Aufbau: Nach einer kurzen Einführung und einem Jahresüberblick folgen verschiedenste astronomische Angaben in Tabellenform (Ephemeriden von Sonne, Mond und Planeten, Sternbedeckungen usw.). Neben den Oppositionsephemeriden der 20 hellsten Planetoiden fehlen auch die physischen Ephemeriden der Planeten und die Angaben über die helleren Jupiter- und Saturnmonde nicht.

Auf rund 20 Seiten werden neuere astronomische Arbeiten und Entdeckungen referiert, wie etwa die Neuberechnung der Neptunmasse, neue Untersuchungen am Crab-Nebel und vieles mehr. Sieben ausführlichere Arbeiten bilden den Abschluss des preiswerten Büchleins, von denen zwei besondere Erwähnung verdienen: Die Mondfinsternisse der Jahre 1971 bis 2006 sind in Tabellenform zusammengestellt, was uns interessante Einblicke in deren Periodik gibt. In die Anfänge der Astronomie führt uns ein Kapitel über Babylonische Astronomie.

Der *Kalender für Sternfreunde* mit seinen vielen präzisen Angaben verdient es, in einem weiten Kreise von Amateurastronomen gelesen und auch als Grundlage für die Beobachtungen benutzt zu werden.

NIKLAUS HASLER-GLOOR

HANS-HEINRICH VOIGT: *Abriss der Astronomie*. B.I. Hochschulschriften 807/807a, 819/819a, Bibliographisches Institut Mannheim, Wien, Zürich 1969, 1970; 2 Bände, 540 Seiten, zahlreiche Abbildungen; je Fr. 8.35.

VOIGTS Abriss der Astronomie ist aus stichwortartigen Zusammenfassungen hervorgegangen, die vor jeder Vorlesungsstunde unter den Studenten verteilt wurden, damit ihnen das Aufschreiben erspart blieb und sie sich ganz auf die vorgetragenen Ausführungen konzentrieren konnten. Dieser Charakter: Ein Extrakt im Telegrammstil ist im vorliegenden Buch beibehalten worden, wenn auch die ursprünglichen Aufzeichnungen erweitert und ergänzt wurden. Entsprechend dieser Entstehung und Auffassung kann man VOIGTS *Abriss der Astronomie* nicht als ein Lehrbuch für Anfänger ansehen, es muss zum Verständnis schon einiges an Kenntnissen vorhanden sein, aber es stellt eine ganz vortreffliche kurze Zusammenfassung der ganzen Astronomie

dar, in der man alles findet, was man gerade braucht, wonach man irgendwann oder irgendwo mal sucht. Es liefert einem die exakten Definitionen aller astronomischen Begriffe, die Ableitungen sehr vieler wichtiger Gleichungen, die Auswahl und Art der benutzten Methoden, den historischen Werdegang der Probleme bis zu den modernsten Theorien und alles übersichtlich geordnet. Sämtliche Teilbereiche der Astronomie sind vertreten: Sphärische Astronomie, Himmelsmechanik unter Einschluss der Bahnen von Raumfahrzeugen, das Planetensystem, astronomische Instrumente jeglicher Art, Zustandsgrößen der Sterne, Sternatmosphären und unsere Sonne als best untersuchter Stern, Sternaufbau und -entwicklung, Veränderliche Sterne, Doppelsterne, Sternhaufen, das ganze Milchstrassensystem, andere Galaxien, wobei auch stets die Querverbindungen zwischen den einzelnen Gebieten sauber herausgeschält werden und die Beobachtungen in allen Spektralbereichen verwertet sind, also selbstverständlich auch die Radiostrahlung oder gar die Röntgenstrahlung usw.

Es ist plausibel, dass nicht alle Gebiete gleich ausführlich behandelt werden konnten; manche, über die man allgemein in populären Büchern sehr ausgiebig informiert wird, wie vielleicht über allgemeine Sphärik, über die Planeten, über den Mond, kommen hier etwas kürzer weg, bei anderen, wie bei der Physik der Sternatmosphären und auch bei der Sternentwicklung ist die Darstellung viel breiter und man wird sich freuen, wie klar und übersichtlich hier die nicht so ganz einfachen Zusammenhänge in Erscheinung treten, dass man sie fast spielend verstehen kann. Sehr nützlich sind auch die Literaturhinweise auf umfassende Behandlung der einzelnen Probleme.

Rein äusserlich wird manchen vielleicht stören, dass es kein gedrucktes Buch, sondern ein reproduziertes «Skriptum» ist, also Maschinenschrift und bei Formeln und Zeichnungen meist Handschrift, doch ist die Wiedergabe sehr sauber und übersichtlich, so dass dies meines Erachtens nichts ausmacht, man nimmt es in Anbetracht des niedrigen Preises gern in Kauf. Ein etwas ernsthafteres Manko sind sehr zahlreiche Druckfehler, nicht nur blosse Schreibfehler, sondern auch sinnstörende. Für den ersten Band sind schon 3 Seiten solcher Errata beigelegt, und auch damit sind noch nicht alle erfasst, wie, um nur ein Beispiel zu nennen, auf S. 172 die Vertauschung der Erklärungen für die beiden Populationen; für den zweiten Band dürfte es ähnlich sein, doch fehlt hier noch dieses Verzeichnis. Indes gegenüber dem vielen Positiven fällt das nicht sehr ins Gewicht, für sehr viele Amateure, für Studenten und auch für manche Fachleute dürfte das Buch von grossem Nutzen sein.

HELMUT MÜLLER

*Dynamics of Satellites*, Proceedings of a Symposium held in Prague, May 20–24, 1969 (COSPAR-IAU-IAG/IUGG-IUTAM), edited by B. MORANDO. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 1970; VII + 312 Seiten, 89 Abbildungen; US \$ 23.10, DM 84.–.

Das Symposium von 1969 in Prag schliesst sich an das ähnliche Symposium von 1965 in Paris an (vgl. ORION 12[1967] No. 101, S. 91). Es wurde veranlasst und organisiert von der IAU, der IAG/IUGG und der COSPAR und dient dem fruchtbringenden Gedankenaustausch über die in der Zwischenzeit auf dem Gebiet der Dynamik der künstlichen Satelliten gemachten Fortschritte, wobei sowohl Theorie und Beobachtung, als auch Anwendungsmöglichkeiten erörtert werden. Es sind 38 Beiträge abgedruckt, die meisten sehr ausführlich mit wertvollen Tabellen und Daten, aufschlussreichen Abbildungen und nützlichen Literaturhinweisen; bei einigen wenigen, die schon anderswo publiziert sind oder soeben publiziert werden, hat man sich in diesem Buch auf einen kurzen Abriss beschränkt. Die englische Sprache herrscht vor, bei 4 Artikeln wurde die französische gewählt. Angenehm ist, dass vor jedem Aufsatz eine Zusammenfassung steht, man gewinnt dadurch gleich einen Überblick.

Die behandelten Themen sind sehr mannigfaltig, so dass sie nicht einzeln aufgeführt werden können. Probleme der Satellitenbahnen werden besprochen, wie der Einfluss von Störungen diverser Art und der von Fehlern in den Ausgangsdaten, oder Anlage und Vorteil von schnellen Vorausberechnungen und anderes mehr. Die Bestimmung der zahlreichen Koeffizienten

der Potentialfunktion des Erdgravitationsfeldes mit Hilfe von Satellitenbeobachtungen ist ein anderer grosser Themenkreis. Satellitengeodäsie, also die möglichst exakte Erdvermessung über weite Bereiche wird in mehreren Aufsätzen diskutiert, wobei auch noch besonders die modernen Laser-Messungen mit in Betracht gezogen werden. Die Untersuchung des Zustandes unserer Erdatmosphäre aus dem wechselnden Luftwiderstand gegen die Satelliten, der Einfluss des direkten und des reflektierten Strahlungsdruckes auf die Satellitenbewegung sind weitere interessante Fragen, auf die näher eingegangen wird.

Den vollen Nutzen aus einem Symposium und einem solchen Bericht darüber wird wohl nur der spezielle Fachmann ziehen können, aber auch der interessierte Amateur kann hierdurch über viele Dinge einen guten Überblick bekommen, wird vor allem einen Eindruck gewinnen, welchen Fortschritt uns die künstlichen Satelliten auf den verschiedensten Gebieten verschaffen und wie der augenblickliche Stand der einzelnen Probleme ist.

HELMUT MÜLLER

A. G. PACHOLCZYK: *Radio Astrophysics*, Nonthermal Processes in Galactic and Extragalactic Sources. W. H. Freeman & Co. Ltd., San Francisco und Folkestone, Kent, 1970; XXI + 269 Seiten, 64 Abbildungen; 122/- sh.

Wenn man sich mit der aus dem Weltraum zu uns gelangenden Radiostrahlung beschäftigt; pflegt man im allgemeinen von einer Aufgabe der Radio-Astronomie zu sprechen. So wie man bei der aus dem Weltraum stammenden Strahlung des sichtbaren Lichtes einschliesslich der direkt angrenzenden Wellenlängenbereiche zwischen Astronomie und Astrophysik unterscheidet je nachdem, ob man sich auf die Bestimmung von Positionen und Bewegungen der Himmelskörper beschränkt, oder ob man ihr Wesen, ihren Zustand unter Anwendung physikalischer Methoden untersucht, wobei die Trennung zwischen diesen beiden Aufgabenbereichen keineswegs sehr eindeutig und scharf ist, könnte man auch bei der Radiostrahlung ganz analog verfahren. Bisher hat man das eigentlich nicht so gemacht, doch im vorliegenden Buch ist von dieser sinngemässen Trennung Gebrauch gemacht worden, und hier werden, wie im Untertitel aufgeführt ist, physikalische Prozesse in Radioquellen behandelt, und zwar bevorzugt nicht-thermische, die in diesem Fall von ganz besonderer Bedeutung sind.

Im einzelnen enthält das Buch folgendes. In einem einführenden Kapitel werden zunächst klar und übersichtlich Wesen und Wirkung von Radioteleskopen, von Interferometersystemen, von Empfängern dargelegt. Was man unter einem Plasma versteht, welches der Einfluss eines Magnetfeldes in einem Plasma ist, was man Synchrotron-Strahlung nennt und wie sich diese in einem Plasma verhält, wie das Spektrum der Radiostrahlung bei Streuung an freien Elektronen aussieht, wird in den nächsten Abschnitten auseinandergesetzt. Daran anknüpfend werden nun die beobachteten Spektren von diskreten Radioquellen betrachtet und gedeutet, man zieht daraus Schlüsse auf den physikalischen Zustand dieser Objekte. In einem weiteren Kapitel wird endlich auch noch auf die sehr wichtigen Radiospektrallinien eingegangen, die vom neutralen Wasserstoff im Grundzustand, die von verschiedenen Molekülen und die von Wasserstoff und Helium, die sehr hohen Niveau-Übergängen entsprechen. Recht nützlich ist auch noch ein Anhang, in dem gesondert einzelne Probleme behandelt werden, wie das Strahlungsfeld, spezielle Funktionen und Nomogramme, alles Dinge, auf die man in den anderen Kapiteln dann einfach hinweisen kann. Im Anhang findet sich auch noch eine Bibliographie der verschiedenen Durchmusterungen des Himmels nach Radioquellen, was eine ganz besonders nutzbringende Zusammenstellung ist, die man sonst vergeblich in dieser Vollständigkeit sucht.

Das Buch ist aus Vorlesungen an der Universität von Arizona hervorgegangen, setzt demgemäss eine gewisse mathematische und physikalische Grundbildung voraus. Der Aufbau auf dieser Basis erfolgt aber so klar und systematisch, dass man nun die erwähnten physikalischen Vorgänge, die zur Aussendung der Radiostrahlung führen, leicht begreifen kann. Die reinen Beobachtungstatsachen werden dabei nur gestreift, doch wird auf

die dafür zuständige Literatur ausgiebig hingewiesen, so dass man sich diese Daten dann leicht beschaffen kann. Überhaupt ist als bemerkenswert hervorzuheben, dass jedes Kapitel am Schluss ein ausführliches Literaturverzeichnis enthält, wodurch eine umfassende Weiterbildung möglich wird. Zu erwähnen wäre noch, dass auf die Besprechung des Bereiches der Radiophysik der Sonne wegen seines zu grossen Umfanges bewusst verzichtet worden ist.

Das Buch ist als ausgezeichnete Lehrmeister allen denen zu empfehlen, die Radio-Astronomie von Grund auf wirklich verstehen wollen, so auch besonders denen, die sich aktiv auf diesem Gebiet betätigen wollen.

HELMUT MÜLLER

*Surfaces and Interiors of Planets and Satellites*, edited by AUDOIN DOLLFUS. Academic Press, London and New York, 1970; 569 Seiten mit vielen Abbildungen; £ 9.00.

In den letzten Jahren wurden die Beobachtungsmethoden der Astronomie immer weiter verbessert und verfeinert, als neue Technik ist die Raumfahrt dazugekommen, so dass sich eine zusammenfassende Analyse der heutigen Kenntnisse über die physikalischen Eigenschaften der Planeten und ihrer Satelliten aufdränge. DOLLFUS und neun weitere weltbekannte Planetenspezialisten haben die neusten Erkenntnisse ihrer Spezialgebiete systematisch zusammengetragen.

J. KOVALEVSKY diskutierte die verschiedenen Methoden der Bestimmung der Planeten- und Satellitenmassen. Das Kapitel «Durchmesser der Planeten und Satelliten» von A. DOLLFUS ist auch für den Amateur sehr lesenswert. Die Unterschiede der optischen und der Radarmessungen werden am Beispiel der Venus sehr einleuchtend erklärt. In den weiteren Kapiteln referiert R. B. DYCE über die Radarstudien der Planeten, C. H. MAYER über die thermische Radiostrahlung, G. DE VAUCGULEURS über die Photometrie der Planetenoberflächen, T. GEHRELS über die Photometrie der Planetoiden (mit einer Liste der Oppositionshelligkeiten aller mit einer Nummer bezeichneten Planetoiden), M. S. BOBROV über die physikalischen Eigenschaften der Saturnringe, B. J. LEVIN über den inneren Aufbau der erdähnlichen Planeten und R. HIDE über die Magnetfelder der Planeten. In einem Schlusskapitel befasst sich CARL SAGAN mit den Bedingungen auf der Marsoberfläche und mit der Möglichkeit von Leben auf dem Mars. Leider sind in diesem letzten Kapitel die Ergebnisse der Raumfahrzeuge Mariner 6 und 7 noch nicht berücksichtigt, was doch einige Hypothesen recht erheblich geändert hätte.

Im vorliegenden umfangreichen Buch sind sehr viele Daten aufgeführt, es werden viele Einzelbeobachtungen wiedergegeben und kommentiert. Man mag sich jedoch fragen, warum die Planetenatmosphären überhaupt nicht ausführlich behandelt werden. Der Herausgeber rechtfertigt sich mit der Tatsache, dass im Verlaufe des letzten Jahrzehntes auf diesem Gebiet so umwälzende neue Ergebnisse gefunden wurden, dass das Jahr 1970 noch zu früh für eine Zusammenfassung sei. Das Buch ist nicht nur jedem Astronomen als Nachschlagewerk zu empfehlen, es ist eine Fundgrube für jeden Naturwissenschaftler.

NIKLAUS HASLER-GLOOR

*Annals of the IQSY* (International Years of the Quiet Sun). General Editor A. C. STICKLAND. M. I. T. Press (Massachusetts Institute of Technology), Cambridge, Mass., und London.

*Vol. 6: Survey of IQSY Observations and Bibliography*; X + 589 Seiten; 280/- sh.; 1970.

*Vol. 7: Sources and Availability of IQSY Data*; X + 345 Seiten; 164/- sh.; 1970.

Das Jahr der ruhigen Sonne war ausgesucht worden, damit man zur Zeit des Minimums der Sonnentätigkeit möglichst eindeutig das Verhalten der ungestörten «normalen» Sonne erfassen konnte, deren Auswirkungen sich zu allen anderen Zeiten im 11-jährigen Zyklus der Sonnentätigkeit die in mannigfacher Hinsicht viel eklatanteren der Aktivitätszentren auf der Sonne überlagern und sie dadurch verwischen. Die Ergebnisse der im genannten Zeitraum gewonnenen Beobachtungen und die Diskus-

sion darüber sind in einem Werk von 7 Bänden zusammengefasst und publiziert, von denen die ersten 5 schon vorher, die letzten beiden soeben erschienen sind. Band 1 und 2 enthalten die technischen Angaben über die Beobachtungen und ihre Verarbeitung, sowie Beobachtungslisten, Band 3-5 vorläufige Ergebnisse, wie sie vor allem auf dem IQSY/COSPAR-Symposium 1967 in London vorgelegt worden sind.

Im Band 6 wird zunächst das Programm und die Organisation seiner Durchführung auseinandergesetzt, dann folgt ein Überblick über die gesammelten Daten sortiert nach den verschiedenen Bereichen: Meteorologie, Erdmagnetismus, Nordlichter, Nachthimmelsleuchten, Ionosphäre, Sonnenaktivität, Kosmische Strahlung, Raumforschung, wobei die Art der Daten, die Methode, nach der man sie gewonnen hat, ihre Zuverlässigkeit und ihr mutmasslicher Wert ausführlich und kritisch erörtert werden. Recht nützlich ist auch die sich dann anschliessende nach Sachgebieten geordnete Bibliographie über rund 5300 veröffentlichte Artikel, die irgendwie auf die solar-terrestrischen Beziehungen im Zeitraum 1964/65 Bezug nehmen.

Der letzte Band dieser Annalen enthält die Liste der Beobachtungsstationen mitsamt den auf diesen jeweils durchgeführten Programmen, sowie die der im IQSY für diesen Zweck ausgesandten Raketen, Satelliten und Raumsonden mit den jeweiligen Aufgaben, die sie zu erfüllen hatten. Es folgt darauf ein Verzeichnis sämtlicher interessierender Daten für den Zeitraum 1957-1965, damit man die Verhältnisse beim Maximum und beim Minimum der Sonnenaktivität bequemer miteinander vergleichen kann. Ein Sach- und Autoren-Index für sämtliche 7 Bände dieser Annalen beschliesst das grosse Werk, das für Fachleute eine schier unerschöpfliche Fundgrube darstellt, aus der noch die mannigfachsten Ergebnisse herausgeholt werden können.

Wenn auch nur der spezielle Fachmann den vollen Nutzen aus diesem gewaltigen Material ziehen kann, so sind doch in diesen Annalen recht viele Tatsachen enthalten, die auch den Liebhaber sehr interessieren werden.

HELMUT MÜLLER

*Das Sonnensystem.* Universum Karten Nr. 4, Verlag Hallwag, Bern, 1970; Format 125×85 cm, gefaltet oder plano; Fr. 6.80.

Als Fortsetzung der Karten *Der Mond* (ORION 13 [1968] No. 104, S. 24), *Die Eroberung des Weltraums* (ORION 14 [1969] No. 111, S. 51) und *Die Sterne* (ORION 28. Jg. [1970] No. 117, S. 56) stellt uns der Hallwag-Verlag nun eine Karte des Sonnensystems vor. Auf der Vorderseite sind die Planetenbahnen in gelber Farbe auf blauem Grund eingezeichnet, die Bahnen ihrer Satelliten grau und die Bahnen der Kometen rot. Aus typographischen Gründen wurde bei der Darstellung der Bahnen ein Wurzelmaßstab gewählt, wodurch die Bahnen aller Planeten und Satelliten gesamthaft auf einer Karte dargestellt werden konnten. Diese Art der Darstellung ist für uns Amateurastronomen sehr ungewohnt; neben der Unmöglichkeit, das Kartenbild gedanklich in die Realität umzusetzen, besteht bei diesem Verfahren auch absolut keine Winkeltreue. Auf der Vorderseite sind neben Farbphotographien von Mars, Jupiter und Saturn auch schematische Grössenvergleiche der Sonne zu den Planeten angegeben.

Auf der Kartenrückseite finden sich die Erläuterungen in den vier Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Italienisch. Die Erläuterungen sind mit vielen Photographien und Skizzen versehen, wobei an einigen Stellen wiederum ein Wurzelmaßstab verwendet wurde. In kurzen Abschnitten werden die einzelnen Planeten, ihre Erscheinungen und den historischen Werdegang der Vorstellungen über das Sonnensystem charakterisiert; daneben finden sich Tabellen über die Bahnen der Planeten, ihrer Satelliten und der Kometen. Die Erläuterungen wurden von WERNER MERKLI zusammengestellt, der auch die Kartendarstellung bearbeitete.

Die Karte zeigt in demonstrativer Art alle Körper unseres Sonnensystems, die Erläuterungen geben alle wichtigen numerischen Daten an. Die vierte Karte der Universum-Serie aus dem Verlag Hallwag ist jedem Sternfreund zu empfehlen, und es ist zu hoffen, dass der Verlag diese Serie weiterführen möge.

NIKLAUS HASLER-GLOOR

*Theory and Observation of Normal Stellar Atmospheres*, Proceedings of the Third Harvard-Smithsonian Conference on Stellar Atmospheres edited by OWEN GINGERICH. The M.I.T. Press (Massachusetts Institute of Technology) Cambridge, Mass., and London; 1970; 472 Seiten, zahlreiche Abbildungen; 140.- sh.

Beim Umfang und bei der Vielgestaltigkeit der heutigen Astronomie ist es nicht mehr möglich, dass jeder Astronom auf allen Teilbereichen dieses ausgedehnten und komplexen Gebietes gleich gut Bescheid weiss und vor allem überall nutzbringende Forschungsarbeit leisten kann. Dementsprechend hat es sich als eine sehr zweckmässige Einrichtung erwiesen, neben den Mammut-Tagungen, auf denen mehr allgemeine und besonders auch organisatorische Fragen besprochen werden sollen, kleinere Arbeitstagungen, Konferenzen, Symposien, Kolloquien zu veranstalten, bei denen ein auserwähltes Gremium von Spezialisten zusammenkommt, um ein bestimmtes, begrenztes Thema fruchtbringend zu erörtern. Unter diesen Gesichtspunkten versammelten sich im April 1969 gegen 100 Astronomen aus 19 verschiedenen Ländern in Cambridge, Mass., unter dem Patronat des Smithsonian Astrophysical Observatory und des Harvard College Observatory, um über Theorie und Beobachtung von Sternatmosphären zu diskutieren.

Feinheiten der Spektralklassifizierung und dafür geeignete Beobachtungsindizes. Synthetische Spektren, d. h. Spektren, die nach einem vernünftigen Sternmodell unter plausiblen Annahmen berechnet werden, und der Einfluss der Unsicherheit der dafür verwandten Theorien. Der Vergleich von synthetischen und wirklich beobachteten Spektren. Die Wahl von passenden Parametern für die Berechnung einer ganzen Schar von Sternatmosphärenmodellen und die Gründe, die zu dieser Auswahl führten. Die numerischen Werte der Zustandsgrössen in eng aufeinanderfolgenden Schichten für eine solche Schar von Sternatmosphärenmodellen und die Art der Berechnung. Dies sind die hauptsächlichlichen Themenkreise, die auf dieser Konferenz besprochen wurden.

Besonders wertvoll ist es, dass in diesem Buch nicht nur alle Vorträge, die dort gehalten wurden, wiedergegeben sind, sondern auch sehr ausführlich die daran anschliessenden Diskussionen, wobei sogar noch nachträgliche, wesentliche Ergänzungen dazu beigefügt wurden. Gerade aus diesen Diskussionen kann man besonders viel lernen, man versteht hier oft erst so manche Finesse, die einem vorher einfach entgangen ist. Für jeden, der auf dem behandelten Gebiet forschend tätig sein will, sind solche Konferenzen und solche Publikationen darüber völlig unentbehrlich, für die andern ist es interessant und lehrreich, einmal den Stand des Problems bis in alle Feinheiten gründlich kennen zu lernen und von den möglichen Weiterentwicklungen zu hören.

HELMUT MÜLLER

## Aus der SAG und den Sektionen Nouvelles de la SAS et des sections

### Generalversammlung 1971 der SAG

Ort: Burgdorf  
Datum: 5. und 6. Juni 1971

Das Programm erscheint im nächsten Heft. Bitte reservieren Sie sich dieses Wochenende bei unseren Burgdorfer Sternfreunden!

*Achtung:* Die Teilnehmer sind freundlich gebeten, ihre Vorträge, Berichte und Projektionen (für Samstagabend) mit Angabe der Dauer und der gewünschten Projektoren an die Technische Redaktion des ORION, Strahleggweg 30, 8400 Winterthur, zu melden.

## Assemblée générale 1971 de la SAS

Lieu: Burgdorf  
Date: 5 et 6 juin 1971

Le programme paraîtra dans le prochain fascicule. Veuillez réserver ce week-end chez nos amis de Burgdorf!

*Attention:* Les participants sont priés d'annoncer les communications, exposés et projections (pour samedi soir) avec indication de la durée et du genre de projecteur désiré à la Rédaction technique d'ORION, Strahleggweg 30, 8400 Winterthur.

## Avis Mitteilung

Le voyage SAS en Californie, prévu pour mai 1971, n'aura pas lieu. Les intéressés peuvent se joindre au groupe de la Vereinigung der Sternfreunde (voyage du 27 mars au 18 avril), s'il y a encore des places libres, et obtenir des renseignements à l'adresse ci-dessous.

Die für Mai 1971 in Aussicht genommene SAG-Reise nach Kalifornien findet nicht statt. Interessenten können sich der Gruppe der Vereinigung der Sternfreunde anschließen (Reise vom 27. März bis zum 18. April), wenn noch Plätze frei sind, und sich hierfür an untenstehende Adresse wenden.

HORST G. MALLMANN  
D-2392 Glücksburg/Ostsee  
Am Thingplatz 5, BRD

## Internationales astronomisches Jugendlager 1971

Das nächste internationale astronomische Jugendlager wird vom 28. Juli bis 11. August 1971 in Bologna (Oberitalien) stattfinden. Die Leitung des Unternehmens hat diesmal Dr. LUIGI BALDINELLI, der Präsident der Internationalen Union der Astro-Amateure, übernommen.

Das Lager ist eine Zusammenkunft von jungen Leuten verschiedener Nationen, die sich für die praktische Seite der Astronomie interessieren. Man hat auch die Möglichkeit, Ideen und Erfahrungen auszutauschen. Im Programm sind Diskussionen, Vorträge und Beobachtungen vorgesehen. Eine Dunkelkammer, eine Lagerbibliothek und Instrumente stehen den Teilnehmern zum Arbeiten zur Verfügung. Als offizielle Lagerversprachen gelten Englisch und Französisch.

Die Gesamtkosten werden nicht mehr als etwa Fr. 150.- betragen.

Weitere Auskünfte erteilt (nur am Wochenende)

CHRISTINE PFARRER, Sporimatte  
3715 Adelboden, Tel. (033) 73 16 81

## Camp international 1971 des jeunes astro-amateurs

Le prochain camp international des jeunes astro-amateurs est prévu cette année du 28 juillet au 11 août 1971, dans la charmante cité italienne de Bologne. Cette rencontre se déroulera pour le plus grand plaisir de tous sous la direction du président de l'Union internationale des astronomes-amateurs, M. le Dr. LUIGI BALDINELLI.

Ce camp est une excellente occasion donnée aux jeunes de pouvoir confronter des problèmes et échanger des idées avec des jeunes de toutes nationalités.

Au programme sont prévues d'intéressantes conférences, des discussions, et naturellement plusieurs observations d'étoiles.

Une chambre noire, une imposante bibliothèque ainsi que plusieurs instruments seront à la disposition de chaque participant.

Les deux langues officielles du camp seront l'anglais et le français.

Le coût pour les deux semaines est d'environ 150.- Fr. seulement.

Pour de plus amples renseignements, veuillez écrire à l'adresse ci-dessous ou téléphoner en fin de semaine.

CHRISTINE PFARRER, Sporimatte  
3715 Adelboden, Tél. (033) 73 16 81

## Inhaltsverzeichnis - Sommaire - Sommario

ULI W. STEINLIN:	
Gruss an Dr. h. c. HANS ROHR .....	3
HELMUT MÜLLER:	
Wissenschaftliche Ergebnisse der ersten Mondlandungen (Bericht des Vortrages von Prof. Dr. JOHANNES GEISS) .....	4
J. CLASSEN:	
Die Mondüberwachung auf der Sternwarte Pulsnitz ..	15
KURT LOCHER:	
Kurzfristiges Erkennen der Präzession am natürlichen Südhorizont .....	16
HELMUT MÜLLER:	
Ein neuer Beweis der Einsteinschen Gravitationstheorie .....	18
MAX SCHÜRER:	
Der Bildungswert der Astronomie .....	19
KURT LOCHER:	
Das Beobachtungswetter in der nordalpinen Föhnzone (Haslital bis Montafon) .....	20
<i>Die Redaktion:</i>	
BBSAG: Minima von Bedeckungsveränderlichen 1971; 2000 Minima beobachtet! .....	21
R. DIETHELM und K. LOCHER:	
Ergebnisse der Beobachtungen von Bedeckungsveränderlichen .....	21
FREDRICK N. VEIO:	
Un spectrohéloscope miniaturisé (traduction EMILE ANTONINI) .....	23
HANS ROHR:	
Eine abenteuerliche Bergung .....	24
EMILE ANTONINI, NIKLAUS HASLER-GLOOR, HELMUT MÜLLER, HANS ROHR:	
Bibliographie .....	25

Aus der SAG und den Sektionen | Nouvelles de la SAS et des sections:

Generalversammlung 1971 der SAG .....	28
Assemblée générale 1971 de la SAS .....	29
Avis / Mitteilung .....	29
Internationales astronomisches Jugendlager 1971 ....	29
Camp international 1971 des jeunes astro-amateurs ...	29

## Empfohlene Bezugsquellen

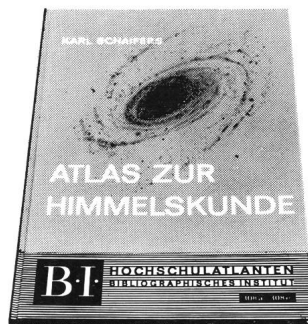
Verzeichnis der Inserenten im ORION Nr. 122

- BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT, Mannheim - Wien - Zürich: Astronomische Bücher und Zeitschriften.
- FERIENSTERNWARTE CALINA, 6914 Carona (Tessin): Astronomie-wochen im ganzen Jahr.
- GERN OPTIQUE, Comba Borel 29, 2000 Neuchâtel: Royal-Teleskope und Feldstecher.
- KERN & Co. AG, Werke für Präzisionsmechanik und Optik, 5001 Aarau: Fernrohr-Okulare, Barlow-Zusätze, Sucherobjektive und Reisszeuge.
- E. POPP, Haus Regula, 8731 Ricken: Fernrohre für den Astroamateur eigener Konstruktion, speziell Maksutow-Typen.
- BUCHDRUCKEREI A. SCHUDEL & Co. AG, Schopfeggässchen 8, 4125 Riehen: Buch- und Offsetdruck für alle gewerblichen und privaten Zwecke.
- DER STERNENHIMMEL 1971 von R. A. Naef: Wichtiges Hilfsmittel für Sternfreunde (im Buchhandel).
- WILD HEERBRUGG AG, 9435 Heerbrugg: Optische und geodätische Instrumente, Reisszeuge.

## Atlas zur Himmelskunde

Ein völlig neuer Himmelsatlas, der in seinen Grundzügen auf den bekannten **Tabulae Caelestes** von Schurig/Götz, in der Neubearbeitung von Dr. Karl Schaifers aufbaut. In Linson gebunden, Fr. 30.80

Bibliographisches Institut  
Mannheim - Wien - Zürich



Schweizerische Astronomische Gesellschaft

### Materialzentrale

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

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

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

Bitte verlangen Sie unverbindlich unsere Preisliste.

## Kleine Anzeigen

## Petites annonces

## Piccoli annunci

Zu verkaufen:  
**Spiegelteleskop**

für Amateurastronomen,  
Spiegeldurchmesser  
100 mm, Spiegelschliff  
parabolisch, Brennweite  
900 mm, Vergrößerung  
bis 150x, komplett mit  
parallaktischer Montierung.

Hans Dubach

Hof  
3534 Signau

Zu verkaufen:  
**Astronomischer Refraktor**

Bau um 1900 durch  
G. und S. Merz, München,  
mechanisch und optisch  
in bestem Zustand,  
Objektiv 120 mm, Brenn-  
weite ca. 1600 mm,  
diverse Okulare, Richt-  
fernrohr, massives Holz-  
stativ, gewichtskompensierte  
Aufhängung mit  
Teilkreisen, handbetätigte  
Feineinstellung.

Angebote an:

Dr. ing. Peter Gengenbach  
Septerstrasse 21  
4000 Basel  
Tel. (061) 44 60 21

Zu verkaufen:  
Sehr schönes **fahrbares Spiegelteleskop**,

Spiegel 150 mm  $\varnothing$ , mit  
Okularrevolver und elek-  
trischer Nachführung.  
Preis günstig.

J. Scherer

Blumenweg 7  
8304 Wallisellen  
Tel. (051) 93 30 54

**A. Schudel & Co. AG**  
**4125 Riehen**  
**Tel. 061-511011**

*gut beraten  
gut bedient*

**Schudel  
Druck**

**Aussichtsfernrohre  
Feldstecher Focalpin 7×50**  
für terrestrische und astro-  
nomische Beobachtungen

**Okulare**  
verschiedener Brennweite

**Barlow-Linse**  
Vergrößerung 2 x

**Fangspiegel**  
kleiner Durchmesser 30,4 mm



Kern & Co. AG 5001 Aarau  
Werke für Präzisionsmechanik  
und Optik

## Royal

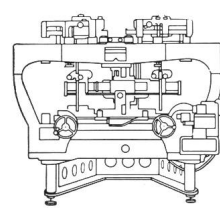
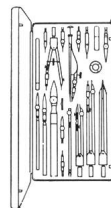
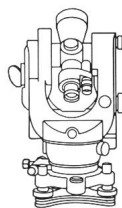
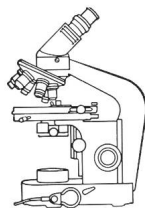


**Präzisions-  
Teleskop**

Sehr gepflegte japanische Fabrikation  
Teleskop-Refraktor, Objektive von 60–112 mm  
Spiegelteleskope, „ „ 84–250 mm  
Grosse Auswahl von Einzelteilen  
Verkauf bei allen Optikern

Generalvertretung: **GERN**, Optique, Neuchâtel

## Optische und feinmechanische Präzisions-Instrumente



Wild in Heerbrugg, das modernste und grösste  
optische Werk der Schweiz liefert in alle  
Welt: Vermessungsinstrumente, Fliegerkammern  
und Autographen für die Photogrammetrie,  
Forschungs-Mikroskope, Präzisions-Reisszeuge  
aus nichtrostendem Chromstahl.

**Wild Heerbrugg AG, 9435 Heerbrugg**  
Werke für Optik und Feinmechanik  
Telephon (071) 72 24 33 + 72 14 33





## Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

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

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

- Neu:
- \* Maksutow-System mit 100mm Öffnung
  - \* Parabolspiegel bis Öffnung 1:1,4

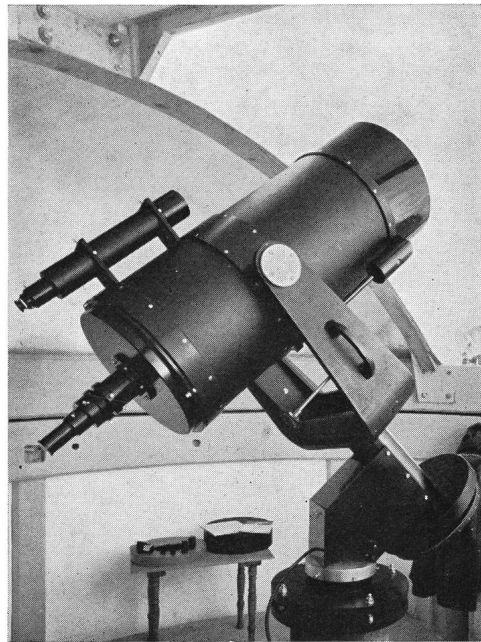
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

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

Haus Regula Tel. (055) 8 36 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

## Maksutow-Teleskop 300/4800



### Das reich illustrierte Jahrbuch

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

**1971 ist wieder sehr reich an aussergewöhnlichen Erscheinungen,**

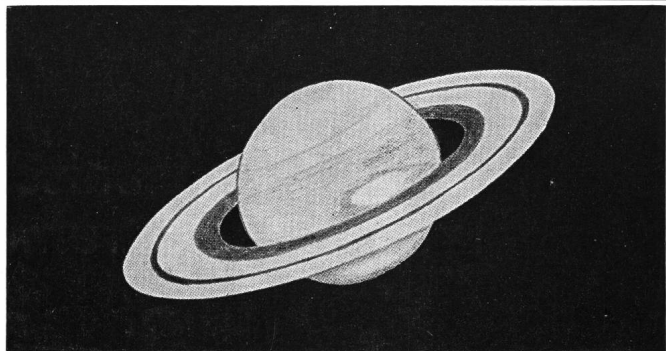
darunter: Zwei totale Mondfinsternisse, teilweise sichtbar in Europa, eine partielle Sonnenfinsternis, sichtbar in Europa, ausführliche Angaben über die grosse Annäherung des Planeten Mars an die Erde, die sehr günstige Stellung des Ringplaneten Saturn, aussergewöhnliche Planetenkonstellationen, Ephemeride des Kometen Encke und Angaben über weitere Kometen, Sternbedeckungen durch den Mond (alle bis 7.5<sup>m</sup>), mit Umrechnungsfaktoren u. a. m.

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

Zahlreiche Kärtchen für die Planeten und Planetoiden. Hinweise auf die Meteorströme. Sternkarten mit praktisch ausklappbarer Legende zur leichten Orientierung am Fixsternhimmel.

**Die neue «Auslese lohnender Objekte» mit 550 Hauptsternen, Doppel- und Mehrfachsternen, Veränderlichen, Sternhaufen und Nebeln verschiedenster Art sowie Radioquellen wird laufend neuesten Forschungsergebnissen angepasst.**

Erhältlich in jeder Buchhandlung  
Verlag Sauerländer AG, 5001 Aarau



## Der Sternenhimmel

1971

31. Jahrgang

KLEINES ASTRONOMISCHES JAHRBUCH  
FÜR STERNFREUNDE

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

ROBERT A. NAEF

Verlag Sauerländer Aarau