

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 34 (1976)
Heft: 156

Heft

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

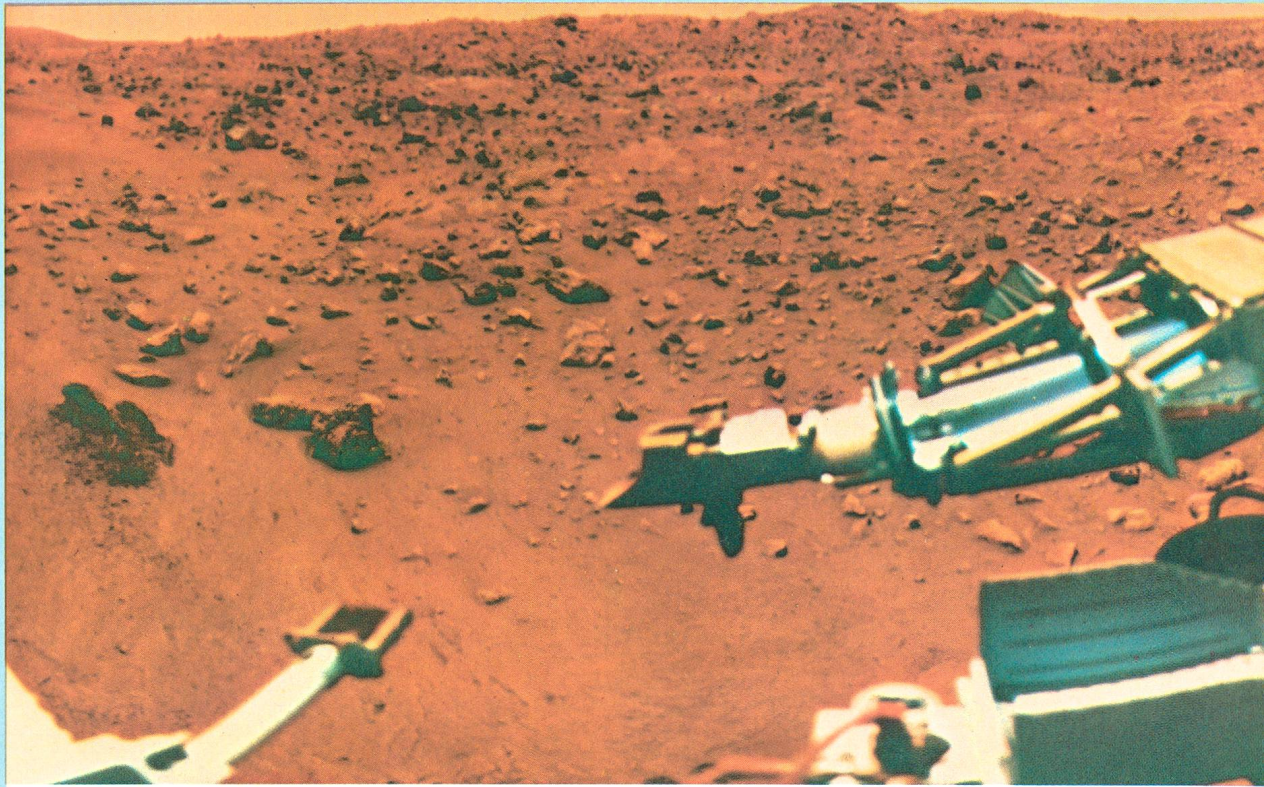
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.11.2024

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

ORION

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



34. Jahrgang
34^e année

Oktober
Octobre
1976

156

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

Auflage: 2800 Exemplare. Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

Redaktion: Dr. Peter Gerber, Roland A. Holzgang, Werner Maeder.

Adresse der Redaktion: Redaktion ORION, Dr. Peter Gerber, Juravorstadt 57, CH-2502 Biel.

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

Inserate: Inserataufträge sind an die Redaktion zu richten.

Copyright: SAG – SAS. Alle Rechte vorbehalten.

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

SAG

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

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

Anmeldungen, Adressänderungen, Austritte (nur auf Jahresende) und die im ORION zu rezensierenden Bücher sind an diese Adresse zu richten.

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

Jungmitglieder (nur in der Schweiz): sFr. 25.–.

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

Mitgliederbeiträge und Zahlungen sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.

ORION

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

Tirage: 2800 exemplaires. Paraît six fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Redaction: Dr Peter Gerber, Roland A. Holzgang, Werner Maeder.

Adresse de la rédaction: Dr Peter Gerber, Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne. Tel. 032/41 77 63

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

Annonces: Les ordres sont à adresser à la rédaction.

Copyright: SAG – SAS. Tous droits réservés.

Impression: A. Schudel & Co. SA, 4215 Riehen.

SAS

Société Astronomique de Suisse

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

Les demandes d'admission, changements d'adresse, démissions (seulement pour la fin de l'année) ainsi que les livres à commenter dans ORION, sont à envoyer à cette adresse.

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

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

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

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

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



Programm 1976

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

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

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

ORION

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

34. Jahrgang, Seiten 103–142, Nr. 156, Oktober 1976

34^e année, pages 103–142, No. 156, Octobre 1976

Die ersten Bilder vom Mars

Der Start der ersten Viking-Sonde erfolgte am 20. August 1975. Viking 2 startete einen Monat später, am 30. August 1975. Die beiden Starts erfolgten mit modifizierten Titan-II-Raketen. Das Gewicht der Viking-Sonden (Orbiter und Lander) betrug jeweils ca. 3500 kg. Nach 335 Tagen Flug durch den interplanetaren Raum erreichte die Sonde Viking 1 am 19. Juni 1976 ihre Mars-Umlaufbahn (Marsnähe = 1500 km, Marsferne = 32000 km). Ursprünglich war die Trennung der Landeeinheit vom Orbiter und die Marslandung für den 4. Juli 1976 vorgesehen. Die scheinbar ebene und geröllarme Landestelle A1 im Chryse-Gebiet erwies sich jedoch als zu risikoreich für eine Landung. Das neugewählte Landegebiet A2 (Chryse Planitia, 23,5° N, 43° W) erwies sich nach eingehender Untersuchung durch den Orbiter ebenfalls als ungeeignet für eine weiche Landung. An der dritten untersuchten Landestelle A3 (22,4° N, 47,5° W) schliesslich gelang die Landung am 20. Juli 1976,

13^h12^m MEZ mit beeindruckender Präzision. Die Sonde Viking 2 erreichte ihre Mars-Umlaufbahn am 7. August 1976. Die weiche Landung auf dem roten Planeten konnte am 4. September erfolgen, da sich das ausgewählte Landegebiet als geeignet erweist.

Wissenschaftliche Experimente der Viking-Sonden

Jeder der beiden Orbiter führt drei wissenschaftliche Experimente aus, die beiden Lander je acht.

Die Experimente der Orbiter beginnen jeweils mehrere Tage bevor die Marsbahnen erreicht sind. Zwei hochauflösende Fernsehkameras fotografieren die ganze Marsoberfläche, einen der Marsmonde und Sternfelder, die nahe der Sichtrichtung des Planeten liegen. Gleichzeitig beginnen zwei Infrarot-Kameras mit der Aufnahme einer Temperaturkarte des Mars und mit der Suche nach Wasserdampf-Konzentrationen in seiner Atmosphäre. Etwas mehr als zwei Wochen verbleiben die Viking-Sonden auf ihren stationären Marsbahnen. Diese Zeit ist notwendig, um die Landestellen sorgfältig auszulesen.

Beim Eintauchen des Lander in die Mars-Atmosphäre beginnen mehrere Experimente. Bestimmt wird für alle Schichten der Mars-Atmosphäre deren Zusammensetzung, die Temperatur, sowie Druck und Dichte. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei die exakte Bestimmung des Argon-Gehaltes. Dieser Argon-Gehalt kann später ablaufende Experimente stark beeinflussen.

Minuten nach dem Aufsetzen der Landeeinheit auf dem Mars beginnen die fotografischen Aufnahmen der Marsoberfläche. Die Bilder werden via Orbiter zur Erde übermittelt.

Ebenfalls kurz nach dem Aufsetzen entnimmt eine ausfahrbare Schaufel Proben vom Mars-Boden. In drei verschiedenen Kammern des Lander werden diese Proben analysiert. Es wird zum Beispiel mit biochemischen Methoden versucht, Mikroorganismen im Marsboden nachzuweisen. Die angewendeten Methoden sind derart empfindlich, dass bereits weniger als 25 Mikroorganismen pro Milligramm Marsboden nachgewiesen werden könnten.

Meteorologische Instrumente messen periodisch die Temperatur, den Druck sowie die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung während der Dauer der

Titelbild

MARSLANDSCHAFTEN

Oben: NASA-Foto, Viking 1-72, 15. August 1976. In der Sanddüne links im Bild sieht man die Stelle, wo der Greifarm vom Viking-1-Lander am 28. Juli und am 3. August Bodenproben eingesammelt hat. Der Greifarm selber ist rechts im Bild in seiner «Wartstellung» zu sehen. Die helle, rötlich-orange Oberfläche des Mars ist übersät mit vielen verschiedenartigen, kantigen Felsbrocken. Der dunkle Stein rechts neben der Grabungsstelle hat einen Durchmesser von etwa 25 cm. Gegen den Horizont sind Felsbrocken mit Durchmessern von einem bis zu zwei Metern zu sehen.

Unten: So stellte man sich eine Marslandschaft um 1900 vor. Das Bild stammt von W. KRANZ, einem bekannten Illustrator Populär-Astronomischer Bücher der Jahrhundertwende.



VIKING LANDED SCIENCE CONFIGURATION

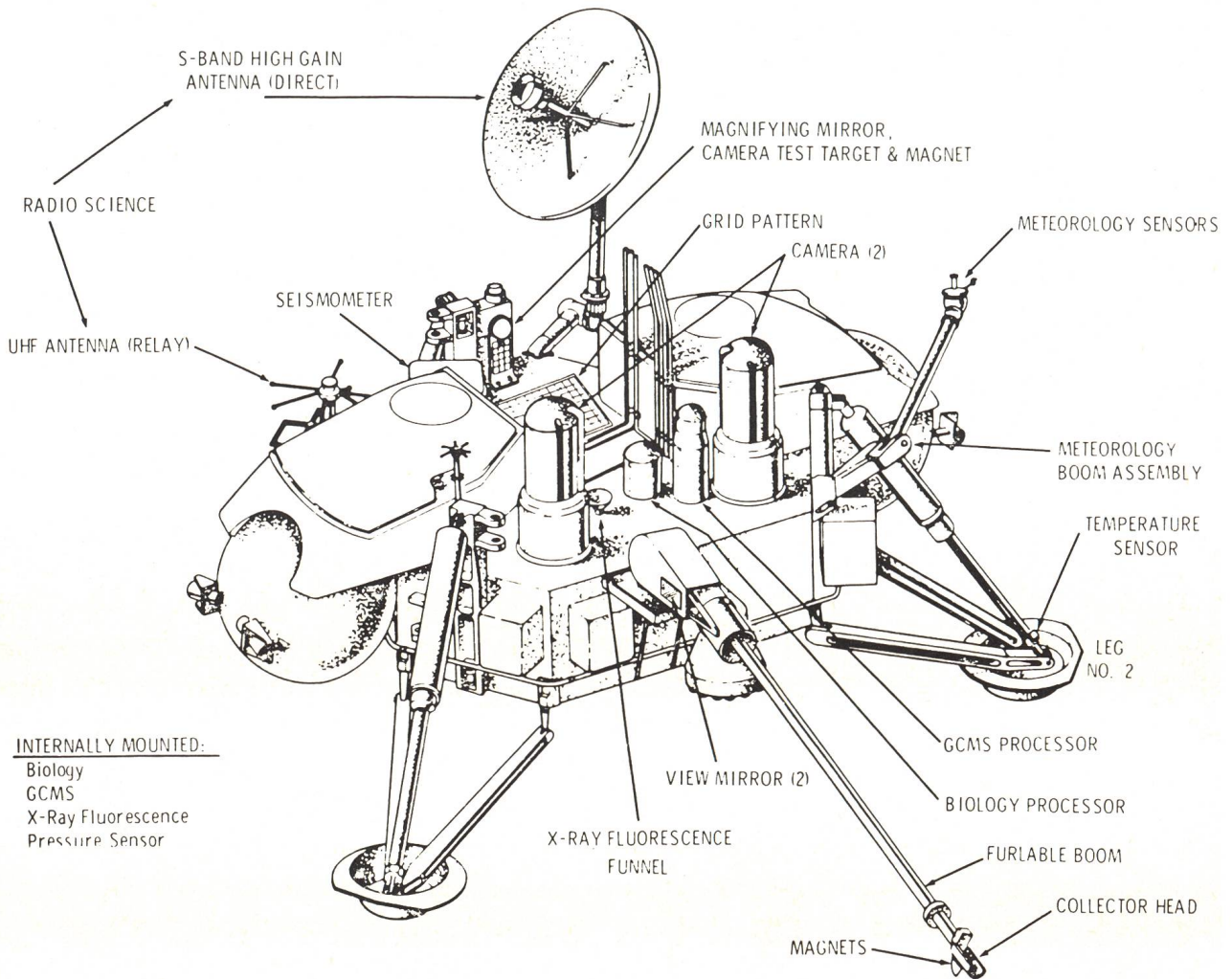


Fig. 1: Gesamtübersicht der beiden Viking-Landeeinheiten. Diese wurden durch die Firma Martin Marietta Aerospace, Denver, entwickelt und gebaut.

Viking-Mission. Ein 3-Achsen-Seismometer kontrolliert die seismische Aktivität des roten Planeten.

Mehrere physikalische Experimente sollen Aufschluss über die physikalische Beschaffenheit der Marsoberfläche ergeben. So werden Tragfähigkeit, Härte, Haftung und Korngröße des Marsbodens analysiert. Bodenproben werden an Magneten vorbeigeführt und so nach magnetischen Partikeln untersucht.

Exakte Bestimmungen der Mars-Umlaufbahnen der beiden Orbiter und genaue Ortsbestimmungen der Landestellen der beiden Lander ergeben Rückschlüsse über das Gravitationsfeld des Mars und über die Lage seiner Rotationsachse.

Das «Nervenzentrum» der beiden Viking-Missionen ist das *Viking Mission Control and Computing Center* (VMCCC), eine Abteilung des *Jet Propulsion Laboratory* in Pasadena, California. Während der Mars-

Phase der Viking-Missionen sind im VMCCC 750 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker mit der ständigen Überwachung und Steuerung beschäftigt.

Die Abbildungssysteme der Viking-Sonden

Bei Redaktionsschluss von ORION 156 erschien ein Eintreten auf die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen der Viking-Sonden noch verfrüht. Diese Ergebnisse sollen in späteren ORION-Ausgaben zusammengestellt werden. In dieser Ausgabe sollen lediglich die ersten beeindruckenden Marsfotos veröffentlicht werden.

Die beiden Viking-Orbiter sind mit je zwei identischen Fernsehkameras ausgerüstet. Die Kameras bestehen aus einem Cassegrain-Teleskop von 1026 mm Brennweite, einem Filter-Rad, dem Bildsensor und der zugehörigen Elektronik. Aus einer Höhe von

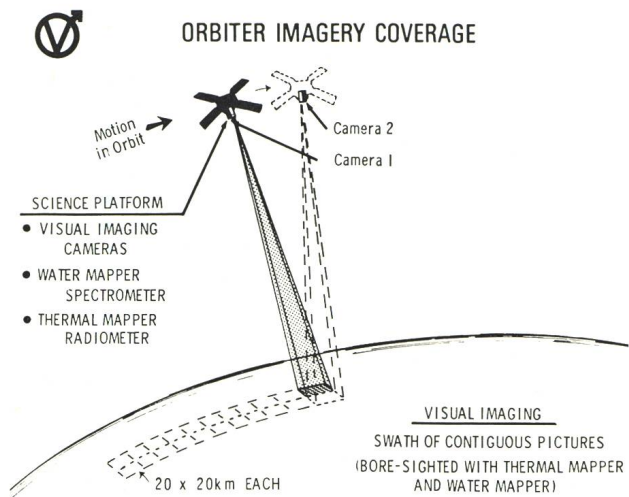


Fig. 2: Diese NASA-Skizze veranschaulicht die Aufnahmetechnik der beiden Orbiter-Kameras.

15000 km bilden diese Kameras ein Gebiet von 20x20 km ab. Die kleinsten noch aufgelösten Gegenstände besitzen eine Abmessung von 25 m. Der abgebildete Bodenabschnitt wird gleichzeitig vom Wasserdampf-analysator und vom Infrarotradiometer untersucht. Die Bilder werden abwechslungsweise alle 2,24 Sekunden mit beiden Kameras aufgenommen. Dabei tastet eine Kamera das Bild ab, während die andere das vorhergehende Bild löscht (Figur 1).

Die beiden Viking-Lander sind mit je zwei Faksimile-Kameras ausgerüstet. Diese erlauben, Schwarz-Weiss- und Farbaufnahmen der Marsoberfläche um die Landestelle aufzunehmen. Durch Schwenken des Umlenkspiegels können ebenfalls Aufnahmen der helleren Sterne, der Planeten und der Marsmonde bis zu einer Höhe von 40° über dem Horizont gewonnen werden. Diese Aufnahmen erlauben eine Ortsbestimmung der Landstellen auf wenige km genau. Die Kameras bestehen aus einem katadioptrischen Cassegrain-System von 475 mm Brennweite, Filtern, Sensor und Elektronik. Ein Schwenkmechanismus erlaubt 360° Panoramaaufnahmen (Figur 2). Das Auflösungsvermögen der Kameras beträgt in unmittel-

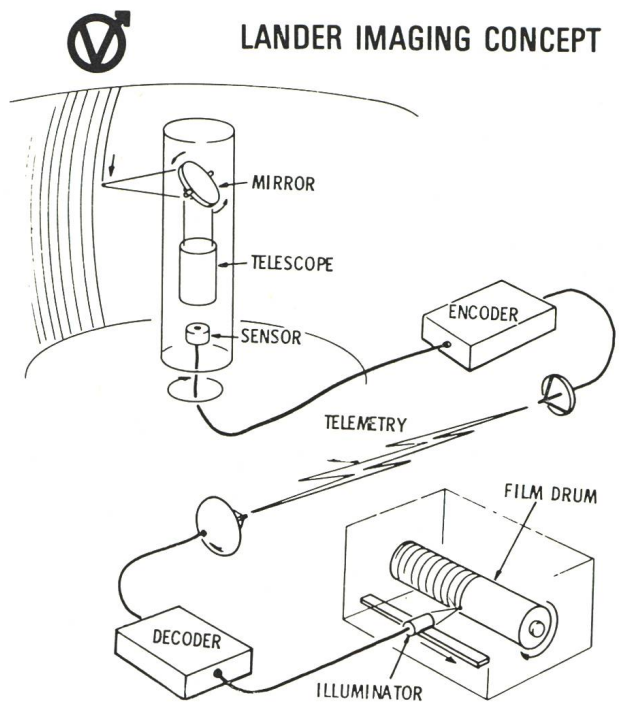


Fig. 3: Nach diesem Prinzip arbeiten die beiden Kameras der Viking-Landeeinheit (Fig. NASA).

barer Nähe der Landstellen ca. 2,5 mm. Die Kameras sind mit einem vorgesetzten Umlenkspiegel versehen, der durch Drehen der horizontalen Achse eine Bildzeile abtastet. Die Optik wirft das Licht auf einen Sensor, der ein der Lichtintensität proportionales elektrisches Signal liefert. Nach der Aufnahme der ersten Zeile wird die Kamera um die vertikale Achse um 3° gedreht, damit eine neue Zeile abgetastet werden kann. Es können beliebig viele Zeilen aneinandergereiht werden. Die digitalkodierte Lichtintensitäten der einzelnen Bildpunkte werden via Orbiter zur Erde übermittelt. Hier wird eine proportional zu den eintreffenden elektrischen Signalen intensitätsgesteuerte Lichtquelle auf einen drehbaren Film abgebildet, wobei ein fotografisches Negativ entsteht (Figur 2).
P. GERBER

Die Marsreisen von Viking 1 und 2

von Dr. h.c. HANS ROHR

Wenn heute die Presse und das Fernsehen fast täglich über die Tätigkeit der glücklich gelandeten amerikanischen Mars-Sonde Viking I berichten, erhebt sich vor dem Leser immer wieder die Frage: wie führt man ein solch kompliziertes Gerät während fast eines Jahres durch den Weltraum, und wie fanden die Viking-Sonden überhaupt den Weg zum fernen Mars? Wir möchten hier den schwierigen Versuch wagen, dem Leser in einfachen Worten einen kleinen Begriff zu geben, was hinter der 10-monatigen Reise

der beiden Sonden zum Mars an Berechnungen und höchstem technischen Können verborgen ist.

Die Aufgabe, einen fernen Planeten – das Lichtpünktchen am Himmel – überhaupt zu treffen, ist gleichbedeutend mit dem sicheren treffen einer Fliege in einem grossen Zimmer. Nein – noch schwieriger – denn nicht nur der Mars bewegt sich auf seiner gekrümmten Bahn, sondern auch wir Schützen auf der Erde fahren auf einer anderen Bahn um die Sonne. Sowohl Mars wie Erde befinden sich 10 Monate

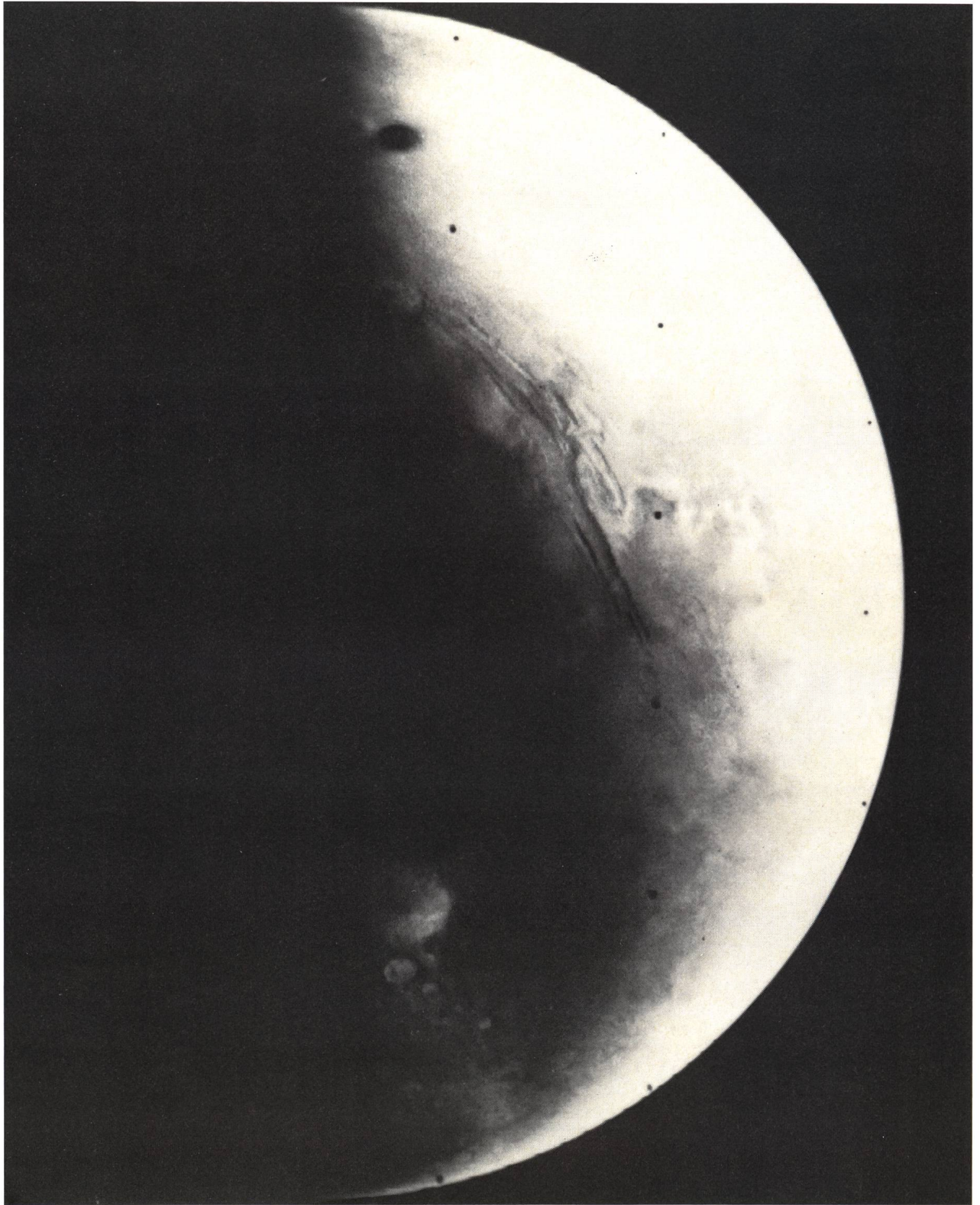


Fig. 4: Valles Marineris, der «Grand Canyon» des Mars ist in seiner ganzen Länge (5000 km) zu erblicken. Viking 1 hat dieses Bild am 18. Juni, einen Tag vor dem Erreichen der Mars-Umlaufbahn, aufgenommen. Am westlichen Ende beträgt die Tiefe dieses Grabens bis zu 5 km. (NASA, Viking 1-7)

nach dem Abschuss an völlig anderen Orten!

Es sei aber ausdrücklich gesagt: unsere Erklärungsversuche, was hinter den Viking-Weltraumfahrten

steckt, sind nur kleine Bruchstücke, Einzelheiten. Es geht uns hier allein darum, in ein paar Angaben, vereinfacht, zu zeigen, was in den letzten Jahren der

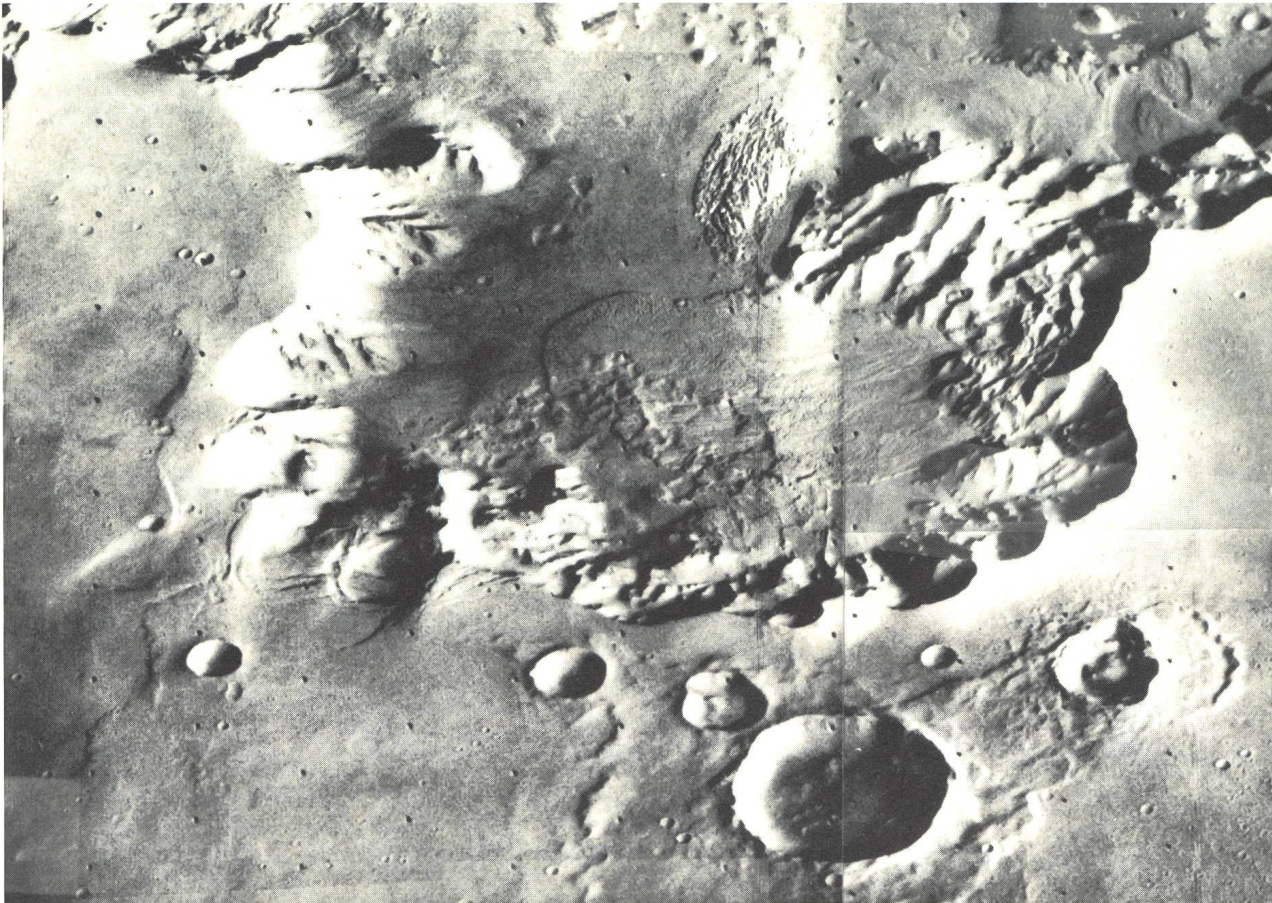


Fig. 5: Ein Sanddünenfeld von etwa 50 km Länge. Im Vordergrund mehrere Einschlagkrater. Im Dünenental erkennt man die Überreste einer gewaltigen Sandlawine. (NASA, Viking 1-29)

Raumfahrt an kaum Vorstellbarem erreicht wurde.

Das Staunen beginnt mit der Meldung der leitenden Wissenschaftler vom Viking-Projekt, dass das Ziel von Viking I mit einer Genauigkeit von weniger als 50 Kilometer erreicht wurde – und das in einer Entfernung von 313 Millionen Kilometer! Das Manöver der Umkreisung und Landen beider Viking-Sonden (Viking II hat sein Landegerät am 4. September abgeworfen) begann etwa 1 Tag vor dem Erreichen der stationären Mars-Umlaufbahn. Der eingebaute, vorprogrammierte Computer zündete den Düsenmotor während 43 Minuten, und zwar nach rückwärts, zur Abbremsung der sehr hohen Geschwindigkeit der Sonde, die ohne dieses Manöver am Mars vorbeigeflogen wäre. Mit dieser Bremsung wurden beide Viking-Sonden vom Mars eingefangen und umkreisten ihn in einer langgestreckten Bahn von etwa 1000 km – in Mars-Nähe – und 33000 km. Damit wurde das Ziel einer täglichen Umkreisung des Planeten erreicht.

Automatisch erhebt sich da die Frage: wie misst man derart enorme Distanzen und wie kann eine Sonde – eine Fliege im Flug! – in dieser Genauigkeit überhaupt geführt werden?

Das Prinzip der gezielten Leitung im Sonnensystem ist sehr einfach und dem Leser bestimmt schon

begegnet: steht man hart an einer Eisenbahnstrecke und eine rasch fahrende, pfeifende Lokomotive geht vorüber, so hört man deutlich wie der hohe Pfeifton im Augenblick des Vorbeifahrens schlagartig sinkt. Was ist das? Nähert sich die pfeifende Maschine, erreichen unser Ohr mehr Luftschwingungen pro Sekunde; umgekehrt weniger, wenn die Maschine sich entfernt: der Ton sinkt. Solche Schwingungen aber gibt es nicht nur in der Luft, sondern auch im Bereich des Lichts, ja des gesamten Spektrums bis zu den Röntgenstrahlen und darüber hinaus.

Ein Beispiel aus der Astronomie: eine gute Band-Photographie des zerlegten Lichts eines Sternes gestattet dem Astrophysiker eine durchaus zuverlässige Aussage, ob sich dieser Stern uns nähert oder sich von uns entfernt, und das heute mit der Genauigkeit von 500 Metern in der Sekunde – ganz gleich ob dieser Stern, eine andere Sonne, viele Millionen Mal weiter von uns entfernt ist, als unser eigenes Gestirn!

Genau nach dem gleichen Prinzip wurden die beiden Viking-Sonden in einer Fahrt von rund 700 Millionen km zum Mars geführt, trotzdem sie während der ganzen Reise vollkommen unsichtbar waren. An Stelle der Beobachtung des Lichts tritt hier das moderne Radar, das Radio-Signale mit Lichtgeschwindigkeit in den Weltraum hinausschickt und zurück-



Fig. 6: Valles Marineris, aufgenommen am 3. Juli aus einer Entfernung von ca. 2000 km. Hier erreicht dieser mächtige, parallel zum Mars-Äquator verlaufende Graben eine Tiefe von 2 km. Die abgebildete Grabenlänge beträgt 70 km. Die Wände dieses Grabens scheinen in bestimmten Intervallen zusammenzubrechen. Dadurch wird die Breite des Grabens ständig vergrößert. In der Grabenmitte sind striemenförmige Dünen zu erkennen, was auf Wind-Aktivitäten deutet. (NASA, Viking 1-32)

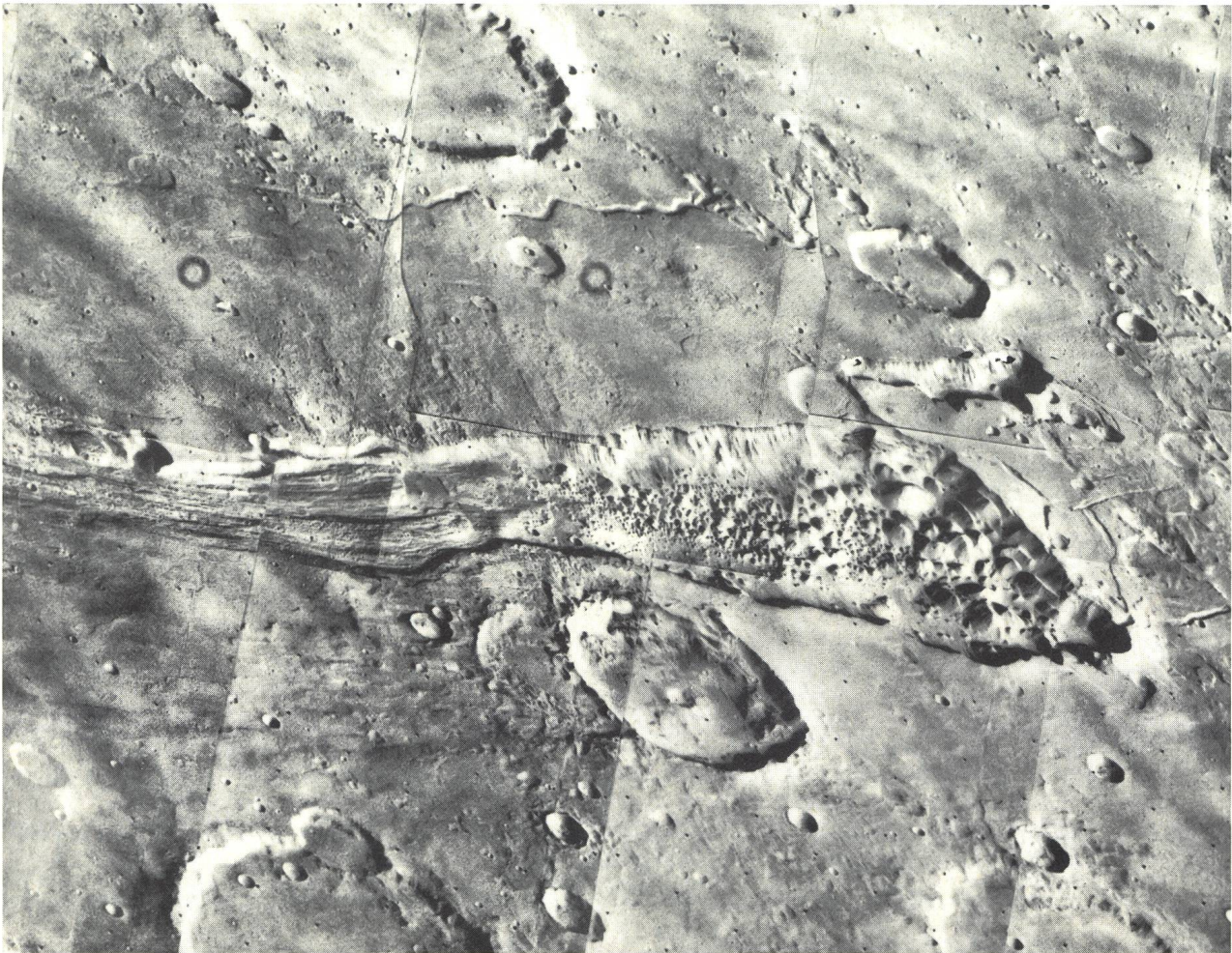


Fig. 7: Dieses Fotomosaik wurde aus acht Einzelfotos zusammengesetzt, die Viking 1 am 3. Juli aus einer Entfernung von 2300 km aufgenommen hat. Diese zusammengesetzte Aufnahme umfasst ein Gebiet von ungefähr 300 auf 300 km. Die schlangenförmige Rille am oberen Bildrand deutet auf eine mögliche frühere Überflutung des Hochplateaus nahe der Landestelle Capri (C-1) von Viking 2. In der Bildmitte ist ein Tal zu erkennen, das wahrscheinlich durch ein Absinken der Marskruste entstanden ist. Als mögliche Erklärung für die regional begrenzte Absenkung wird das Schmelzen von unterirdischen Eislagern angeführt. (NASA, Viking 1-33)

gestrahlte Energie auffängt. Diese neue Radar-Technik erlaubte überhaupt erst die heutige Weltraumfahrt.

Generationen von Astronomen vermessen in den letzten Jahrhunderten das Sonnensystem – seit 80 Jahren photographisch – am Fernrohr. Wie Geometer wurden mit immer grösserer Genauigkeit die Entfernungen der Sonne und der Planeten, deren Durchmesser, ja deren Gewicht bestimmt. Heute hat das moderne Radar diese mit unendlicher Mühe geschaffenen Erkenntnisse gegen 1000 Mal verbessert. So gelang es vor ein paar Jahren – als Beispiel – die Entfernung des Mondes (durchschnittlich 380 000 km) auf 20 cm genau zu messen. Soweit die Astronomie.

Die Entfernung der unsichtbaren Viking-Sonden nahe beim Mars in einer Distanz von 300 Millionen km liess sich auf ca. 5 Meter genau bestimmen. Wie das? Alles nach dem gleichen Prinzip: es wird ein Radarstrahl zur Viking-Sonde geschickt. Dieser sendet, ähnlich einem Spiegel, einen Strahl zurück, beide

reisen mit Lichtgeschwindigkeit. Entfernt sich die angestrahlte Sonde von der Erde, erreichen sie weniger Radiowellen pro Sekunde – genau gleich wie die Luftwellen der pfeifenden Lokomotive, die sich entfernt. Die spiegelartige Strahl-Rücksendung des kleinen Senders auf der Sonde «verliert ebenfalls von ihrer Frequenz». Dieses «Hin und Zurück» kann die Geschwindigkeit zeitlich mit der Genauigkeit von etwa 20 Milliardstel Sekunden sicher messen. Dieses computer-gesteuerte Senden und Empfangen wird mehrere Stunden aufrecht erhalten. Schliesslich ergibt sich daraus die genaue Zeit des «Rufes und Rückrufes» (etwa 20 Minuten) und zugleich die Entfernung auf wenige Kilometer genau.

Für die Bestimmung des genauen Ortes dient weitgehend das gleiche Prinzip, in den letzten Jahren unerhört entwickelt und verfeinert. Was aber dabei an instrumentellem Einsatz verlangt wird, grenzt ans Unglaubliche. Es setzt vor allem eine Genauigkeit der Zeitmessung voraus, von der man noch vor we-



Fig. 8: Dieses Bild hat Viking 1 am 9. Juli bei der Suche nach einem möglichen Landeplatz im westlichen Teil von Chryse Planitia aus 1600 km Entfernung aufgenommen. Am oberen Bildrand sind stromlinienförmige Erhebungen zu erkennen. Diese Inseln haben ihre Form wahrscheinlich durch ausströmendes Wasser aus Kasei Vallis erhalten. (NASA, Viking 1-39)

nigen Jahrzehnten nicht zu träumen wagte. Beispiele: ein gutes Chronometer des 18. Jahrhunderts erreichte eine Ganggenauigkeit von 1 Sekunde in 2 Wochen. 1945, mit der Erfindung der Quarz-Uhren, stieg die Genauigkeit auf 1 Sekunde in mehreren Jahren. Heute, mit den modernen Wasserstoff-Masern (Zeitmessung auf der Basis von Atomschwingungen) erreicht die Genauigkeit 1 Sekunde auf etwa 10 Millionen Jahre. Dies entspricht in unserem Falle einer Messung der Geschwindigkeit der Viking-Sonden auf wenige Zentimeter pro Sekunde genau.

Die Viking-Sonden wurden von 3 Radar-Grossstationen geführt: in Goldstone, Kalifornien, bei Madrid in Spanien und die dritte in Australien. Die kalifornische Station besitzt einen Radarschirm von

64 Meter Durchmesser mit einer Strahlleistung bis zu 400 Kilowatt. Je grösser ein solcher Radarschirm, desto schmaler kann das ausgesandte Strahlenbündel geformt werden. Dennoch: am Mond, 380000 km entfernt, hat das Strahlenbündel einen Durchmesser von etwa 1000 Kilometer. Beim Mars – heute über 300 Millionen km entfernt –, misst der Durchmesser bereits gegen 700000 Kilometer. Anders gesagt: der weitaus grösste Teil der von der Erde ausgestrahlten Energie geht am Mars vorbei, ist verloren. Man berechnet, dass ungefähr 1 Billionstel Watt der ausgesandten Leistung die kleine Antenne der Viking erreicht. Völlig genügend zum Übertragen von Befehlen an den Computer und Bedienen der verschiedenen wissenschaftlichen Apparaturen! Das Unglaubliche

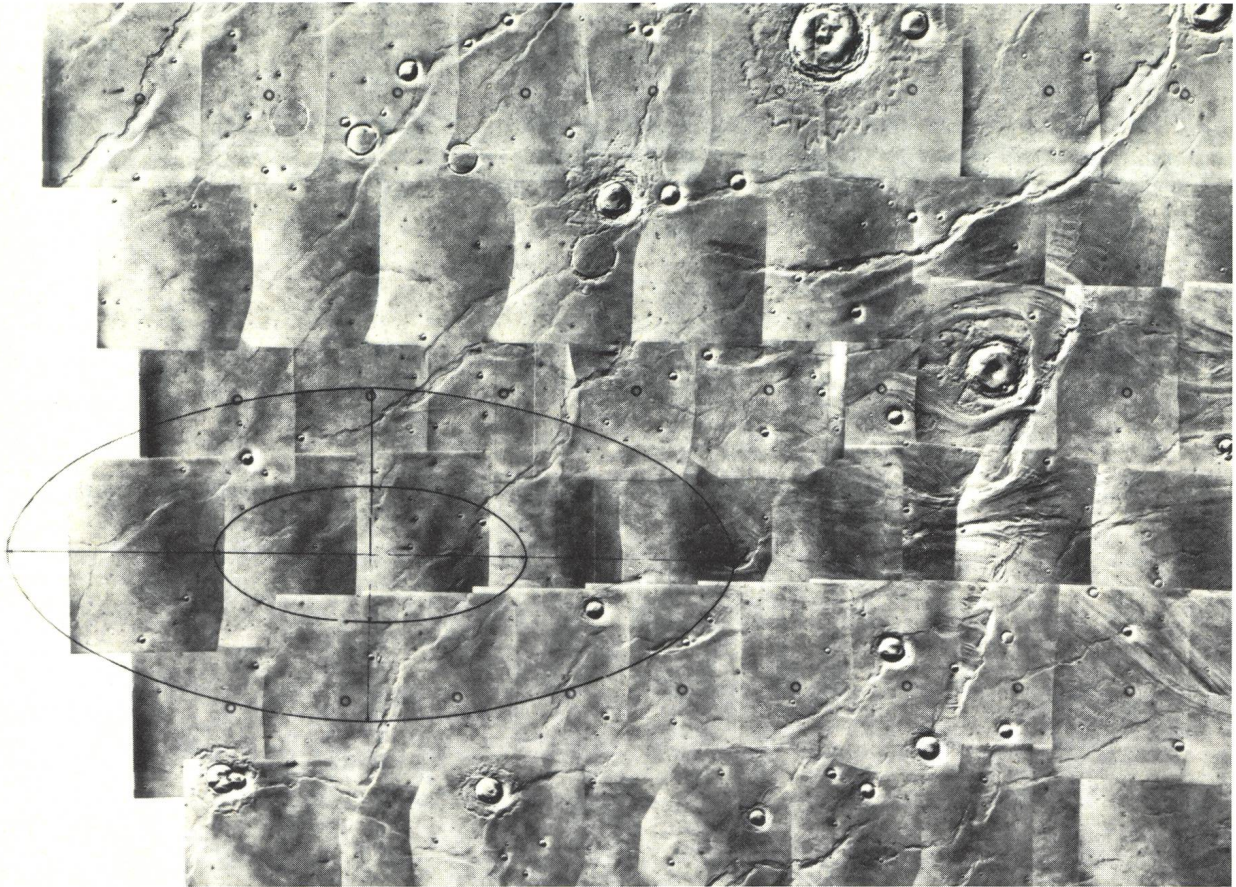


Fig. 9: Der definitive Landeplatz für Viking 1 liegt in einem der tiefstliegenden Gebiete des Mars. Die Einzelfotos für dieses Fotomosaik wurden vom Orbiter am 9. Juli aufgenommen. Das Zentrum der Landeellipse befindet sich im westlichen Bereich von Chryse Planitia (Goldebene) bei $22,4^{\circ}$ N und $47,5^{\circ}$ W. Dieses Landegebiet befindet sich gegen 3 km unter «Mars-Meereshöhe». Dieses von Kanälen, Lavaströmen und Bodenversetzungen durchzogene Tiefland liegt nordöstlich der grossen Mars-Vulkane und des Tharsis-Plateaus am Äquator. Die Landewahrscheinlichkeit in das Gebiet innerhalb der grossen Ellipse (100 auf 200 km) beträgt 99%. Für 50% der Fälle liegt die Landezone innerhalb der kleinen Ellipse. Die Landung erfolgte bekanntlich mit äusserster Präzision, die Landestelle von Viking 1 befindet sich in unmittelbarer Nähe des Schnittpunktes der beiden Achsen. (NASA, Viking 1-41)



Fig. 10: Diese Aufnahme besitzt historischen Wert. Es ist die erste Aufnahme, die von der Marsoberfläche aus aufgenommen wurde. Kamera Nr. 2 von Viking 1 fotografierte sie wenige Minuten nach der Landung am 20. Juli. Die Bildmitte ist ungefähr 1,4 m von der Kamera entfernt. Man erkennt Steine und feingranuliertes Material, Sand und Steinstaub. Die kleineren Steine im Vordergrund weisen flache, vieleckige Seiten auf. Im grossen Stein in der linken oberen Ecke des Bildes sind deutlich Sprünge zu erkennen. Von diesem Stein erstreckt sich vertikal nach unten ein dunkles Band: möglicherweise eine ca. einminütige Verdunkelung der Sonne durch Wolken oder Staub. Der grosse Stein in der Bildmitte besitzt einen Durchmesser von ungefähr 10 cm. Rechts im Bild ist der Fusssteller (Durchmesser 30 cm) des Landebeins Nr. 3 zu sehen. Im Innern des konkaven Tellers hat sich beim Aufsetzen des Landers eine Menge Staub und Sand abgelagert, was auf eine weiche Beschaffenheit des Marsbodens deutet. (NASA, Viking 1-44)



Fig. 11: Am 11. Juli hat der Orbiter von Viking 1 dieses Bild der Argyre Planitia aufgenommen. Der Horizont befindet sich etwa in 19000 km Entfernung. Argyre ist eine relativ flache Ebene umgeben von stark zerklüftetem Kratergebiet. Den Marsbeobachtern ist diese Ebene durch das gelegentliche Auftreten von Wolken bekannt. Am Aufnahmetag war die Marsatmosphäre aussergewöhnlich klar, die Krater können bis zum Horizont gesehen werden. Die Helligkeit des Horizontes ist durch eine dünne Dunstschicht bedingt. Über dem Horizont, in einer Höhe zwischen 25 und 40 km ist ebenfalls eine Dunstschicht zu erkennen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um Kohlendioxid-Kristalle (Trockeneis). NASA, Viking 1-42



Fig. 12: Der dunkle Fleck in der oberen Bildhälfte (Pfeil) stammt vom Aufprall des Schutzdeckels des Schaufelarms. Der Schutzdeckel selbst ist nicht mehr sichtbar. Vergleiche Fig. 10. (NASA, Viking 1-47)

beginnt eigentlich erst jetzt mit den Sendungen der beiden Sonden, deren Messungen, Bildaufnahmen und Meldungen der gelandeten Geräte. Die stets zur Erde ausgerichtete Antenne des Viking I hat einen Durchmesser von nur $1\frac{1}{2}$ Meter. Der Sender selber verfügt nur über eine Leistung von 16 Watt (!), die Leistung einer Christbaumkerze. Der kleine Antennendurchmesser hat zur Folge, dass das Strahlenbündel beim Erreichen der Erde einen Durchmesser von vielen Millionen Kilometern aufweist. Man sollte meinen, dass von dieser Strahlung auf der Erde kaum etwas aufgefangen werden könne, eine glatte Unmöglichkeit. Und trotzdem: die Entwicklung der

Radar-Technik in den letzten paar Jahren gestattet, diese Spur aus dem Weltall zu registrieren. Dieses wahrhaftige «Nichts» beträgt – technisch ausgedrückt – eine Leistung von 2×10^{21} Watt, ausgeschrieben eine 2 mit 21 Nullen oder 2000 000 000 000 000 000 000 Watt. Der Leiter des grossen Rechnungs- und Führungsstabes des Viking-Projektes im Hauptquartier des Jet Propulsion Laboratory in Kalifornien, dem wir einen Teil dieser Angaben verdanken, vergleicht dieses «Nichts» mit der Strahlungsenergie eines Streichholzes auf dem Mars – von der Erde aus gesehen.

Von den drei erwähnten Radarstationen steht im-



Fig. 13: Bei diesem am 21. Juli aufgenommenen Bild beträgt der Abstand des Bildvordergrundes zur Kamera ungefähr 4 m. Der Horizont ist etwa 3 km entfernt. Das Bild zeigt eine grosse Zahl kantiger Felsbrocken in der Grösse von einigen Zentimetern bis zu mehreren Metern. Die Marsoberfläche zwischen den Felsbrocken besteht aus feinkörnigem Material. (NASA, Viking 1-48)

mer eine in Verbindung mit den Sonden. Um aber jederzeit den genauen *Ort* der fliegenden Laboratorien zu bestimmen, muss in raffinierter Weiterentwicklung des erwähnten Prinzips der Standort der 3 grossen Radarschirme auf der Erde auf 1 Meter genau bekannt sein, ebenso genau die grossen Entfernungen zwischen den Stationen. Zudem brauchen wir, mit der gleichen Genauigkeit, die Distanzen der Sonne und der Planeten, deren Massen jeden Sondenflug stört. Ohne diese Präzisionsmessungen, die heute gegen 1000 Mal genauer sind als die bisherigen astronomischen Ergebnisse, steht und fällt jede Welt-

raumfahrt zu den Planeten. Hierzu nur ein Beispiel:

Die Entfernung der Sonne – rund 150 Millionen Kilometer, astronomischer Maßstab für das nahe Weltall – wurde noch 1960 mit einem Fehler von 66000 Kilometer angegeben – immerhin ein Fehler von 1 zu 2200! Heute, dank Radar, kann die enorme Distanz auf 1 Kilometer genau angegeben werden. Sie beträgt 149597871 Kilometer. Der Leser fragt sich bestimmt: hat eine solche fantastische Messgenauigkeit noch einen Sinn? Die Antwort ist leicht: die Landung der ersten amerikanischen Sonde zur Venus, «Mariner 2» im Jahre 1962 wäre unter dem Fehler der

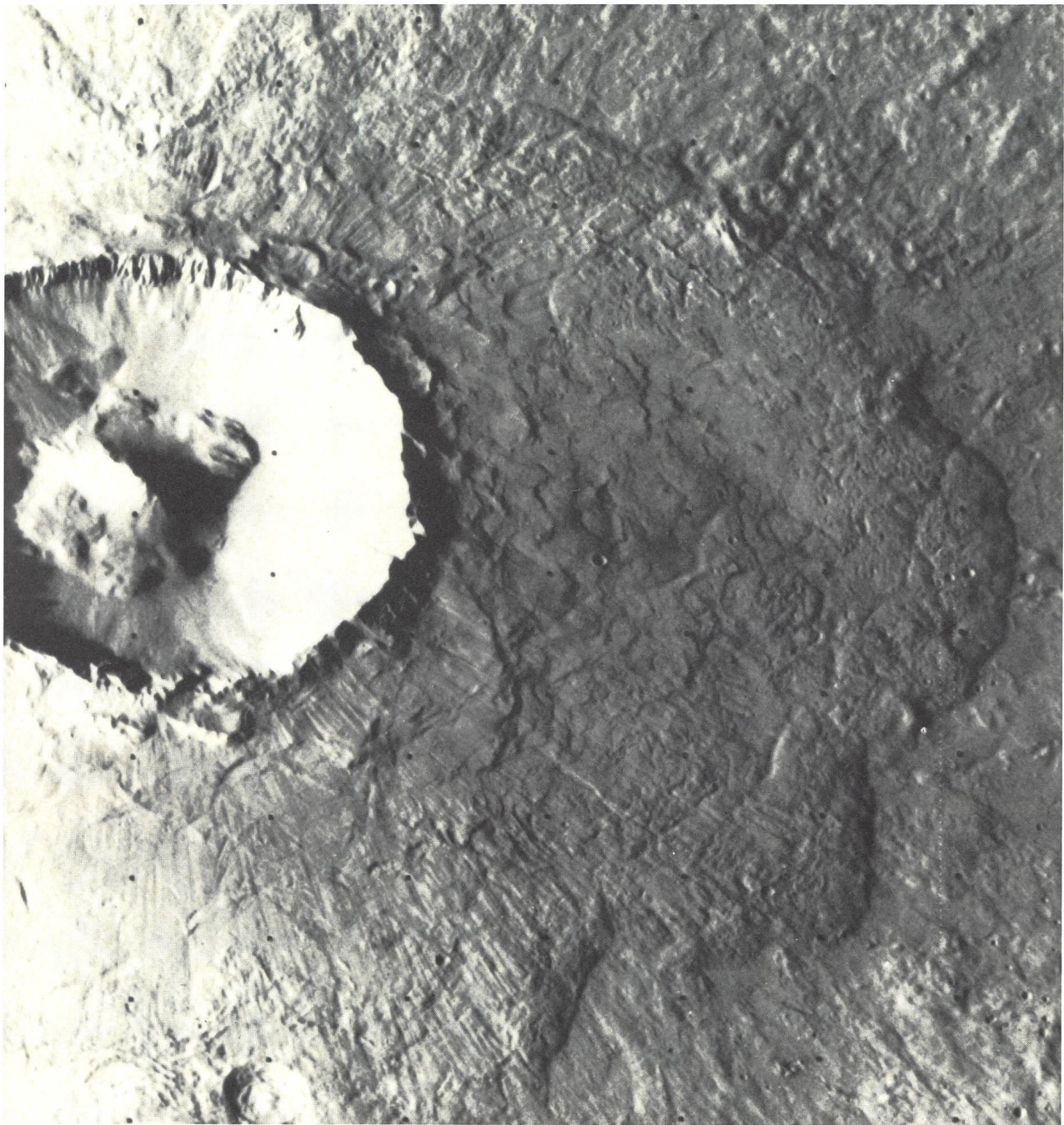


Fig. 14: Der Orbiter von Viking 1 hat dieses Bild am 22. Juli aus 1857 km Entfernung aufgenommen. Der riesenhafte Krater Arandas besitzt einen Durchmesser von 25 km und befindet sich bei 15° W und 43° N. Im Kraterzentrum befindet sich ein kegelförmiger Berg. Am überraschendsten ist die Gestaltung der unmittelbaren Kraterumgebung. Diese deutet eher auf ein langsames Ausfließen des Materials aus dem Krater und nicht auf einen explosionsartigen Auswurf als Folge eines Meteor-Einsturzes hin. (NASA, Viking 1-49)

erwähnten 66 000 Kilometer Sonnenentfernung misslungen.

Der «Mariner» wäre auf der falschen Seite der Venus, in der Venus-Nacht vorbeigeflogen!

Die hochpräzisen Unterlagen der Flugberechnungen erlaubten z. B. 1974/75 den Erfolg des unbemannten «Mariner 10» zur Venus und weiter zum Merkur, dem innersten Planeten unseres Sonnensystems, einem Flug, von dem wir seinerzeit berichteten.

Zum ersten Mal in der Raumfahrt wurde dabei die Schwerkraft eines Planeten ausgenutzt, als die Sonde im nahen Vorbeiflug an der Venus abgelenkt und zum Merkur «geschickt» wurde. Die Berechnungen waren so genau, dass beim Vorbeiflug am Merkur jetzt, nachträglich, ein Fehler von 17 Kilometer konstatiert werden konnte – bei weit mehr als 100 Millionen Kilometer Entfernung!

Wir vermuten, dass der geduldige Leser unseres



Fig. 15: Erste Panorama-Aufnahme (300°) vom Mars, aufgenommen durch den Lander von Viking 1 am 20. Juli. Der Horizont auf dieser Aufnahme ist etwa 3 km vom Lander entfernt. Die parallelen Linien über dem Horizont sind nicht Erscheinungen der Mars-Atmosphäre, sondern entstanden durch Reflexion von Sonnenlicht in der Aufnahmekamera. Der Gegenstand in der linken oberen Bildecke ist ein Tragarm mit meteorologischen Instrumenten, sein Schatten ist deutlich links im Bild zu erkennen. Über diesem Schatten sind eigentliche Sanddünen zu sehen. Das grosse, kantige Gehäuse links im Vordergrund



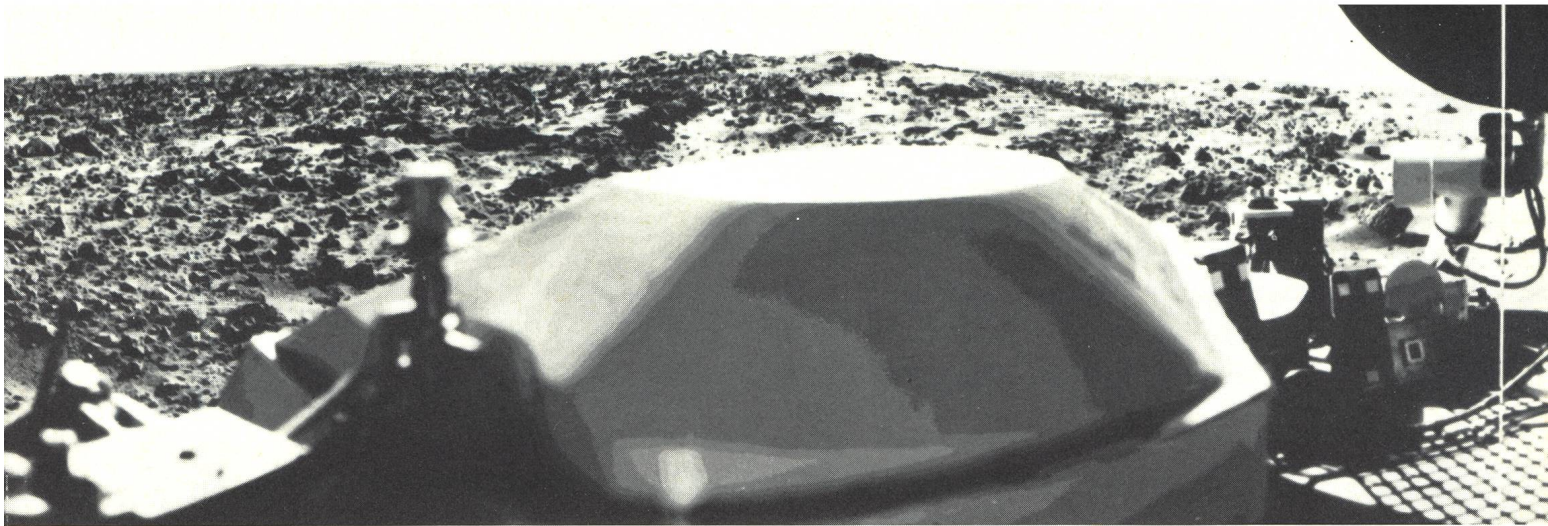
Fig. 16: Gibt es doch Mars-Menschen? Jedenfalls könnte man auf dem Felsen ganz links im Bild ein aufgemaltes «B» erkennen. (NASA, Viking 1-51)

Kurzberichtes jetzt genug von den «Millionen» hat. Er sei aber dennoch daran erinnert, dass diese grosszügigen Forschungen, dieses gewaltige Ringen um Erkenntnis leider vielfach falsch angeprangert wurden, als «Spiel übermütiger Techniker und Wissenschaftler». Dieses verächtliche «Abtun» ist zum grössten Teil der allgemeinen Unwissenheit über die Folgen der Raumfahrt zuzuschreiben. Die Ergebnisse der Raumfahrttechnik ganz allgemein greifen heute schon

in unser tägliches Leben ein, von der medizinischen Technik bis in das weite Gebiet der Metallurgie. Und – wussten Sie davon, dass die NASA, die amerikanische Weltraumfahrt-Behörde, seit Jahren ihre weit mehr als 2000 Patente ernsthaften Interessenten auf der ganzen Erde unentgeltlich zur Verfügung stellt? Aber davon spricht man kaum.

(Lit. «Scientific American»)

Dr. h. c. HANS ROHR



beherbergt den noch zusammengeklappten 3 m langen Schürfarm. Ganz rechts im Panoramabild ist die 75 cm S-Band-Parabolantenne der Sendeanlage zu sehen. Die drei kleinen Quadrate auf der dunklen Fläche darunter sind Dauermagnete zur Feststellung magnetischer Staubpartikel. Dieses Panoramabild entstand am späten Mars-Nachmittag. Die Sonne steht tief im Westen, etwa über der Mitte der rechten Bildhälfte. (NASA, Viking 1-45)

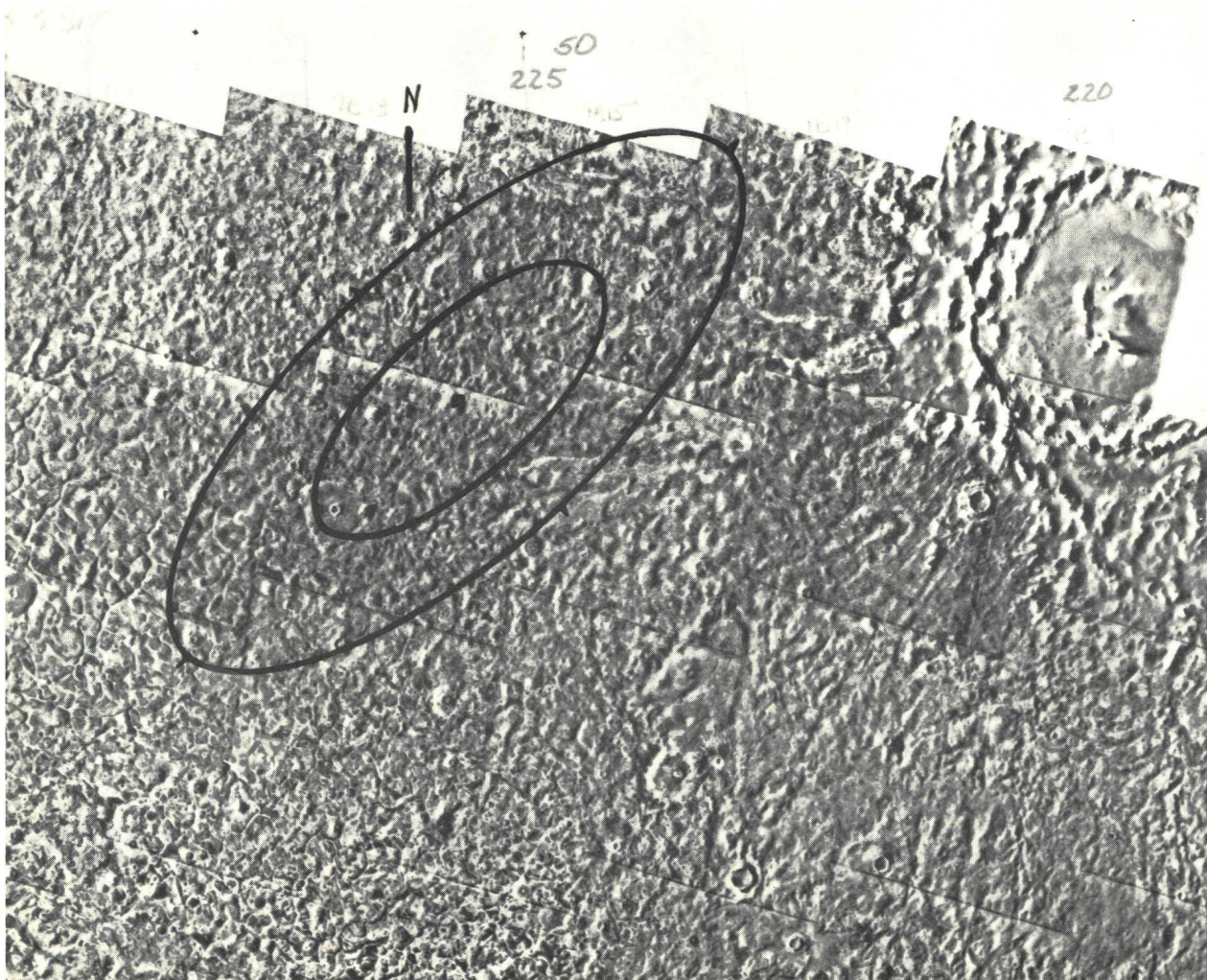


Fig. 17: Dieses Foto wurde am 16. August durch den Viking-2-Orbiter aufgenommen und zeigt den Landeplatz für den Lander von Viking 2. Das Zentrum der Landeellipsen hat die Koordinaten 48° N und 226° W und befindet sich in der Mars-gegend Utopia. Der Krater Mie oben rechts im Bild besitzt einen Durchmesser von 100 km. (NASA, Viking 2-5)

Die Kleinplaneten

Mit dem vorliegenden Bericht möchte die Redaktion das Interesse für die Kleinplaneten aktivieren. Im letzten Jahrhundert gab es kaum einen Amateur-Astronomen, der nicht nach Kleinplaneten gesucht hätte. Vielen unter ihnen gelangen sogar mehrere Neuentdeckungen. Nach der Einführung der fotografischen Suchmethoden mussten die Amateure den grossen Sternwarten die Neuentdeckungen überlassen. In diesem Bericht wird gezeigt, wie man die Brauchbarkeit eines Amateur-Instrumentes für die Fotografie von Kleinplaneten abschätzen kann.

Entdeckungsgeschichte der Kleinplaneten

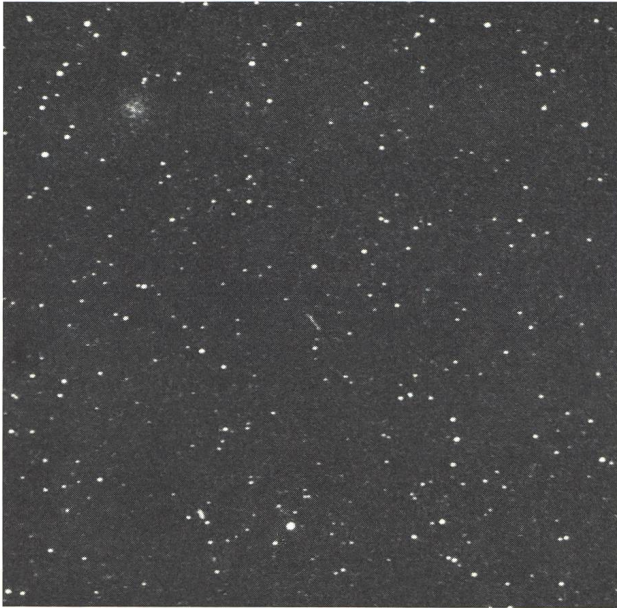
Der relativ grosse Abstand zwischen der Marsbahn und der Jupiterbahn ist bereits J. KEPLER aufgefallen. Und nachdem J. E. BODE 1772 sein Abstandsgesetz¹⁾ formuliert hatte, waren einige Astronomen voll von der Existenz eines zwischen Mars und Jupiter um die Sonne kreisenden Planeten überzeugt. Diese Überzeugung wurde durch die Entdeckung des Planeten Uranus im Jahre 1781 noch verstärkt. Der deutsche Astronom ZACH ging so weit, dass er mit Hilfe der KEPLERSCHEN Gesetze und der BODESCHEN Abstandsreihe 1785 die Daten des neuen Planeten abschätzte und diese bei Fachkollegen hinterlegte. Eine gegenteilige Ansicht über die Existenz dieses Planeten vertrat der deutsche Philosoph FRIEDRICH HEGEL (1770–1831). In seiner am Ende des 18. Jahrhunderts veröffentlichten Dissertation wies er nach, dass in unserem Sonnensystem nur 7 Planeten (Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus) existieren können. Die meisten Astronomen liessen sich dadurch aber in ihren Bemühungen um die Entdeckung des achten Planeten nicht aufhalten. Von diesem konnte man vorläufig nur folgendes aussagen:

1. Seine Helligkeit ist sicher geringer als 6^m .
2. Mit grosser Wahrscheinlichkeit bewegt er sich auch entlang der Ekliptik.

Für die Entdeckung waren also sternreiche und genaue Karten des Ekliptikgürtels eine Voraussetzung. Mit der Erstellung dieser Karten befasste sich in Deutschland die von J. H. SCHRÖTER gegründete «Vereinigte Astronomische Gesellschaft». In Italien beschäftigte sich der Astronom G. PIAZZI ebenfalls mit der Ekliptik-Kartographie. In der Neujahrsnacht 1801 fiel ihm beim Durchmustern eines Sternfeldes ein Objekt 9. Grösse auf, das einige Tage zuvor an dieser Stelle noch nicht gesehen worden war. Anfänglich glaubte PIAZZI, einen Kometen entdeckt zu haben. Aber die systematische Verfolgung des Sternchens 9. Grösse deutete auf einen Planeten. War der gesuchte Planet entdeckt? Infolge einer Krankheit konnte PIAZZI nach dem 11. Februar 1801 die Verfolgung nicht mehr fortsetzen. Und als die Nachricht im übrigen Europa eintraf, verhinderte eine Schlechtwetterperiode eine sofortige Überprüfung. PIAZZIS Planet war wieder verloren. Der junge Mathematiker CARL FRIEDRICH GAUSS hörte von diesem Verlust und versuchte daraufhin, aus den wenigen Beobachtungen von G. PIAZZI die Elemente des neuen Planeten zu berechnen. Genau ein Jahr nach der ersten Entdeckung – am 1. Januar 1802 – gelang aufgrund der GAUSSSCHEN Berechnungen die Wiederauffindung

des verlorenen Planeten durch OLBERS. Die Bahndaten bestätigten die Entdeckung des gesuchten achten Planeten. Zu Ehren der Schutzpatronin von Sizilien taufte ihn PIAZZI auf den Namen *Ceres*. Nur kurz nach der Wiederauffindung der *Ceres*, am 28. März 1802, entdeckte OLBERS im Sternbild der Jungfrau ebenfalls ein neues Sternchen. Die genauen Bahnbestimmungen deuteten ebenfalls auf einen zwischen Mars und Jupiter kreisenden Planeten. *Pallas* war entdeckt. 1804 erfolgte dann die Entdeckung der *Juno* durch HARDING und 1807 die Entdeckung der *Vesta* wieder durch OLBERS. Diese Entdeckungen boten für C. F. GAUSS eine willkommene Gelegenheit, seine Bahnbestimmungsmethode weiter auszubauen und auch zu vereinfachen. Im Jahre 1809 konnte er sein klassisches Werk über die Theorie der Bewegung von Himmelskörpern «*Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium*» veröffentlichen. Dieses Werk enthielt auch die bekannte «*Methode der kleinsten Quadrate*». Das Bahnrechnungsverfahren von GAUSS hat die Himmelsmechanik entscheidend beeinflusst und auch vereinfacht. GAUSS soll einmal eine Bahnbestimmung nach seiner Methode in einer Stunde durchgeführt haben, für die der kaum weniger begabte Mathematiker LEONHARD EULER mit den damals üblichen Methoden drei volle Tage benötigt hätte.

Wegen der Kleinheit und der gleichartigen Bahnform dieser neuen Planeten begründete OLBERS die Hypothese, dass es sich bei diesen Objekten um Bruchstücke eines einzigen grossen Planeten handle. Daraus folgerte er, dass noch eine grosse Zahl unentdeckter Kleinplaneten um die Sonne kreist. Die Neuentdeckungen blieben jedoch – zumindest vorläufig – aus. Erst 1845 leitete der Postmeister und Amateur-Astronom K. L. HENCKE mit der Entdeckung der *Astraea* die Reihe der Neuentdeckungen wieder ein. Nur zwei Jahre später gelang ihm auch noch die Entdeckung der *Hebe*. HENCKE ermutigte damals viele Amateur-Astronomen, sich an der Suche nach Kleinplaneten zu beteiligen. Nach 1847 verfloss kein Jahr ohne eine Neuentdeckung. In besonders entdeckungsreichen Jahren registrierte man bis 350 neue Kleinplaneten. Besonders die fotografische Entdeckungsmethode liess die Zahl der bekannten Kleinplaneten anschwellen. Auf Grund von Ekliptikaufnahmen schätzten BAADE und HUBBLE die Gesamtzahl der Kleinplaneten, die in Opposition heller als 19,0 Grössenklassen sind, auf 44000. Davon sind natürlich nur eine kleine Anzahl wirklich bestimmt. Wird ein Kleinplanet erstmals gesehen, er-



Aufnahme: Dipl.-ing. F. SEILER, München.
Instrument: Maksotow-Kamera 150/200/350.
Film, Entwickler: Kodak Separation 1, Tetenal Dokumol.
Belichtungszeit: 24. Mai 1976, 23^h20^m MEZ, 15 Minuten belichtet.

Koordination: 15^h11^m | -21°.

Entfernungen: 1580–Sonne, 1,145 AE, 1580–Erde 0,135 AE.
 Die Strichspur in der Bildmitte stammt vom Kleinplaneten 1580 *Betulia*. Wegen seiner extremen Erdnähe erreichte er eine ausserordentlich grosse Winkelgeschwindigkeit von 15 Bogenminuten pro Stunde. Der diffuse Fleck links oben ist NGC 5897.

hält er als Bezeichnung die Jahrzahl des Entdeckungsjahres gefolgt von zwei grossen Buchstaben. Am 7. Januar wurde der erste Kleinplanet vom laufenden Jahr durch ELEANOR HELIN entdeckt. Er erhielt im IAU-Zirkular die vorläufige Bezeichnung 1976 AA. Ist einmal seine Bahn vollständig bestimmt, bekommt er eine Nummer und vom Entdecker einen Namen.

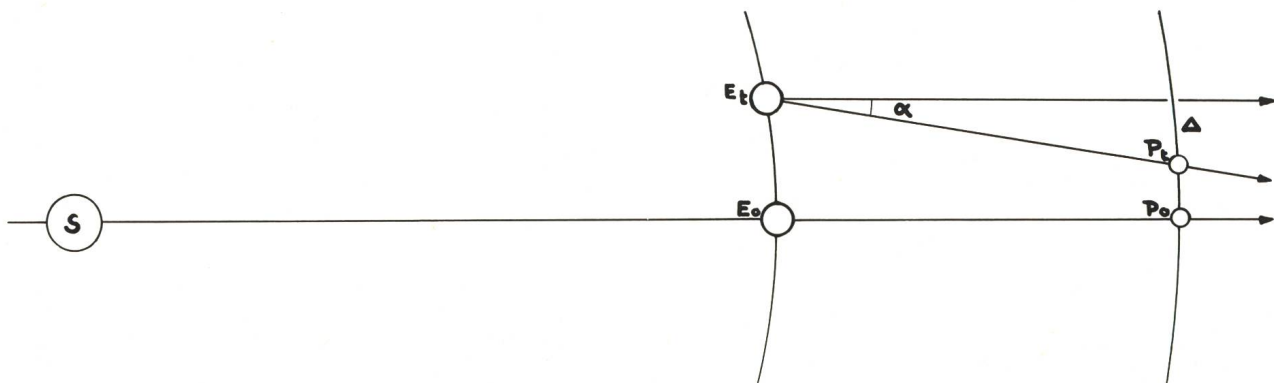
Fotografie der Kleinplaneten

Das Prinzip der Fotografie von Kleinplaneten ist sehr einfach. Man fotografiert die Gegend des Himmels, in der man einen Kleinplaneten vermutet, während längerer Zeit, zum Beispiel zwei Stunden. Die Fixsterne erscheinen auf dem Film als Punkte oder kleine Scheibchen. Ein etwaiger Kleinplanet hinterlässt dagegen auf dem Film wegen seiner Eigenbewegung eine Strichspur (man vergleiche die beiden



Gleiche Aufnahmezeiten wie beim Bild links.
Belichtungszeit: 24. Mai 1976, 23^h47^m MEZ, 15 Minuten belichtet.

Aufnahmen von Herrn dipl. ing. F. SEILER). In diesen bequem zu erkennenden Strichspuren liegt aber auch ein grosser Nachteil. Das schwache Licht des Kleinplaneten kann sich nur eine relativ kurze Zeit an derselben Stelle des Filmes addieren. Für die Praxis heisst dies, dass Kleinplaneten nicht bis zur Helligkeitsgrenze des Aufnahmeinstrumentes fotografiert werden können. Ziel dieses Abschnittes ist es, die Grenzhelligkeit abzuschätzen, bei der ein Kleinplanet gerade noch fotografiert werden kann. Dabei werden nicht alle Parameter berücksichtigt, das Resultat darf also nur als Richtgrösse aufgefasst werden. Der Einfachheit halber betrachten wir den Kleinplaneten nur in seiner Opposition zur Sonne (vergleiche Fig. unten). Er möge zu dieser Zeit von der Sonne eine Entfernung von x AE (astronomischen Einheiten) haben. Zur Oppositionszeit befindet sich die Erde in E_0 und der Kleinplanet in P_0 . Während der Zeitspanne t bewegt sich die Erde nach E_t und der Kleinplanet, wegen seiner geringeren Geschwindigkeit, nur nach P_t . Von der Erde aus betrachtet hat er also in der Zeitspanne t den Winkel α zurückgelegt.



Aus der Figur liest man ab

$$\alpha = \frac{\Delta}{(x-1)AE}$$

Die Strecke Δ kann aus der Geschwindigkeitsdifferenz der Erd- und Kleinplanetengeschwindigkeit und aus der Zeitspanne t berechnet werden

$$\Delta = (V_E - V_P) \cdot t$$

Die Kleinplanetengeschwindigkeit können wir mit Hilfe des dritten KEPLERSchen Gesetzes bestimmen. Nach diesem Gesetz verhalten sich bekanntlich die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten gleich wie die Kuben ihrer grossen Halbachsen oder – sofern Kreisbahnen angenommen werden können – gleich wie die Kuben ihrer Bahnumfänge. T_E und T_P seien die entsprechenden Umlaufzeiten, U_E und U_P die entsprechenden Bahnumfänge. Das dritte KEPLERSche Gesetz lautet dann

$$\frac{T_E^2}{T_P^2} = \frac{U_E^3}{U_P^3}$$

Und da bekanntlich der Bahnumfang dividiert durch die Umlaufzeit die mittlere Bahngeschwindigkeit ergibt, folgt daraus

$$V_E^2 \cdot U_E = V_P^2 \cdot U_P$$

Da – wie angenommen – der Kleinplanet in x AE um die Sonne kreist, ist auch seine Umlaufbahn x mal grösser als die Erdumlaufbahn. So folgt für die Geschwindigkeit des Kleinplaneten

$$V_P = V_E \cdot \sqrt{\frac{1}{x}}$$

Setzt man in der Ausgangsbeziehung diese Geschwindigkeit ein, so erhält man für den Winkel α

$$\alpha = \frac{V_E \left(1 - \sqrt{\frac{1}{x}}\right) \cdot t}{(x-1) \cdot AE}$$

Während der Zeitspanne t wandert auch das Bild des Kleinplaneten auf der Filmebene – vom Objektiv aus betrachtet – um diesen Winkel α . Wenn b die auf dem Film während der Zeit t zurückgelegte Spur ist, gilt also auch

$$\alpha = \frac{b}{f}$$

f ist die Brennweite der Aufnahmeoptik. Nun können wir unsere Frage nach der maximalen Zeit, während der sich das Licht des Kleinplaneten auf dem Film addiert, beantworten. Die Lichtaddition findet nur so lange statt, wie die Strichspur b kleiner als der Beugungsdurchmesser des Kleinplanetenbildes ist. Die maximale Zeit folgt aus der Gleichsetzung der Strichspur b mit dem Durchmesser des Beugungs-

scheibchens der Aufnahmeoptik. Dieser Durchmesser hängt bekanntlich von der Geometrie der Aufnahmeoptik und der Wellenlänge des Lichtes ab. Nach ²⁾ gilt

$$d = 2,44 \cdot \frac{\lambda \cdot f}{D}$$

wo λ die Wellenlänge des benutzten Lichtes und f bzw. D die Brennweite und den Öffnungsdurchmesser der Aufnahmeoptik bedeuten. Wenn wir nun die beiden Gleichungen für den Winkel α einander gleichsetzen und zugleich die Strichspur b durch den Durchmesser d des Beugungsscheibchens ersetzen, so erhalten wir nach einer algebraischen Umformung für gesuchte maximale Zeit t :

$$t = 2,44 \cdot \frac{\lambda \cdot (x-1) \cdot AE}{D \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{1}{x}}\right) \cdot V_E}$$

Als Beispiel sollen folgende Daten verwendet werden:

1. Der Kleinplanet befinde sich in einer Entfernung von 3 AE von der Sonne, also $x = 3$.
2. Der Durchmesser der Aufnahmeoptik betrage 15 cm, also $D = 1,5 \cdot 10^{-1}$ m.
3. Die Wellenlänge des benutzten Lichtes betrage $5 \cdot 10^{-7}$ m.
4. Die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer jährlichen Bahn beträgt ungefähr 30000 m/sec und 1 AE ist $1,5 \cdot 10^{11}$ m.

Mit diesen Daten findet man für die maximale Zeit

$$t = 3^m 12,4^s$$

Während dieser Zeit addiert sich also das Licht in der fotografischen Schicht. Aus entsprechenden Tabellen³⁾ kann damit die Helligkeitsgrenze herausgelesen werden, bis zu der Kleinplaneten noch fotografiert werden können. Für unser angenommenes Instrument liegt diese etwa bei 13,5 Grössenklassen. Für dieses Instrument liegt die absolute erreichbare Helligkeitsgrenze jedoch bei 17,5 Grössenklassen (abhängig vom Öffnungsverhältnis). Durch die Eigenbewegung der Kleinplaneten verliert man also ungefähr 4 Grössenklassen.

Dieser Helligkeitsverlust beim fotografieren von Kleinplaneten ist um die Jahrhundertwende dem amerikanischen Amateur-Astronomen J. H. METCALF aufgefallen. Er schlug vor, die Nachführung des Aufnahmeinstrumentes so einzustellen, dass die Eigenbewegung der Kleinplaneten gerade kompensiert wird. Es können dann Kleinplaneten bis zur absoluten Helligkeitsgrenze des Instrumentes aufgenommen werden. Beim Verfahren von METCALF erleiden die Fixsterne den Helligkeitsverlust. Sie hinterlassen auf den Film nun die Strichspuren. Die Korrektur der Nachführung kann leicht aus dem Winkel α abgeschätzt werden. Setzt man für t eine Stunde ein, so findet man für den Kleinplaneten eine Eigenbewe-

Kleinplanet	Optisch	Polarisation		Infrarotmessungen		
	DOLLFUS	VEVERKA	BOWELL ZELLNER	ALLEN	MATSON	MORRISON
1 Ceres	385	610	530	580	430	525
2 Pallas	350	330	300		270	
3 Juno	97		110	145		
4 Vesta	205	290	275	285	300	270
15 Eunomia		150	152		110	
20 Massalia		75			80	

gung pro Stunde von ungefähr 30 Bogensekunden, was zwei Zeitsekunden entspricht. Die Nachführung muss also so eingestellt werden, dass sie in der Stunde um zwei Sekunden vorgeht. Diese Korrektur berücksichtigt allerdings nur die zum Himmelsäquator parallele Eigenbewegungskomponente der Kleinplaneten. Befinden sich die Kleinplaneten nicht gerade in der Nähe des Frühlingspunktes bzw. des Herbstpunktes der Ekliptik, so dürfte diese Korrektur jedoch durchaus genügen.

Physikalische Beschaffenheit der Kleinplaneten

Die Kleinplaneten boten lange Zeit lediglich Testmöglichkeiten für die Theorien der Himmelsmechaniker. Über ihre physikalische Beschaffenheit wie Grösse, Dichte, Albedo, Zusammensetzung etc. war wenig oder nichts bekannt. Der Grund für diese mangelnde Kenntnis ist durch die enorme Schwierigkeit bedingt, selbst bei den grössten Kleinplaneten und unter besten optischen Bedingungen etwa den scheinbaren Durchmesser zu bestimmen. Vor sechs Jahren hat sich diese Situation geändert. 1970 wurden drei neue Verfahren zur Bestimmung der Durchmesser der Kleinplaneten entwickelt.

Erste Bestimmungsversuche der Durchmesser wurden – zumindest für die grössten Kleinplaneten – ab 1890 unternommen (HAMY, BARNARD). Die scheinbaren Durchmesser erreichen aber selbst bei Erdnähe kaum 0,5 Bogensekunden. Vergleicht man diese Grösse mit dem maximalen Auflösungsvermögen (ca. 0,2 Bogensekunden) der besten Instrumente bei optimalen Sichtbedingungen, so ergibt sich eine Unsicherheit der Durchmesserbestimmung mit Hilfe dieser optischen Methode von 20% und mehr. Die Dichte der Kleinplaneten kann damit höchstens bis auf einen Faktor 2 bestimmt werden.

Die wohl exakteste heute durchführbare Bestimmungsmethode für die Grösse der Kleinplaneten wird auch andernorts in der Astronomie benutzt. Man misst – sofern ein Ereignis dieser Art eintritt – die Bedeckungszeit eines Sternes, der von einem Kleinplaneten bedeckt wird. Im vorangehenden Abschnitt haben wir berechnet, dass die Eigenbewegung eines Kleinplaneten etwa 30 Bogensekunden pro Stunde oder 0,01 Bogensekunden pro Zeitsekunde beträgt. Wird eine Zeitmessgenauigkeit von 0,1 Sekunden angenommen, so entspricht dies einer Genauigkeit von 0,001 Bogensekunden im scheinbaren

Durchmesser vom Kleinplaneten. Mit dieser Methode wird also die frühere Genauigkeit von 0,2 Bogensekunden wesentlich verbessert.

Ein zweites Verfahren zur Durchmesserbestimmung versucht, die geometrische Albedo aus der linearen Polarisation des vom Kleinplaneten reflektierten Sonnenlichtes und dessen Phasenwinkel (Winkel: Sonne–Kleinplanet–Erde) abzuleiten.

Ein drittes Verfahren besteht in der Bestimmung der bolometrischen Albedo des Kleinplaneten aus dem absorbierten und wieder emittierten Anteil des Sonnenlichtes im Infrarotbereich. In der nachfolgenden Tabelle sind die Resultate der Durchmesserbestimmung aus verschiedenen Methoden für einige Kleinplaneten angegeben. Die Durchmesser sind in km angegeben.

Seit 1970 konnten die neuen Bestimmungsmethoden etwa bei 200 Kleinplaneten angewendet werden. Die Resultate sollen im folgenden kurz zusammengefasst werden:

1. Albedo-Messungen

Die Annahme einer mittleren Albedo für alle Kleinplaneten von etwa 12% (Albedo des Erdmondes) hat sich als falsch erwiesen. Wie aus der Albedo-Tabelle zu entnehmen ist, schwanken die Werte zwischen 3 und etwa 50%.

Kleinplanet	Albedo (in %)
1 Ceres	6
2 Pallas	9
3 Juno	19
4 Vesta	26
7 Iris	18
10 Hygiena	5
16 Psyche	9
19 Fortuna	3
36 Atlante	3
37 Fides	18
44 Nysa	46
56 Melete	4
349 Dembowska	24

2. Oberflächenbeschaffenheit der Kleinplaneten

Kleinplaneten mit geringer Albedo weisen ebenfalls ein flaches Reflexionsspektrum auf. Diese beiden Eigenschaften lassen vermuten, dass ihre Oberflächen

aus kohlenstoffhaltigen Bestandteilen, wie eigentliche Kohle, bestehen.

Die hellen Kleinplaneten mit einer grossen Albedo weisen dagegen ein sehr strukturiertes Reflexionsspektrum auf. Hier weist die Oberfläche Gesteinsstruktur auf (Silikon, Sauerstoff, Eisen, Magnesium, Aluminium etc.).

3. Grösse und Albedo

Offensichtlich besteht auch ein Zusammenhang zwischen der Grösse eines Kleinplaneten und seiner Albedo. Die meisten der grossen Kleinplaneten weisen nur eine geringe Albedo auf. Von den 18 grössten Kleinplaneten bestehen 15 aus kohlenstoffhaltigen Bestandteilen.

4. Sonnenabstand und Zusammensetzung

Das wohl überraschendste Resultat stellt den Zusammenhang zwischen dem Sonnenabstand und der Zusammensetzung eines Kleinplaneten dar. Die Mitglieder des inneren Planetoidengürtels (marsnahe Kleinplaneten) besitzen vornehmlich eine Gesteinsstruktur und weisen eine grosse Albedo auf. 80% aller Kleinplaneten mit einer Sonnenentfernung von

mehr als 3 AE bestehen dagegen aus kohlenstoffhaltigen Bestandteilen.

5. Die Trojaner

Die Trojaner scheinen eine eigene Gruppe zu bilden. Ihr Merkmal ist eine rötliche Farbe und eine geringe Albedo.

Diese ersten Resultate lassen vermuten, dass ein gründliches Studium der Kleinplaneten wesentliche Fragen über die Entstehung unseres Sonnensystems klären könnte.

P. GERBER

Literatur und Anmerkungen:

- 1) Für die Entfernungen der Planeten von der Sonne stellte BODE folgende Regel auf:
 $r_n = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$, $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, 4, \dots$
 r ergibt in guter Näherung den Abstand des Planeten von der Sonne in AE an. Für $n = 3$ ergibt sich gerade die Sonnenentfernung der ersten entdeckten Kleinplaneten.
- 2) *Handbuch für Sternfreunde*, Springer 1960, Seite 10.
- 3) *Astrofotografie für Jedermann*, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1964.
- 4) D. MORRISON, *Comm. on Astrophysics and Space Physics* 5, 51 (1973). In diesem Artikel werden die neuesten Beobachtungstechniken und Ergebnisse der Planetoidenforschung diskutiert (mit ausführlichem Literaturverzeichnis).

Gesucht

Der Zentralvorstand der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft sucht ein neues Mitglied

Vor ungefähr einem Jahr hat der Vorstand der SAG beschlossen, anlässlich der nächsten sich bietenden Gelegenheit das Vorstands-Ressort eines Technischen Beraters/Jugendleiters zu schaffen. An der diesjährigen Generalversammlung der SAG in Luzern hat dann Herr Dr. h. c. HANS ROHR den Wunsch geäussert, auf seine aktive Mitgliedschaft im Vorstand zu verzichten, sobald der Technische Berater/Jugendleiter gefunden sei. Leider blieben bisherige Versuche zur Besetzung des entsprechenden Vorstand-Ressorts erfolglos. Da sich der Vorstand der SAG zur Zeit mit der Bereinigung und eventuellen Neu-Aufteilung seiner Pflichtenhefte befasst, könnte das Pflichtenheft des Technischen Beraters/Jugendleiters und auch dessen endgültige Bezeichnung mit dem zukünftigen Vorstandsmitglied diskutiert werden. Als möglicher Aufgabenbereich sei erwähnt: Beratung der SAG-Mitglieder in technischen Fragen (Instrumente, Instrumentenbau, Beobachtungsmöglichkeiten, Literaturangaben etc.). Dabei sollte die Betreuung jugendlicher Sternfreunde im Vordergrund stehen. Der Vorstand der SAG bittet deshalb alle SAG-Mitglieder, die sich für diese Arbeit im Rahmen der SAG interessieren, sich mit dem Generalsekretär der SAG, W. Lüthi, Tel. 034/228686, oder dem ORION-Redaktor, Dr. P. Gerber, Tel. 032/417763, in Verbindung zu setzen. Danke!

Orion-Zirkular — Circulaire Orion

Nachrichtendienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Service d'information de la Société Astronomique de Suisse

Unter diesem Titel werden ab November 1976 alle ORION-Bezüger zusätzlich zum ORION Kurznachrichten über unvorhergesehene astronomische Ereignisse erhalten.

Redaktion: Die Redaktion des ORION-Zirkulars wird der langjährige Betreuer des Nachrichtendienstes der SAG, Herr KURT LOCHER, Rebrain 39, CH-8624 Grütt, übernehmen.

Zirkular-Inhalt: Grundsätzlich werden nur unvorhergesehene, in der Schweiz sichtbare astronomische Ereignisse bis etwa 12. Grösse mitgeteilt, die nicht in astronomischen Jahrbüchern zu finden sind. So etwa Meldungen über Kometen (Entdeckungsmeldung, Bekanntgabe der ersten guten Ephemeride, Fortsetzung oder Korrektur der Ephemeride), über Novae und Supernovae (Entdeckungsmeldung, Mitteilung guter oder international vereinbarter Vergleichshelligkeiten) etc.

Erscheinungsweise: Die Erscheinungsweise des ORION-Zirkulars richtet sich ausschliesslich nach dem Auftreten wichtiger, unvorhergesehener astronomischer Ereignisse. Pro Jahr dürften so zwischen 5 und 10 Zirkulare erscheinen.

Kosten: Die Druck- und Versandkosten der ORION-Zirkulare werden vollständig gedeckt durch Einsparungen (es wurde kürzlich ein rationelleres, qualitativ aber hervorragendes Druckverfahren beim ORION eingeführt) und durch Inserat-Einnahmen.

P. G.

Eine Ortsbestimmungsmethode für Libellensextant und Taschenrechner

VON MARTIN FRICK, Salem

In der Seefahrt wird auch heute noch der relativ unkompliziert aufgebaute Marinesextant zur Messung von Gestirns Höhen über der Kimm zwecks Ortsbestimmung verwendet. Da die Kimm (der Seehorizont) bei Nacht nicht sichtbar ist, bleiben die Messungen auf die Dämmerung beschränkt, falls man Sterne verwenden will, oder auf den Tag, wenn man die Sonne benutzt. Diese Einschränkung hat zusammen mit der Tatsache, dass der sichtbare Horizont vom Flugzeug aus nicht zu verwenden ist, in der Luftfahrt zur Konstruktion von Libellensextantan geführt, mit denen Gestirns Höhen über einem Horizont gemessen werden können, der durch eine im Gerät eingebaute Wasserwaage realisiert wird. Auch Kreisel- oder Pendelhorizonte sind schon mit Erfolg verwendet worden. Zwar verdrängen die Methoden der technischen Navigation (Trägheitsnavigation, Funknavigation) die astronomische Navigation immer mehr aus dem Flugzeug – bei der Swissair beispielsweise gibt es heute nur noch einen Flugzeugtyp, zu dessen Ausrüstung ein Libellensextant gehört –, doch in der Seeschifffahrt vermag sich die astronomische Navigation wesentlich besser zu behaupten. Was nun speziell die Handelsschifffahrt anbelangt, so werden dort Libellensextantan weniger verwendet, das ist jedoch ausschliesslich auf den hohen Preis dieser Geräte zurückzuführen. Als Gebrauchtgerät ist ein Libellensextant aber unter Umständen billig zu erstehen, was seine Benutzung durch den Liebhaber – sei dieser nun Seemann oder nicht – möglich macht.

In seiner letzten Ausführungsform (periskopischer Sextant) wird der mit einem langen Hals versehene Libellensextant durch eine hierfür vorgesehene Öffnung im Kabinendach gesteckt. Für eine Verwendung aus der Hand und im Freien ist diese Konstruktion natürlich weniger praktisch als die der Vorgängertypen, die einen kleinen gläsernen Beobachtungsdome auf dem Flugzeug erforderten. Ein solches Gerät ist in Fig. 1 zu sehen. Mit einem Libellensextantan werden meist nicht einzelne Höhen gemessen, vielmehr erfolgt die Beobachtung über einen einstellbaren Zeitraum von 1 min oder mehr. Durch eine Mittelungseinrichtung (Integrator) werden die durch die Fahrzeugbewegungen bewirkten Schwankungen der Libellenblase einerseits und die Höhenänderung des Gestirns während der Beobachtungszeit andererseits gemittelt. Diese Zusatzeinrichtung ist das teuerste am Libellensextantan. Bei der Beobachtung hat man die Libellenblase mit dem Gestirn dauernd in Deckung zu halten, was etwas Übung erfordert.

Bei der Auswertung der mit dem Libellensextantan durchgeführten Messungen bereitet vor allem der Indexfehler Schwierigkeiten. Während sich dieser beim gewöhnlichen Sextant auf höchst einfache Weise bestimmen lässt, erfordert seine Bestimmung beim Li-

bellensextantan Hilfsinstrumente. Anstatt den Indexfehler zu messen und anzubringen, kann man ihn auch durch geeignete Anlage der Beobachtungsmethode eliminieren, was in der astronomischen Ortsbestimmung auf dem Lande mit Hilfe von Theodoliten üblich ist; siehe etwa [1]. Verfasser hat daher in [2] eine entsprechend angelegte Methode für den Sextant beschrieben. Diese Methode ist nun durch die mittlerweile erhältlichen elektronischen Taschenrechner sehr attraktiv geworden. Das Problem bei einer astronomischen Ortsbestimmung ist ja nicht allein ein Beobachtungsproblem, sondern vor allem auch ein Rechenproblem. Während man sich auf dem Lande viel Zeit lassen kann für die Rechnung, so muss sie auf See möglichst schnell und möglichst einfach durchgeführt werden können. Diese Forderungen hatten die konventionellen Methoden der Ortsbestimmung geprägt: alle mathematisch komplizierten Methoden mussten von vornherein ausscheiden. Die Tatsache aber, dass heute bereits kleine, programmierbare Rechner zur Verfügung stehen, ändert die Situation völlig. Ohne Verwendung von Näherungskordinaten des Standortes (sogenannter Loggeort) lassen sich mit der im folgenden geschilderten Methode nach Beobachtung dreier Sterne zu irgendeiner



Fig. 1: Das Stern- oder Sonnenlicht fällt von links oben auf einen unter dem Okular befindlichen Spiegel, der mit Hilfe eines grossen, mit Teilung versehenen Drehknopfes bewegt werden kann. Der Spiegel ist halbdurchlässig und gestattet gleichzeitig den Blick auf die im vorderen Teil des Apparates befindliche Dosenlibelle.

Nachtzeit Breite φ , Länge λ und Indexfehler i mit geringem Zeitaufwand berechnen. Selbstverständlich kann die Methode auch mit einem gewöhnlichen Sextanten durchgeführt werden. Im Hinblick auf den Indexfehler ist sie dann natürlich nicht von besonderem Vorteil, auch fällt die Nacht als Beobachtungszeit weg. Wenigstens aber erhält man wegen der Beobachtung zweier Breitensterne etwas genauere Breitenwerte, braucht sich nicht auf den Loggeort zu stützen und spart sich die Zeichnung von Standlinien in der Seekarte.

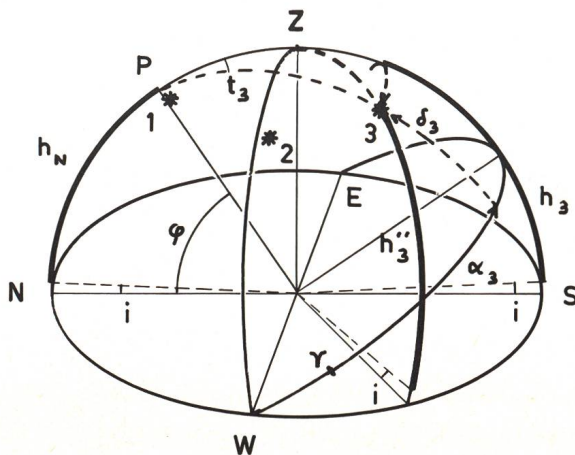


Fig. 2: Anlage der Ortsbestimmung: Kombination der Polhöhe h_n und der auf den Meridian reduzierten Höhe eines Südsterne liefert neben der vom Indexfehler freien Breite auch den Indexfehler i selbst. Damit lässt sich durch Beobachtung eines Sternes 2 in West oder Ost die Länge bestimmen.

Beobachtet werden drei Sterne nach folgendem Prinzip (vergleiche Fig. 2):

Stern 1 ist der *Polarstern*,

beobachtete Höhe h'_1 zur mittleren Greenwicher Zeit T_1 . Die Rektaszension ist α_1 und die Poldistanz $p_1 = 90^\circ - \delta_1$.

Stern 2 ist ein *Stern in der Nähe des 1. Vertikals* – also ungefähr in Ost oder West (*Zeitstern*).

Beobachtete Höhe h'_2 zur MGZ T_2 . R.A. α_2 ; Deklination δ_2 .

Stern 3 ist in *südlicher Richtung* zu suchen (*Breitenstern*).

Beobachtete Höhe h'_3 zur MGZ T_3 . R.A. α_3 ; Deklination δ_3 .

An die Höhen h' wird nur die Refraktion (oder aus den Nautischen Tafeln die Gesamtbeschickung für Augeshöhe 0 Meter) angebracht, womit man Höhen h'' erhält, die wegen des unbekanntes Indexfehlers noch keine wahren Höhen sind. Die weitere Rechnung gliedert sich in vier Teile:

1: Berechnung des Stundenwinkels von Stern 2 aus:

$$\cos t_2 = \frac{\sin h''_2 - \sin \delta_2 \sin h''_1}{\cos \delta_2 \cos h''_1} \quad (1)$$

Diese Beziehung folgt aus dem Seitencosinussatz angewandt auf das sphärische Dreieck Pol–Zenit–Stern. Eigentlich müsste anstatt h''_1 die Breite φ eingesetzt werden, da man diese aber noch nicht kennt, wird vorerst ignoriert, dass der Polarstern nicht genau im Pol steht.

2: Berechnung der Stundenwinkel von Stern 1 und 3: Die Differenzen der Stundenwinkel der beobachteten Sterne Δt hängen einerseits ab von den Rektaszensionsdifferenzen $\Delta \alpha$ andererseits von den Differenzen der Beobachtungszeiten ΔT , denn die Gestirne sind ja nicht gleichzeitig beobachtet worden.

Wegen

$$t = T - \alpha$$

lässt sich schreiben:

$$t_3 = t_2 + (T_3 - T_2) - (\alpha_3 - \alpha_2) \quad (2)$$

$$t_1 = t_2 - (T_2 - T_1) + (\alpha_2 - \alpha_1) \quad (3)$$

Eigentlich müssten für T Sternzeiten eingesetzt werden, doch da die Differenzen der Beobachtungszeiten klein sind, können wir ohne merklichen Fehler die MGZ-Differenzen verwenden.

3: Berechnung der Breite φ und des Indexfehlers i : aus der Polarsternhöhe h''_1 wird in bekannter Weise die – noch nicht von i befreite – Polhöhe berechnet, wobei man zu ausreichend genauen Ergebnissen gelangt, wenn man sich auf

$$h_n = h''_1 - p_1 \cos t_1 \quad (4)$$

beschränkt. (h_n ist fast φ : $h_n + i = \varphi$)

Im Dreieck Pol–Zenit–Südsterne gilt:

$$\sin h''_3 = \sin \varphi \sin \delta_3 + \cos \varphi \cos \delta_3 \cos t_3 \quad (5)$$

für $t_3 = 0$ gilt:

$$\sin h_3 = \sin \varphi \sin \delta_3 + \cos \varphi \cos \delta_3 \quad (6)$$

Setzen wir näherungsweise h_n für φ und dividieren wir (6) durch (5), so erhalten wir:

$$\sin h_3 = \frac{\sin h_n \sin \delta_3 + \cos h_n \cos \delta_3}{\sin h_n \sin \delta_3 + \cos h_n \cos \delta_3 \cos t_3} \cdot \sin h''_3 \quad (7)$$

Damit haben wir eine Formel, die es gestattet, die Höhe des Südsterne in diejenige Höhe umzurechnen, die der Stern im Meridian – also genau in S – gehabt hat oder haben wird (siehe Abb. 2). (7) lässt sich im Hinblick auf ein möglichst sparsames Programm näherungsweise auch schreiben:

$$\sin h_3 = \left(1 - \frac{\cos t_3 - 1}{\tan h_n \tan \delta_3 + 1} \right) \sin h''_3 \quad (8)$$

Betrachtet man nochmals die Abb. 2, so findet man leicht die beiden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} h_n + i &= \varphi \\ h_3 + i &= 90^\circ - \varphi + \delta_3 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Aus diesen beiden Gleichungen lassen sich φ und i bestimmen. Subtraktion der ersten von der zweiten Gleichung liefert:

$$\begin{aligned} h_3 - h_n &= 90^\circ - 2\varphi + \delta_3 \text{ oder} \\ \varphi &= \frac{1}{2}(90^\circ + \delta_3 + h_n - h_3) \end{aligned} \quad (10)$$

Aus der ersten der Gleichungen (9) erhält man schliesslich:

$$i = \varphi - h_n$$

4: Berechnung der Länge.

Addiert man α_2 zu t_2 , so erhält man die Ortssternzeit. Zieht man diese von der Greenwicher Sternzeit (dem Greenwicher Stundenwinkel des Frühlingspunktes) ab, so erhält man die Länge λ des Ortes.

Eine Schwierigkeit ergibt sich nun daraus, dass die Berechnung der Länge aus t_2 die Kenntnis der Breite φ voraussetzt, wobei sich diese ja erst genügend genau berechnen lässt, wenn λ bekannt ist. Es handelt sich also um ein typisches Iterationsproblem. Wie bereits angedeutet, wird man in (1) zunächst nicht die

Datum: 23. Juni 1974	PATINA-METHODE				PR 56
Stern:	1 (Polaris)	2 (Zeitstern)	3 (Südstern)		
α	31,7098	279,0283	200,9683		
T	24-00-00	23-21-00	23-22-14		
T ₁ —T ₂ :	39-00	T ₃ —T ₂ :	01-14		
	39,0000		1,2333		
:4	9,7500		0,3083		
+ α_2	288,7783		279,3366		
— $\alpha_1, -\alpha_3; d_1 =$	257,0685	ST0 4	$d_3 =$	78,3683	
				ST0 5	
p ₁ , δ_2, δ_3	0,8561	ST0 1	38,7600	ST0 2	
			— 11,0317	ST0 3	
h'	39° 24,5'		34° 58,5'	38° 38'	
GB	—1,0'		—1,3'	—1,1'	
h"	39° 23,5'		34° 57,2'	38° 36,9'	
	39,3917	ST0 0	34,9533	ST0 6	
			38,6150	ST0 7	

GO TO 00 LOAD

00 RCL	10 sin	20 + —	30 + —	40 ×	50 [60 1
01 2	11 —	21 arcs	31 ×	41 RCL	51 RCL	61]
02 sin	12 RCL	22 R/S ①	32 RCL	42 3	52 8	62 +
03 ×	13 2	23 ST0	33 1	43 tan	53 +	63 1
04 RCL	14 cos	24 8	34 +	44 +	54 RCL	64 ×
05 0	15 ÷	25 +	35 R/S ②	45 1	55 5	65 RCL
06 sin	16 RCL	26 RCL	36 =	46 =	56]	66 7
07 —	17 0	27 4	37 ST0	47 1/x	57 cos	67 sin
08 RCL	18 cos	28 =	38 9	48 ×	58 + —	68 =
09 6	19 =	29 cos	39 tan	49 [59 +	69 arcsin
						70 R/S ③

R/S 1 t_E ablesen, in t umrechnen; t_w lassen (t_2)

R/S 2 b. ersten Mal RCL 0, dann h''_1

R/S 3 h_3 ablesen

Durchgang	1	2	3	
$h_3 + — +90$	38,8505	38,8111	38,8101	
+ RCL 9 + RCL 3				
:2 = φ ; ST0 0	40,1817	40,2017	40,2022	= 40° 12,1'
RCL 0 —RCL 9				
= i			— 0,0440	(= — 2,6')
F Mn + 6			(34,9093)	
GO T0 00 R/S		($t_E = 73,5988$)	$t_2 = 286,4012$	
+ — — $\alpha_2 +$ Grw. Stw. $\cap (+ 360) = \lambda$			56,5622	= 56° 33,7'
	261,9917			

Breite, sondern die Polarsternhöhe einsetzen. Das wird einen Fehler bei t_2 zur Folge haben, die Länge wird nicht genau stimmen und auch für t_1 und t_3 wird man nur ungenaue Werte erhalten. Immerhin wird sich aber im dritten Teil der Rechnung ein Näherungswert für φ ergeben, der besser ist als die zunächst verwendete Polarsternhöhe, und diesen setzt man bei der Wiederholung des Rechenvorganges in (1) ein. Diesmal wird man ein genaueres φ erhalten, eine nochmalige Wiederholung wird für einen ausreichend genauen Wert genügen. Man rechnet ein letztes Mal t_2 und daraus die Länge, wobei man anstatt h''_2 die um den Indexfehler i korrigierte Höhe

$$h_2 = h''_2 + i$$

verwendet. Mit φ zusammen wird ja auch i berechnet. Bei der Iteration darf man daher keinesfalls h''_1 und h''_3 durch verbesserte (das heisst um i korrigierte) Werte ersetzen, sonst wird $i = 0$!

Geht bei obigem der Rechenaufwand für einen einzelnen Durchgang schon weit über das mit Tafelwerken sinnvolle hinaus, so ist die Iteration ohne Rechenmaschine völlig undiskutabel. Der Mindestaufwand ist in einem tastenprogrammierbaren Taschenrechner zu sehen. Im folgenden sei die Rechnung für einen Privileg PR 56 (72 Programmspeicherplätze, 10 Konstantenspeicher) dargestellt. Dieser Rechner verwendet übrigens die arithmetische Notation, und nicht— wie beispielsweise der vom Verfasser an anderer Stelle erwähnte HP 35 — die polnische. Die Frage, welche der beiden Notationen im Hinblick auf ein bestimmtes Problem das kürzere Rechenprogramm ermöglicht, lässt sich übrigens allgemein nicht beantworten.

Dem oben auf einem Formblatt wiedergegebenen Beispiel liegen drei Sternbeobachtungen zu Grunde:

- 1) Polaris, beob. um 24-00-00 MGZ in scheinb. Höhe $39^\circ 24,5'$
- 2) Wega, beob. um 23-21-00 MGZ in scheinb. Höhe $34^\circ 58,5'$
- 3) Spica, beob. um 23-22-14 MGZ in scheinb. Höhe $38^\circ 38'$

Auf dem oberen Teil des Blattes werden die Ausgangsdaten vorbereitet und in den Konstantenspeicher gegeben; dann wird das Programm dem Formularvordruck entsprechend eingetastet und dreimal iteriert. Beim dritten Durchgang ergibt sich die Breite $\varphi = 40,2022^\circ$ (oder sexagesimal $40^\circ 12,1'$). Für i erhält man $-0,0440^\circ$, dies wird zu $h''_2 = 34,9533^\circ$ addiert, mit dem resultierenden $h_2 = 34,9093^\circ$ wird nochmals bis Schritt 22 gerechnet, was einen östlichen Stundenwinkel von $t_E = 73,5988^\circ$ ergibt (weil Stern 2 in E beobachtet wurde). Wie bei den vorangegangenen Durchgängen wird dieser Wert in den (westlich gerechneten) Wert $t_2 = 286,4012^\circ$ umgerechnet (durch Subtraktion von 360°). Letztere Zahl wird mit α_2 zusammen vom Greenwicher Stundenwinkel des Frühlingspunktes, den man dem Jahrbuch entnommen hat, abgezogen, was die Länge λ ergibt. Gegebenenfalls ist noch 360° zu addieren, um westliche Länge zu erhalten.

Literatur:

- 1 WALDMEIER, M.: *Leitfaden der astronomischen Orts- und Zeitbestimmung*, Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau 1958.
- 2 FRICK, M.: *Ortsbestimmung mit Libellensextanten*, Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1966.

Adresse des Autors:

MARTIN FRICK, Markgrafenstrasse 12, D-7777 Salem 1.

Le problème cosmologique et ses hypothèses (II)

par J. DUBOIS

Confrontation avec l'observation

Dans un précédent article¹⁾ nous avons examiné les hypothèses générales que l'on rencontre en cosmologie, puis présenté les modèles relativistes les plus simples.

Certains de ces modèles^{2,3,4,5,6)} ne sont pas en désaccord avec les résultats de l'observation tels que la valeur de la constante de HUBBLE (voir appendice), la densité moyenne de la matière dans l'univers, l'abondance du deutérium et de l'hélium, l'âge des étoiles des amas globulaires et l'existence du rayonnement thermique à 3° K résidu d'un état très condensé de l'univers.* Encore que, en ce qui concerne ce dernier point, ce rayonnement n'est nullement

inclus dans les modèles car, par hypothèse, ils ne contiennent qu'un fluide matériel. C'est uniquement l'existence d'une singularité, valeur de t pour laquelle $R(t) = 0$, qui est favorable à la présence de ce rayonnement.

Il n'en reste pas moins que l'on rencontre quelques difficultés qui sont, en partie tout au moins, à l'origine soit de modifications des modèles relativistes présentés, soit de théories nouvelles, indépendantes de la relativité générale. Parmi celles-ci, citons les travaux de DIRAC⁷⁾, HOYLE et NARLIKAR⁸⁾, BRANS et DICKE⁹⁾, NOTTALE, PECKER, VIGIER et YOURGRAU¹⁰⁾, ALFVÉN¹¹⁾, CHARON¹²⁾ et il y en a d'autres encore.

Avant d'examiner dans un prochain article les hypothèses de quelques unes de ces théories, il y a lieu de décrire les problèmes soulevés par l'observation.

* En fait, il ne s'agit là que d'une interprétation. Il est vrai qu'elle est généralement admise. Toutefois, d'autres explications de l'origine de ce rayonnement ont été formulées.

Homogénéité et isotropie

De plus en plus l'observation de la répartition de la matière dans l'espace nous montre que l'uniformité postulée par la théorie est bien loin d'être réalisée¹³). Il y a non seulement des amas de galaxies, mais encore des superamas. Ainsi l'amas local, auquel appartient notre galaxie, ferait partie d'un superamas centré sur l'amas de Virgo. Ce superamas aurait un rayon d'environ 50 millions d'années-lumière. C'est-à-dire que notre galaxie se trouverait au bord de ce superamas.

Autre chose encore, depuis quelques années des mesures révèlent une certaine anisotropie de la valeur de la constante de HUBBLE, de même qu'une variation avec la distance qui nous sépare de la source lumineuse¹⁰). Plus précisément certains cosmologistes pensent que la constante de HUBBLE varie selon que le rayon lumineux issu d'une source très lointaine est amené à traverser ou non des amas de galaxies. Il faut noter que ces différences sont numériquement importantes et en contradiction avec les résultats des travaux de SANDAGE et TAMMANN¹⁴) et ceux de KIRSHNER et KWAN¹⁵). Précisons que ces résultats et ces idées sont actuellement l'objet de discussions¹⁶). Mais si ces effets sont bien réels, alors il est évident que l'univers ne peut pas être supposé homogène et isotrope. C'est-à-dire que le principe cosmologique n'est pas fondé¹).

Décalage spectral vers le rouge

Depuis quelques années, on observe des groupes de galaxies et de quasars dont les membres ont des décalages spectraux très différents¹⁷). Or dans les modèles d'univers à expansion, le décalage spectral vers le rouge correspond à une vitesse d'éloignement de la source lumineuse. Il y a lieu de bien comprendre que ce que l'on observe est un décalage spectral vers le rouge. Considérer que ce décalage est la conséquence d'un mouvement de récession des galaxies n'est ni plus, ni moins qu'une interprétation. Il y en a d'autres moins évidentes peut-être.

On observe, par exemple, un groupe de cinq galaxies (VV 172) dont quatre ont une vitesse de 16000 km/s, et la cinquième une vitesse de l'ordre de 39000 km/s. Dans un autre groupe, plusieurs galaxies ont une vitesse d'environ 4500 km/s et une autre de 19900 km/s. (Sextet de Seyfert). Plus significatif encore est le cas de la galaxie NGC 7603, laquelle est physiquement liée par deux bras de matière à une petite galaxie. Or, les vitesses sont de l'ordre de 8800 km/s pour NGC 7603 et de 16900 km/s pour la galaxie satellite.

Il y a aussi des associations galaxies et quasars. Remarquons, en passant, que la nature des quasars et l'origine de leur décalage spectral sont toujours sujets à controverses. Dans ce cas, on ne parle pas volontiers de vitesse d'éloignement, mais on considère uniquement le décalage spectral, noté z , donnée de l'observation.

En effet, dans l'hypothèse d'un modèle d'univers

en expansion, la relation entre la vitesse d'éloignement V_r d'une source lumineuse et le décalage spectral est:

$$V_r = cz \quad (8)$$

mais seulement si z est *beaucoup plus petit que l'unité*. Cette condition est réalisée dans le spectre de la plupart des galaxies pour lesquelles la mesure de z est possible.

Mais dans le cas d'un objet pour lequel z est de l'ordre de l'unité (pour certains quasars $z = 3,5$) la vitesse V_r de la source est une fonction compliquée, non seulement de z , mais encore d'autres paramètres. La forme de la fonction dépend de la définition utilisée pour introduire la notion de distance* et les valeurs des paramètres dépendent du modèle d'univers utilisé. Cela signifie que, pour une valeur donnée de z , la valeur de la vitesse V_r sera différente selon le modèle d'univers et la distance adoptée¹³). On constate donc que la notion de vitesse d'éloignement, comme celle de distance, devient floue lorsqu'on considère des sources lumineuses munies d'un z élevé.

Revenons aux observations en citant la paire constituée par la galaxie NGC 4713 avec $z = 0,0332$ et le quasar 3C 455 avec $z = 0,543$. La distance angulaire des deux objets est de l'ordre de 0,4 minute d'arc. Enfin, on trouve deux quasars TON 155 et TON 156, le premier avec $z = 1,703$ et le deuxième avec $z = 0,549$, et leur distance angulaire est d'environ 0,6 minute d'arc.

Alors, parmi les spécialistes on en trouve qui estiment que ces associations sont bien réelles physiquement et que tous les objets qui les composent sont à la même distance de nous. Ce qui contredit l'idée d'un univers en expansion et la plupart des modèles relativistes. D'autres, au contraire, pensent que ces associations sont accidentelles, c'est-à-dire qu'elles sont dues à un effet de projection sur la sphère céleste. En faveur de l'une ou de l'autre de ces interprétations, il y a des arguments plus ou moins subtils. Nous renvoyons le lecteur intéressé à la référence¹⁷).

La flèche du temps

On sait qu'un signal électromagnétique se propage toujours de l'émetteur vers le récepteur, en ce sens qu'il est reçu après son émission. Or, la théorie de la propagation des ondes électromagnétiques est compatible avec la situation opposée où le signal serait reçu avant son émission. Tout se passe comme si la théorie électromagnétique était trop riche en étant capable de décrire une situation que nous n'observons pas actuellement dans la partie de l'univers où nous vivons. Au sens de propagation des signaux électromagnétiques correspond l'idée du sens de ce que l'on nomme habituellement la flèche du temps. Phénomène auquel la vie, au sens biologique, nous a rendu familier au point que l'on ne se pose en général pas de question.

* On peut s'interroger quant à la signification du concept distance dans un univers en expansion.

Nous retrouvons cette idée de flèche du temps en thermodynamique où l'entropie d'un système isolé ne peut qu'augmenter s'il subit des transformations irréversibles, en mécanique statistique où un système de particules évolue toujours d'un état ordonné vers un état moins ordonné. Quelques cosmologistes pensent qu'un modèle de l'univers doit être en mesure d'expliquer ce phénomène de la flèche du temps⁸⁾. D'autres ne le mentionnent pas. Ce qu'il faut noter ici, c'est que les modèles relativistes de FRIEDMANN ne paraissent pas donner satisfaction en ce qui concerne le sens de propagation des signaux électromagnétiques¹⁹⁾.

Formation des galaxies

Un des reproches qui est formulé aux modèles relativistes uniformes, est qu'ils ne sont pas en mesure de décrire la formation des galaxies⁸⁾.

Tout d'abord, il faut remarquer que, par l'hypothèse no. 1¹⁾, ces modèles ne contiennent pas davantage l'idée de galaxie que celle d'étoile. D'autre part le fluide matériel est au repos, l'expansion ou la contraction étant une propriété de l'espace et non un mouvement de la matière.

Alors pour faire naître une galaxie dans le modèle qui aura été choisi au préalable, il faut introduire, à un moment déterminé par l'âge moyen des galaxies et en un point quelconque de l'espace, une perturbation sous la forme d'une inhomogénéité de la densité du fluide en ce point. On peut penser que l'attraction gravitationnelle de cette condensation va agir sur la matière environnante et augmenter toujours plus sa masse. Or, il se trouve que l'expansion, en éloignant les particules du fluide les unes des autres, ne permet pas à ces condensations de se développer et d'atteindre la masse d'une galaxie.

Modifications des modèles relativistes

Pour faire face aux difficultés mentionnées, la première idée est d'apporter aux modèles relativistes des modifications aussi judicieuses que possible. Cela ne peut se faire qu'en modifiant ou en supprimant certaines hypothèses, que l'on remplace éventuellement par d'autres.

Par exemple, afin d'introduire dans le modèle le rayonnement thermique à 3° K, on modifie l'hypo-

thèse no 7¹⁾ en introduisant une pression somme de la pression p_m du fluide matériel et de la pression de radiation p_r du rayonnement thermique. Ce qui entraîne que la densité ρ est aussi la somme de la densité du fluide ρ et de la densité «équivalente» ρ du rayonnement.

Nous avons donc:

$$p = p_r + p_m \quad (9)$$

$$\rho = \rho_r + \rho_m \quad (10)$$

et nous avons déjà vu¹⁾:

$$\frac{8\pi G p}{c^2} = -\frac{2R''}{R} - \frac{R'^2}{R^2} - \frac{kc^2}{R^2} + \Lambda \quad (5)$$

$$8\pi G \rho = \frac{3}{R^2} (kc^2 + R'^2) - \Lambda \quad (6)$$

Si l'on suppose $\Lambda = 0$, nous avons quatre équations et sept fonctions inconnues du temps t , à savoir, p , p_r , p_m , ρ , ρ_r , ρ_m , et R . La physique du rayonnement nous donne la relation:

$$p_r = \frac{1}{3} c^2 \rho_r \quad (11)$$

Ces travaux sont dûs à T. L. MAY et G. C. McVITTIE^{20, 21)}. Dans leurs calculs ils remplacent la fonction inconnue $R(t)$ par sa dérivée première $R'(t)$. Comme il manque encore deux équations, ils introduisent deux relations arbitraires, l'une entre $R'(t)$ et le rapport $p/c^2\rho$, l'autre entre $R'(t)$ et la pression p_m .

La forme de ces équations et les paramètres qu'elles contiennent peuvent être ajustées de sorte que l'on obtienne finalement des modèles physiquement acceptables. Tout cela représente un certain nombre d'hypothèses. Au moins deux pour le choix des équations, mais peut-être davantage pour adapter la théorie à l'observation.

En ce qui concerne les modèles obtenus, disons que dans certains d'entre eux la fonction $R(t)$ s'annule. Ajoutons encore qu'il est possible de calculer la température du rayonnement thermique T en fonction de R .

Il existe aussi des modifications des modèles uniformes pour tenir compte de la présence des galaxies ou d'une façon plus générale de l'inhomogénéité de la répartition de la matière^{22, 23)}.

Appendice

La constante de HUBBLE

La loi énoncée par HUBBLE pour décrire le décalage spectral vers le rouge dans le spectre des galaxies exprime que la vitesse d'éloignement V_r de la galaxie est proportionnelle à sa distance d , HUBBLE n'ayant pas observé d'anisotropie, donc:

$$V_r = H d \quad (12)$$

où la constante de proportionnalité est la constante de HUBBLE H . Cela suppose implicitement que le décalage spectral est dû au mouvement des galaxies. Actuellement, on attribue à cette constante la valeur¹⁴⁾:

Erratum

Le problème cosmologique et ses hypothèses.
ORION 155.

Page 85: Dans l'énoncé de l'hypothèse no. 2, supprimer: «introduit par l'hypothèse no. 1».

Page 89: 1ère colonne, ligne 13, lire: $\Lambda = 0$ ou $\Lambda = 0$.

$$H_0 = 55 \pm 5 \text{ km/s/Mpc.}$$

ou encore¹⁵⁾:

$$H_0 = 60 \pm 15 \text{ km/s/Mpc.}$$

Il est intéressant de noter que ces deux valeurs sont obtenues par des procédés différents.

En cosmologie, on note souvent avec un indice 0 la valeur actuelle d'une grandeur.

Mpc.: 1 million de parsec = $3,26 \cdot 10^6$ années-lumière.

En introduisant le paramètre d'échelle $R(t)$, nous pouvons écrire:

$$H = \frac{R'(t)}{R(t)} \quad (13)$$

On voit ici que la constante de HUBBLE est en réalité fonction du temps. Elle n'est réellement constante que dans les modèles stationnaires, c'est-à-dire satisfaisant au principe cosmologique strict¹⁾.

On pose encore:

$$q = - \frac{R''(t)}{R'(t)} \cdot \left[\frac{R(t)}{R'(t)} \right]^2 \quad (14)$$

q est appelé paramètre de décélération.

Alors, avec (13) et (14), les équations (5) et (6) relatives aux modèles cosmologiques uniformes¹⁾ se récrivent:

$$8 \pi G \rho = 3H^2 + \frac{3kc^2}{R^2} - \Lambda \quad (15)$$

$$\frac{8 \pi G p}{c^2} = H^2 (2q-1) - \frac{kc^2}{R^2} + \Lambda \quad (16)$$

En posant encore:

$$\delta = \frac{4 \pi G \rho}{3H^2} \quad (17)$$

$$\varepsilon = \frac{p}{\rho c^2} \quad (18)$$

nous transformons (15) et (16) en:

$$\Lambda = 3 [(1 + 3\varepsilon)\delta - q] H^2 \quad (19)$$

$$\frac{kc^2}{(RH)^2} = 3(1 + \varepsilon)\delta - q - 1 \quad (20)$$

Dans les modèles à pression nulle, $\varepsilon = 0$, et nous obtenons:

$$\Lambda = 3(\delta - q) H^2 \quad (21)$$

$$\frac{kc^2}{(RH)^2} = 3\delta - q - 1 \quad (22)$$

Finalement, si l'on fait l'hypothèse $\Lambda = 0$ (modèles de FRIEDMANN), nous avons:

$$q = \delta \quad (23)$$

$$\frac{kc^2}{(RH)^2} = 2\delta - 1 \quad (24)$$

Dans ce cas, on constate que la géométrie de l'espace ($k = -1, 0$ ou 1) est déterminée par la valeur de δ , donc dépend essentiellement de l'évaluation de la densité moyenne ρ de la matière dans l'univers, puisque la valeur actuelle de la constante de HUBBLE est assez bien connue. En effet:

$$2\delta - 1 < 0 \text{ ou } \delta < \frac{1}{2} \text{ entraîne } k = -1$$

$$2\delta - 1 = 0 \text{ ou } \delta = \frac{1}{2} \text{ entraîne } k = 0$$

$$2\delta - 1 > 0 \text{ ou } \delta > \frac{1}{2} \text{ entraîne } k = 1$$

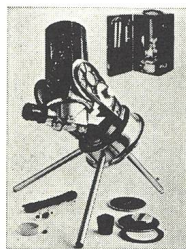
Si l'on admet pour ρ la valeur de $3 \cdot 10^{-31} \text{ g/cm}^3$ et pour H_0 celle de 55 km/s/Mpc. , on trouve $\delta = 0,025$ et alors $2\delta - 1$ est largement négatif, donc $k = -1$ et le modèle d'univers est hyperbolique^{1,2,3)}.

Références:

- 1) Dubois J., Orion no. 155, août 1976.
 - 2) Gott J. R., Gunn J. E., Schramm D. N., Tinsley B. M., Scientific American, mars 1976, p. 62.
 - 3) Les mêmes, Ap. J. (1974), vol. 194, p. 543.
 - 4) Landsberg P. T. et Pathria R. K., Ap. J. (1974), vol. 192, p. 577.
 - 5) Landsberg P. T. et Brown B. M., Ap. J. (1973), vol. 182, p. 653.
 - 6) Pathria R. K., Nature (1972), vol. 240, p. 298.
 - 7) Dirac P. A. M., Proc. R. Soc. Lond. (1974), vol. A 338, p. 439.
 - 8) Hoyle F. et Narlikar J. V., M.N.R.A.S. (1972), vol. 155, p. 323.
 - 9) Brans C. et Dicke R. H., Physical Review (1961), vol. 124, p. 925.
 - 10) Nottale L., Pecker J. C., Vigier J. P., Yourgrau W. La Recherche, juin 1976.
 - 11) Alfvén H., Physics Today, février 1971, p. 28.
 - 12) Charon J. E., Théorie Unitaire, Albin Michel, 1974.
 - 13) de Vaucouleurs G., Astronomie, janvier 1976, p. 25.
 - 14) Sandage A. et Tammann G. A., Ap. J. (1975), vol. 197, p. 265.
 - 15) Kirshner R. P. et Kwan J., Ap. J. (1974), vol. 193, p. 27.
 - 16) Rowan-Robinson M., Nature (1976), vol. 262, p. 97.
 - 17) Burbidge G. R., Nature Physical Science (1973), vol. 246, p. 17.
 - 18) McVittie G. C., Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society (1974), vol. 15, p. 246.
 - 19) Hoyle F. et Narlikar J. V., Action at a distance in Physics and Cosmology, Freeman, San Francisco, 1974.
 - 20) May T. L. et McVittie G. C., M.N.R.A.S. (1970), vol. 148, p. 407.
 - 21) May T. L. et McVittie G. C., M.N.R.A.S. (1971), vol. 153, p. 491.
 - 22) Dyer C. C. et Roeder R. C., Ap. J. (1974), vol. 189, p. 167.
 - 23) Roeder R. C., Ap. J. (1975), vol. 196, p. 671.
- Ap. J.: Astrophysical Journal.
M.N.R.A.S.: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.
Proc. R. Soc. Lond.: Proceedings of the Royal Society, London.

Adresse de l'auteur:

JEAN DUBOIS, Pierrefleur 42, CH-1018 Lausanne.



In einem Gerät vereinigt:

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

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

3. Super-Teleobjektiv, f/1400 mm, für KB und Filmkameras. 24 verschiedene Brennweiten einstellbar. Jedem Teleproblem gewachsen.

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

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

Alleinvertreib: Helmuth T. Schmidt

Sondererzeugnisse der Optik und Elektronik
D 6000 Frankfurt-M., Steinweg 5, Tel. (0611) 29 57 80

La station de l'observatoire de Genève au Chili

par N. CRAMER et F. RUFENER

Depuis le 10 novembre 1975, les astronomes de l'Observatoire de Genève exploitent une station astronomique à l'Observatoire de *La Silla*, situé à une altitude de 2400 m au nord du Chili. Ce site d'observation a été équipé par l'organisation européenne pour des recherches astronomiques dans l'hémisphère austral, plus simplement dit: L'ESO (European Southern Observatory). Avant de présenter la station genevoise, il convient de situer géographiquement l'ensemble de ces installations astronomiques.

Le nord du Chili jouit de conditions climatiques exceptionnelles, essentiellement définies par le barrage formé par les Hautes Andes à l'Est et par le courant marin froid de Humboldt qui maintient une inversion de température permanente le long du littoral. Au nord de la latitude -29° s'étend le désert d'Atacama, une des régions les plus arides de la planète. C'est à la limite australe de cette région et à mi-distance entre la côte et la haute cordillère, que se sont développés, depuis une dizaine d'années, les trois importants observatoires de Cerro Tololo appartenant à l'AURA, USA (Association of Universities for Research in Astronomy), de Las Campanas créée par la Carnegie Institution et de Cerro La Silla. Il est in-

téressant de remarquer que l'ESO avait à l'origine décidé de placer son observatoire en Afrique du Sud et y avait déjà commencé des observations, notamment à Zeekoegat dans la province du Cap. C'est en apprenant les résultats exceptionnels obtenus par les prospecteurs du Kitt Peak National Observatory, qui recherchaient un site dans le nord du Chili, que la décision fut prise par les responsables de l'ESO d'étendre également leur prospection à cette région. La fréquence annuelle de 220 à 240 nuits claires de qualité photométrique ainsi que la fréquence des conditions permettant d'avoir des images inférieures à une seconde d'arc, estimée à 60% du temps disponibles, furent confirmées pour La Silla. Zeekoegat fut abandonné en février 1966.

L'équipement de l'Observatoire de La Silla n'a cessé de croître depuis cette date et compte actuellement 8 télescopes en service. Deux télescopes de 50 cm, destinés essentiellement à la photométrie. Un télescope photométrique de 60 cm, installé par l'Université de Bochum. Un télescope Cassegrain de 1 m utilisé principalement pour la photométrie. Un télescope Cassegrain-Coudé de 1.52 m, destiné essentiellement à la spectrographie. Un télescope de Schmidt de 1 m d'ouverture effective, avec lequel est en cours de réalisation un atlas du ciel austral comparable à celui de ciel boréal obtenu avec le télescope de Schmidt du Mont Palomar. Un réfracteur de 40 cm muni d'un prisme objectif, installé par l'Observatoire de Marseille, et enfin, le télescope photométrique Genevois de 40 cm. Deux autres télescopes importants sont en cours d'assemblage: un télescope Danois de 1.50 m dont la combinaison optique est de type Ritchey-Chrétien et le grand télescope de 3.60 m construit par l'ESO. Ce télescope sera équipé de plusieurs combinaisons optiques; il va être opérationnel

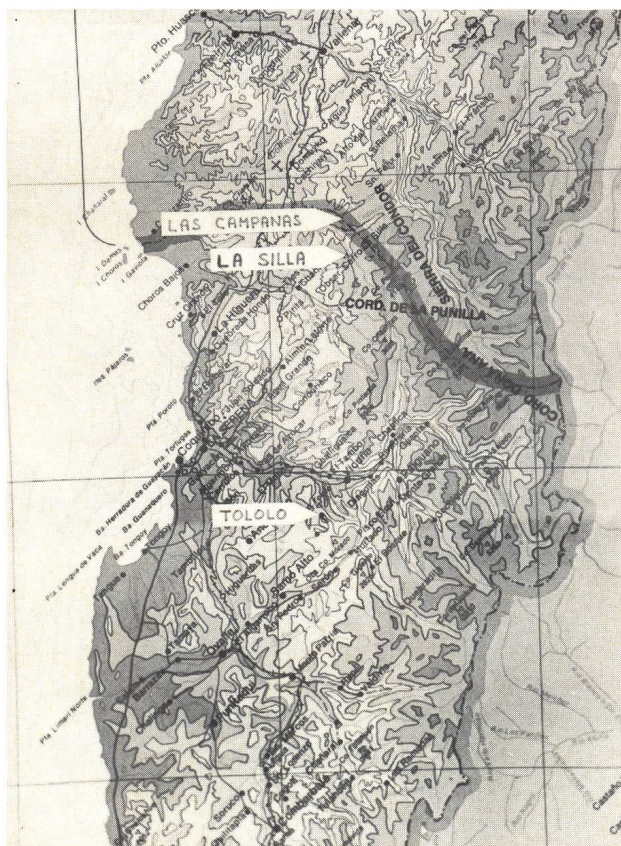


Fig. 1: Situation des nouveaux observatoires de l'hémisphère Sud dans la province de Coquimbo (Chili). La latitude moyenne de ces sites est $\varphi = -30^\circ$.

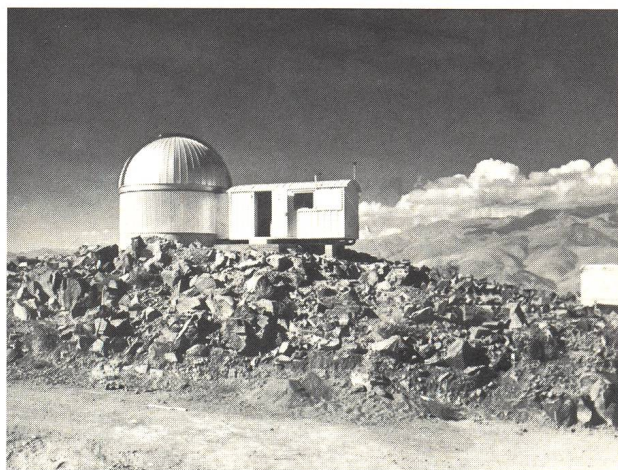


Fig. 2: La coupole Ash-Dome est reliée à une cabane de chantier ERGE qui sert de laboratoire-atelier. Cette cabane a voyagé comme container pour une partie de notre matériel.

vers la fin de l'année en cours. L'implantation d'un télescope Autrichien de 1 m est encore à l'état de projet.

Ces installations sont supportées par une infrastructure qui comprend un laboratoire d'électronique, un atelier de mécanique, plusieurs laboratoires photographiques et un laboratoire d'optique. L'autonomie de l'Observatoire est assurée par sa propre centrale thermo-électrique. L'approvisionnement en eau se fait par pompage à partir d'une série de puits situés dans l'ancien lit de rivière de la vallée de Pelicano, qui se trouve quelques 1400 m plus bas. La capacité de logement de l'Observatoire est actuellement d'environ 200 personnes.

L'ESO est une organisation internationale européenne; elle joue en astronomie un rôle équivalent à celui du CERN en physique nucléaire. Ses moyens sont toutefois beaucoup plus modestes et le nombre de ses pays membres est plus restreint. Ces pays sont: la Belgique, le Danemark, la France, la Hollande, la République Fédérale d'Allemagne et la Suède. Pour diverses raisons, principalement financières, il n'a malheureusement pas encore été possible d'obtenir l'adhésion de la Suisse à cette organisation. Pour l'Observatoire de Genève, la nécessité d'étendre les mesures photométriques faites dans le Système U B V B₁ B₂ V₁ G à l'hémisphère austral devenait impérieuse. De 1971 à 1974, il a été possible d'obtenir trois courtes périodes d'observations avec les télescopes de l'ESO, durant lesquelles le système de Genève a pu être appliqué. C'est finalement à la suite d'une convention entre l'ESO et l'Observatoire de Genève qu'un instrument a été installé sur le site de La Silla pour une durée de trois ans. Grâce à l'aide financière du Fonds National Suisse pour la Recherche Scientifique, il a été possible d'entamer, dans le ciel Sud, un programme photométrique important.

Le télescope genevois est un Cassegrain de 40 cm ouvert à $F/D = 18$, dont l'optique a été taillée par Texereau et Bacchi. C'est un instrument qui a déjà connu beaucoup de montagnes: il fut le premier «grand» télescope installé à l'Observatoire du Sphinx de la Station Scientifique Internationale du Jungfraujoch, et y resta jusqu'en 1967 quand il fut délogé par le télescope de 76 cm qui s'y trouve actuellement. Il passa ensuite plus de six ans sur la tour sud de l'Hôtel du Gornergrat où il servit à faire l'étude de site, puis fut utilisé de manière presque ininterrompue par l'Observatoire de Genève dans le cadre du programme de photométrie en sept couleurs. C'est en été 1974 qu'il fut à nouveau démonté pour céder sa place au télescope Lyonnais de 1 m, qui est entré actuellement en service au Gornergrat. Le télescope genevois a été entièrement modernisé et muni d'une nouvelle monture avant son expédition vers le Chili en août 1975. Il est intéressant de mentionner ici que son ancienne monture ainsi que la coupole qui l'ont suivi depuis le Jungfraujoch, se trouvent actuellement entre les mains des amateurs de la Société d'Astronomie du

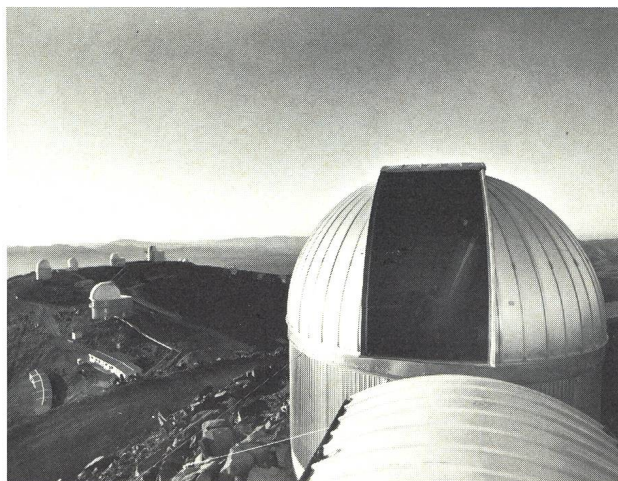


Fig. 3: Vue sur le reste de l'Observatoire prise depuis le toit du laboratoire.

Haut Léman basée à la Tour-de-Peilz.

La station genevoise est située sur le sommet secondaire (2393 m) de la montagne de La Silla (le sommet primaire de 2444 m est occupé par le télescope de 3.60). La coupole est une Ash Dome de 5 m de diamètre qui communique avec une roulotte servant de local de mesure, d'atelier de mécanique, de laboratoire d'électronique, de bureau et de cuisine!

La monture du télescope consiste en un axe polaire de forme conique portant en son sommet le roulement principal. La base du cône consiste en une couronne rectifiée qui roule sur deux doubles galets. Sur cette couronne est fixé un unique bras qui porte l'axe de déclinaison sur lequel est montée une double table équatoriale. Cette disposition présente l'avantage de faciliter l'accès au foyer du télescope. L'entraînement se fait au moyen d'un galet qui appuie directement contre la couronne rectifiée. La vitesse sidérale ainsi que les déplacements rapides en ascension droite sont transmis à ce galet d'entraînement par un seul bloc réducteur-moteur à courant continu asservi au moyen d'un codeur angulaire monté sur l'axe du moteur. Les déplacements en déclinaison sont faits d'une manière semblable, au moyen d'une couronne et d'un galet moteur. Le pointage du télescope se fait à partir d'un pupitre de commande mobile. La mise en position se fait par commande du déplacement du télescope jusqu'à affichage de la position voulue sur le pupitre.

Cette monture a été conçue et fabriquée à l'Observatoire de Genève, à part l'axe polaire et le bras de déclinaison qui ont été réalisées par l'industrie privée. Elle est dimensionnée pour supporter un instrument plus grand. Le projet de cette monture a été dessiné par notre regretté collègue Alfred Küng.

L'instrument de mesure utilisé est un des photomètres standards de l'Observatoire de Genève. Construit il y a plus de 6 ans, il a servi de manière régulière à l'Observatoire de Haute-Provence, au Jungfraujoch et au Gornergrat. Le détecteur est un pho-



Fig. 4: Le télescope de 40 cm avec le photomètre photoélectrique destiné aux observations en sept couleurs UBVB₁ B₁ V₂ G de la photométrie de Genève. A droite la console de commande où s'affichent les coordonnées α et δ de l'objet visé.

tomultiplicateur de type Lallemand. Le signal est enregistré dans le local de mesure où l'observateur se trouve dans des conditions beaucoup plus confortables que dans la coupole, où il serait à l'air libre et dans l'obscurité. On peut mentionner ici que cette

pratique n'est pas très courante, l'observateur s'installant généralement dans la coupole avec toute son instrumentation. L'utilisation d'un local de mesure isolé de la coupole fut une nécessité dans les dures conditions rencontrées au Jungfrauoch où l'expé-

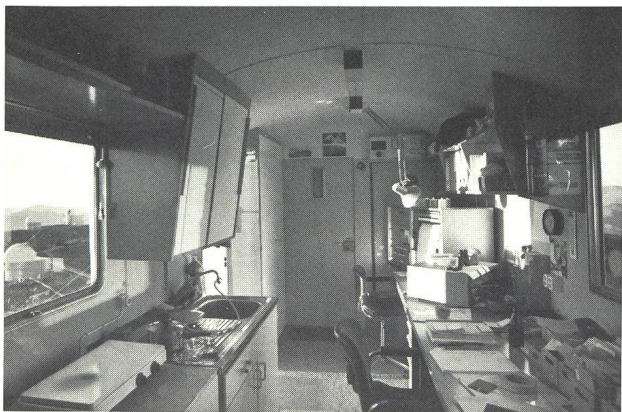


Fig. 5: Vue du laboratoire avec de gauche à droite, la petite cuisine, la porte d'accès à la coupole, le poste de mesure et le bureau.

rience se révéla tellement positive, que l'on adopta ce principe pour toutes nos stations d'observation. La mise en place des filtres et les décalages du télescope pour les mesures de fond de ciel sont également commandés à partir du local de mesure.

Pour une mesure de bonne qualité (précision de 0.01 mag) dans les sept couleurs, la magnitude limite avec le télescope de 40 cm, est d'environ 11.0^m pour une étoile de type B et d'environ 10.0^m pour une étoile M (la limite dans ce dernier cas est imposée principalement par les couleurs U et B₁).

Un certain nombre de programmes, définis par les collaborateurs des observations de Genève et de Lausanne, est actuellement en cours d'exécution, soit notamment:

- La mesure systématique de toutes les étoiles non variables plus brillantes que la magnitude 4.5^m (elles sont mesurées avec le télescope de 40 cm équipé d'un atténuateur achromatique).
- La mesure des amas galactiques suffisamment brillants et ne présentant pas trop de problèmes à la mesure.
- La mesure des étoiles du courant du Scorpion-Centaure (à part l'intérêt propre de cette association, les parallaxes statistiques obtenues à partir de ce courant stellaire sont à la base de la calibration des magnitudes absolues des étoiles B des premiers types).
- La mesure systématique de toutes les étoiles pour lesquelles des parallaxes trigonométriques sont disponibles, jusqu'à la magnitude limite de l'instrument.
- Un sondage dans la région du pôle galactique Sud ainsi que la mesure d'une sélection d'étoiles du halo galactique.
- La mesure de certaines étoiles situées dans des associations OB.
- Un échantillonnage d'étoiles, principalement de type A, présentant des particularités spectrales; et enfin,
- La mesure des étoiles de compositions chimique particulièrement bien étudiée spectroscopiquement.

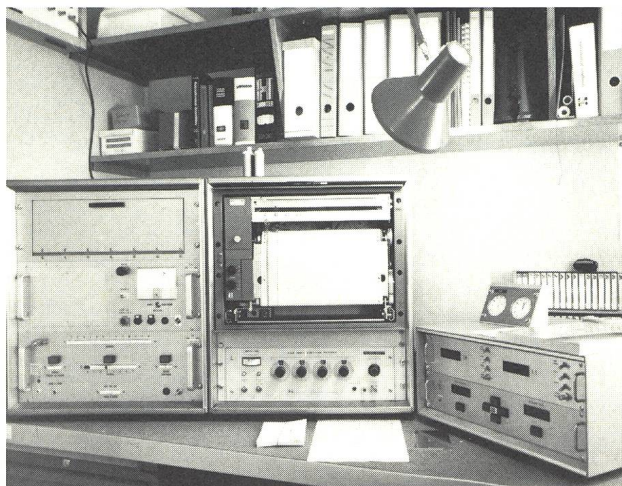


Fig. 6: Le poste de mesure avec la commande du photomètre, l'enregistreur, les horloges mécaniques et électroniques ainsi qu'une commande à distance de petits déplacements du télescope.

Un système de photométrie stellaire passe par plusieurs phases avant de devenir «opérationnel». Le premier stade est celui de la définition du système avec la mise au point de l'instrumentation et des méthodes de réduction des mesures. Vient ensuite la phase de «calibration» où les grandeurs mesurables par le système sont corrélées, avec le moins d'ambiguïté possible, avec des propriétés intrinsèques des étoiles; cette étape nécessite la mesure d'une grande quantité d'étoiles – très bien étudiées par d'autres méthodes – et elle peut être assistée par des simulations de modèles théoriques faits au moyen d'un ordinateur. La phase finale d'«exploitation», qui est la raison d'être d'un système photométrique, utilise ces calibrations pour définir les propriétés d'étoiles non encore étudiées et appartenant à un intervalle de magnitude aussi large que possible. Le système photométrique de Genève a atteint actuellement la phase d'exploitation, et son efficacité a été démontrée pour l'étude de la structure de la Galaxie et des amas stellaires.

Le ciel austral est plus riche (en particulier, l'accès au centre de notre Galaxie) que le ciel boréal, tout en étant moins bien exploré. Les nuits de l'été austral (notre hiver) sont dominées par les nuages de Magellan; deux petites galaxies, satellites de la nôtre, qui rendent accessibles à l'observation tous les divers types d'étoiles rencontrées dans la voie lactée, mais avec une absorption faible et uniforme de leur lumière par la matière interstellaire de notre Galaxie. D'importantes questions restent posées au sujet des nuages Magellan telles que leurs compositions chimiques, leurs âges, leur relation avec notre Galaxie, par exemple.

Une contribution suisse à l'étude expérimentale du ciel austral restera limitée, tant que les grands instruments installés au sud de l'équateur ne seront pas mis à la disposition des astronomes suisses. Nous ne pou-

vons donc qu'espérer voir notre pays prendre une part plus engagée dans cet effort international en devenant membre de l'ESO.

Adresse des auteurs :

N. CRAMER et F. RUFENER, Observatoire de Genève, CH-1290 Sauverny.

Une monture équatoriale «de poche», pour appareil photographique

par MAURICE ROUD, ingénieur dipl., Lausanne

Zusammenfassung

Jeder Astro-Amateur, der sich irgendwo in den Bergen oder sonst an einem abgelegenen Ort hoch über dem Dunst befindet, fühlt den unwiderstehlichen Drang, den strahlenden Sternenhimmel zu fotografieren. Aber wie machen, ohne eine schwere Ausrüstung mit sich zu schleppen? Im nachfolgenden Artikel zeigt der Verfasser, wie man mit wenig Geld aus einem alten Wecker und einigen Meccano-Teilen eine leichte und transportable paralaktische «Mini-Montierung» selbst basteln kann.

1. Introduction

Lorsque l'on se trouve en montagne ou dans un lieu isolé, en-dessus des brumes et loin de toutes lumières parasites, l'envie de photographier le ciel étoilé devient irrésistible. Mais comment faire pour prendre de longues poses sans devoir emporter avec soi un lourd et encombrant télescope ou lunette-guide avec monture équatoriale? Et suivant où l'on se trouve, on ne dispose pas toujours d'une source d'électricité à proximité.

Possédant un vieux réveil-matin inutilisé, pourquoi ne pas essayer de l'utiliser comme moteur d'entraînement d'un support photographique, en réduisant la vitesse de rotation de l'aiguille des heures de 2 à 1 tour en 24 heures, par l'adjonction d'engrenages supplémentaires? C'est en partant de cette idée, que le mini-équatorial, décrit au chapitre suivant, a été conçu, puis construit.

Pour atteindre le but fixé, cet appareil doit être léger, peu encombrant, aisément transportable, tout en étant stable, précis, facile à mettre en station et à orienter. Autre but recherché: construction aussi économique que possible, en réutilisant, outre le réveil, un certain nombre de pièces Meccano.

2. Description de l'équatorial (voir Fig. 1)

Après avoir enlevé tout le mécanisme de la sonnerie du réveil (4), cela a donné l'espace suffisant pour y loger les engrenages de réduction de la vitesse des heures de 2 à 1 tour par jour. Ces engrenages (5) sont composés de 2 pignons de 25 dents et d'une roue de 50 dents en Meccano (voir Fig. 4). L'arbre de cette roue dentée est couplé, par un manchon Meccano (6), à un moyeu de bicyclette (7), qui constitue l'axe horaire de l'équatorial. Le réveil et le moyeu sont fixés au socle de base (1) par 3 paires de barres carrées en acier de 6/6 mm. Le socle en bois dur (ancien portemanteau), de 210 × 115 / 27 mm, est placé horizontalement au moyen des 3 vis de calage (2) et avec

l'aide de la nivelle mobile (3). Un fer en U 25/25 (8), avec 2 fentes, est fixé à l'extrémité de l'axe horaire. Dans ces fentes, on introduit une lame d'aluminium amovible de 12/2 mm, centrée en demi-cercle (9), sur laquelle est fixé le support Meccano (10) de l'appareil photographique. Cette disposition a été prévue afin que le centre de gravité (G) de la caméra reste toujours centrée sur l'axe de l'équatorial, de façon à assurer un mouvement de rotation régulière.

Afin d'éliminer le jeu des engrenages du réveil, l'axe horaire est tendu par une corde élastique Meccano (11), se déroulant d'une poulie Meccano (12), de 75 mm de diamètre.

L'orientation de l'axe horaire de l'équatorial, parallèlement à l'axe terrestre, se fait par visée sur l'Etoile polaire, au moyen du viseur mobile (13) et de la mire fixe (14). Comme l'Etoile polaire (EP) «tourne» autour du pôle céleste à une distance angulaire $\delta' = 0^\circ 58'$ ($= 90^\circ - \delta$) de ce dernier et que, d'autre part, l'équatorial doit être orienté, non pas sur l'EP mais sur le pôle nord, le viseur (13) comprend:

- une partie périphérique fixe, graduée en heures;
- une partie centrale mobile, où le trou de visée de l'EP tourne excentriquement autour du centre (voir Fig. 2). Ce rayon d'excentricité est: $r = 176 \text{ mm} \times \text{tg } 0^\circ 58' = 3 \text{ mm}$, où 176 mm = distance oblique viseur-mire. Du côté opposé au trou de visée se trouve une flèche, indiquant la position non inversée de l'EP, telle qu'on la voit dans le ciel.

Pour orienter convenablement l'équatorial, il faut viser l'EP après avoir mis la flèche de la partie mobile du viseur, dans la même position que celle indiquée par la carte «Sirius» (angle horaire).

L'axe E-E' de prise de vue de l'appareil photographique peut être orienté en tous points du ciel:

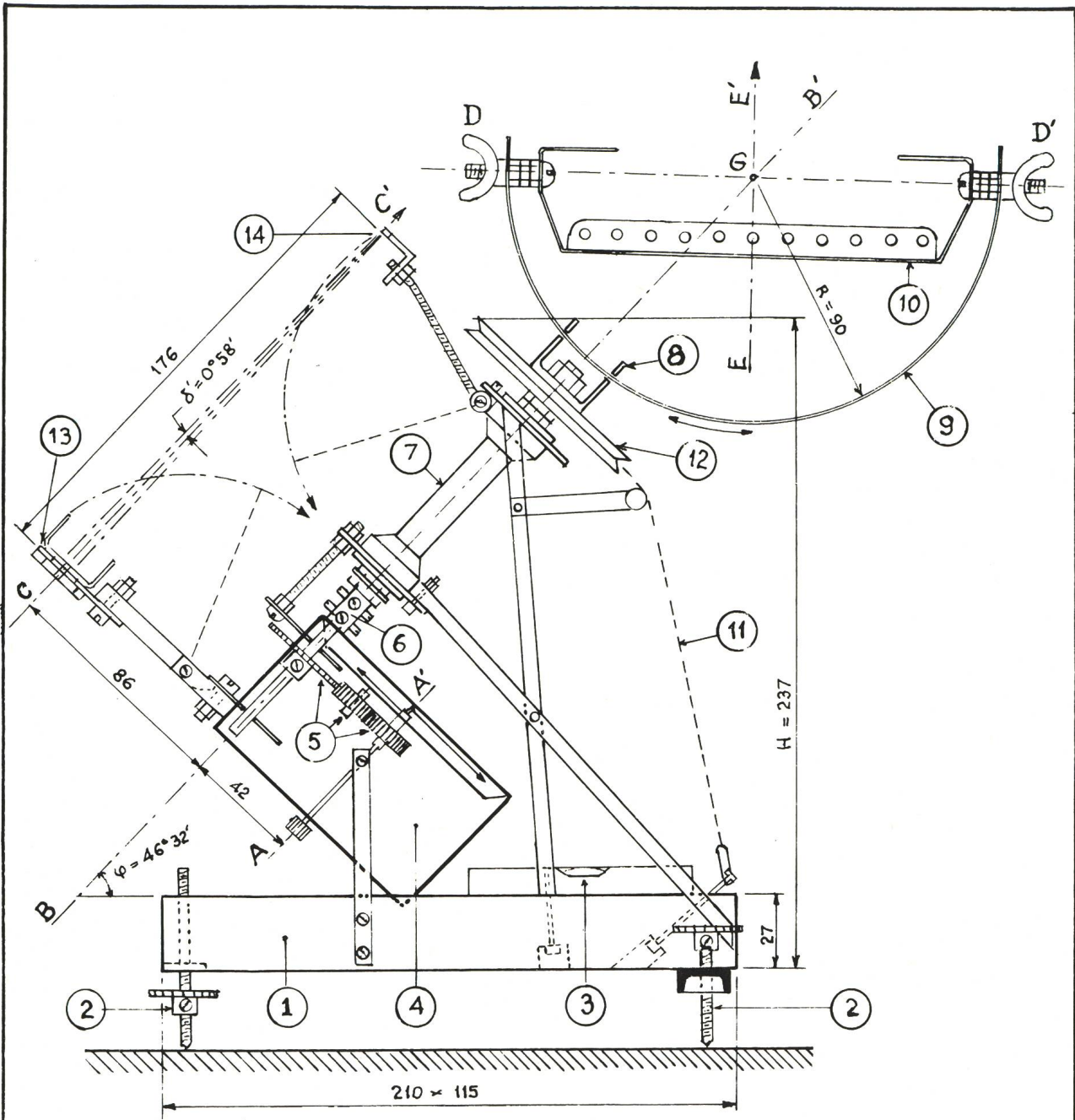
- en tournant l'axe horaire B-B', par manoeuvre du bouton «A» du réveil;
- en faisant coulisser la lame centrée (9) dans les fentes de la pièce (8);
- en pivotant le support (10) autour de son axe D-D'.

3. Réglages de l'équatorial

Ceux-ci comprennent les opérations suivantes:

- a) Le réglage du mouvement du réveil pour le temps sidéral, en actionnant le levier «Avance-Retard». Cela représente une avance de 10" par heure, facilement contrôlable avec l'aiguille des secondes du réveil.

Fig. 1: Plan de l'équatorial, éch. 1:2,5.



- A-A' Axe du réveil
- B-B' Axe horaire de l'équatorial
- C-C' Axe de visée de l'étoile polaire
- D-D' Axe du support de l'appareil photographique
- E-E' Axe de prise de vue de l'appareil photographique
- G Centre de gravité de l'appareil photographique

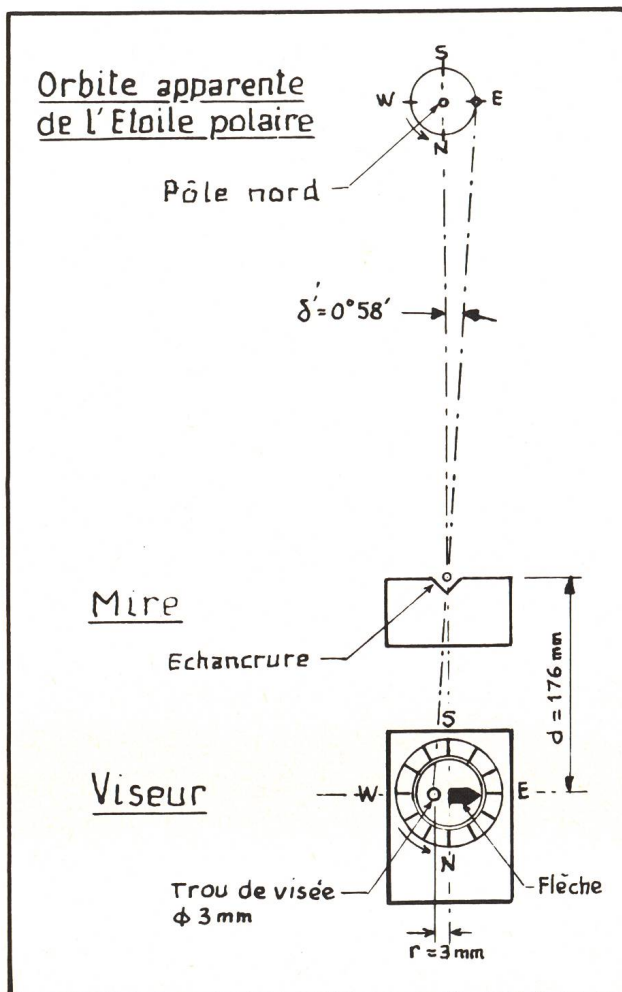


Fig. 2: Le viseur, la mire et l'Etoile polaire.

- b) Le réglage de l'inclinaison de l'axe horaire sur le socle, selon l'angle $\varphi = 46^{\circ}32'$ (latitude de Lausanne), au moyen d'un carton-gabarit.
- c) Le réglage transversal du viseur et de la mire, de façon à ce que l'axe de visée du pôle nord et l'axe horaire soient dans un même plan vertical (plan méridien).
- d) Le réglage de la hauteur de la mire, fixée sur une tige filetée, afin d'amener l'axe de visée du pôle nord parallèle à l'axe horaire de l'équatorial. Ce travail a été fait partiellement en chambre, en plaçant en haut de la paroi un écran représentant l'orbite de l'EP, avec le pôle nord au centre.

L'équatorial peut être utilisé en une autre latitude que Lausanne, mais en inclinant son socle jusqu'à ce que l'EP apparaisse dans la ligne viseur-mire. Dans ce cas, la nivelle posée transversalement, ne sert qu'à placer l'appareil dans le plan vertical de la méridienne.

4. Encombrement et transport de l'équatorial

Après avoir rabattu le viseur (13) et la mire (14), enlevé les vis de calage (2) et déboîté la lame centrée (9) de son support (8), l'encombrement de l'équatorial se réduit à $21 \times 11,5 / 24$ cm. On peut facilement le loger dans un sac de voyage «Avion», avec l'appareil photographique, la carte «Sirius», une lampe de poche, ainsi que différents accessoires.

Poids de l'équatorial: 1,7 kg.

5. Résultats

Des essais préliminaires ont été effectués avec un premier instrument, où le réveil était placé dans sa position normale verticale. Il était raccordé à l'axe horaire oblique par un câble souple à double torsion, d'où source de distorsion et d'irrégularités dans le mouvement. Malgré cela, les photos d'une constella-

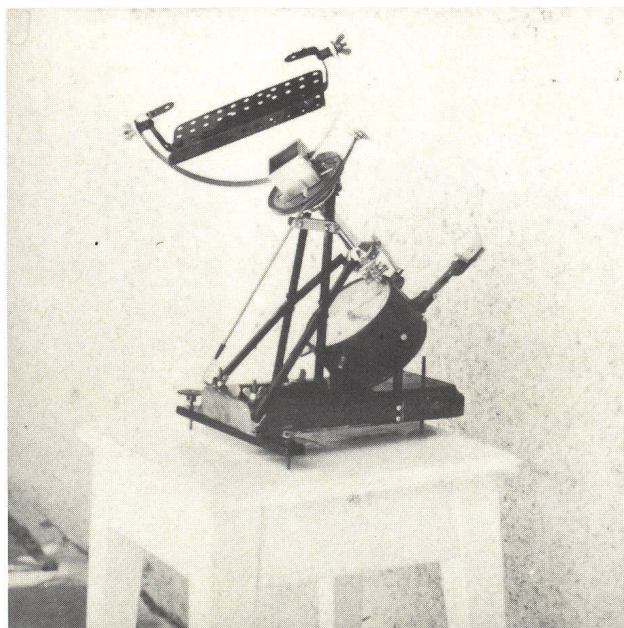


Fig. 3: Vue de l'équatorial.

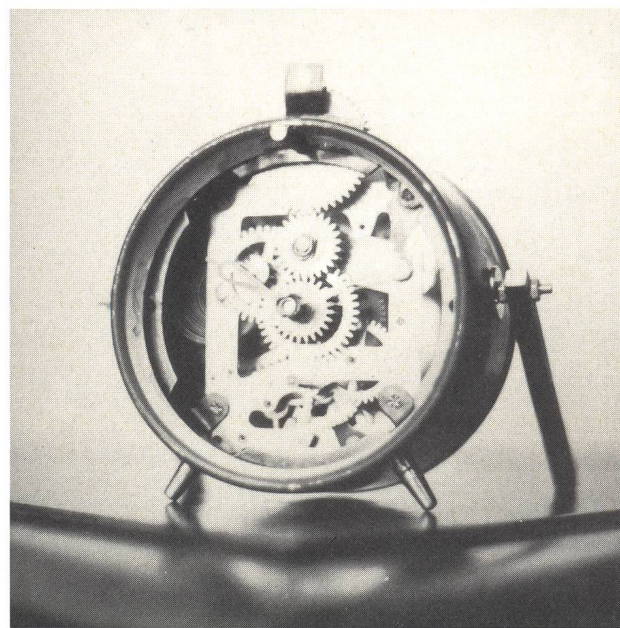


Fig. 4: Le réveil, cadran enlevé, avec les 3 nouvelles roues dentées.



Fig. 5: Photo d'Orion, prise avec l'aide de l'équatorial. Film Ektachrome High Speed, $f = 50$ mm, F/1,8, pose 5 min.

tion équatoriale (Orion), où la vitesse angulaire des astres est maximum, ont montré que les étoiles restaient ponctuelles jusqu'à 5 minutes de pose (voir fig. 5).

Encouragé par ces premiers résultats, l'équatorial a été reconstruit selon la description qui précède. Des poses photographiques de 15 minutes ont été très réussies.

En conclusion, les performances de cet appareil, dont l'achat des pièces complémentaires n'a guère coûté plus de Fr. 40–, peuvent être qualifiées de très satisfaisantes. Mais pour obtenir des photos bien réussies, il est essentiel de régler correctement l'équatorial et de pointer avec précision l'étoile polaire, en tenant compte de son angle horaire.

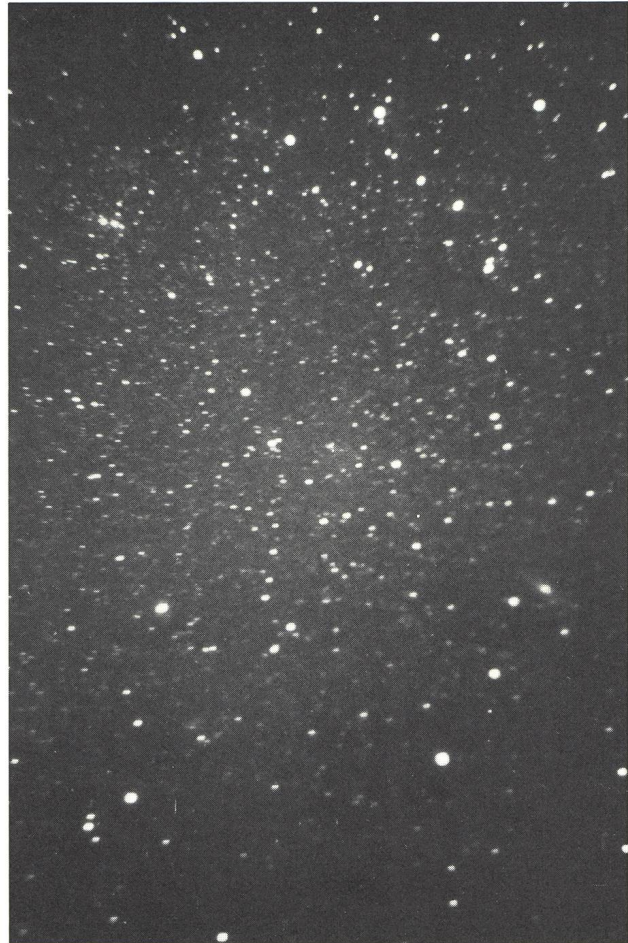


Fig. 6: Photo de Cassiopée, Persée et Andromède, prise avec l'aide de l'équatorial. Film Ektachrome High Speed, $f = 50$ mm, F/1,8, Pose 5 min.

Adresse de l'auteur:

MAURICE ROUD, ing. dipl., Avenue de Rumine 64, CH-1005 Lausanne.

Bibliographie

WOLFGANG WEPNER, *291 Doppelstern-Ephemeriden für die Jahre 1975–2000*, Treugesellverlag Düsseldorf, 100 Seiten. DM 16.80

Der Amateurastronom wendet sich den Doppelsternen aus zwei Gründen zu: Einmal sind sie hübsche Objekte zur reinen Betrachtung, zum andern werden sie gerne als Prüfobjekte für das Auflösungsvermögen des Fernrohrs benutzt.

Als Testobjekte sind die Doppelsterne besonders geeignet. Doch wird der Beobachter häufig vom Ergebnis enttäuscht sein, und zwar aus dem einfachen Grunde, dass er Distanz und Positionswinkel den bislang zur Verfügung stehenden Katalogen entnimmt, die für den Beobachtungszeitpunkt nicht gelten. So lässt sich beispielsweise ein Doppelstern, dessen Distanz dem bekannten Katalog zum Atlas Coeli von A. Becvar entnommen wird, wider aller Erwartung nicht auflösen, oder aber das Auflösungsvermögen des Fernrohrs zeigt sich als unerwartet hoch. Der Grund liegt darin, dass die Distanz infolge der Bahnbewegung wesentlich kleiner oder grösser ist, als sie zu dem Zeitpunkt war, auf den sich der Katalogwert bezieht.

Viele Doppelsterne haben eine so langsame Bahnbewegung, dass sich ihre Bahnen noch nicht berechnen lassen; für sie können auch ältere Angaben von Positionswinkel und Distanzen noch heute benutzt werden. Für Objekte mit kurzen Umlaufzeiten ist jedoch eine Ephemeride wünschenswert, die diese Veränderungen Jahr für Jahr oder bei langer Umlaufzeit von 5 zu 5 Jahren aufzeigen.

Eine für die Zwecke des Amateurastronomen gedachte Zusammenstellung von Doppelstern-Ephemeriden wird hiermit gegeben. Die zu ihrer Berechnung erforderlichen Bahnelemente wurden dem «Third catalogue of orbits of visual binary stars» von W. S. Finsen und C. E. Worley entnommen. In den Ephemeriden von W. WEPNER wird folgendes angegeben: Nummer des Doppelsterns im Aitken's New General Catalogue of Double Stars oder in der Bonner oder Cordoba-Durchmusterung, Rektaszension und Deklination für 1950.0 (in einer separaten Tabelle für die Äquinoktien 1975.0 und 2000.0), Helligkeit der Komponenten und deren Spektraltyp (soweit ermittelt), Posi-

tionswinkel in Zehntelgrad und Distanz in Hundertstelbogen-
sekunden.

Dieses Buch kann jedem an Doppelsternen interessierten
Amateurastronomen empfohlen werden. R. A. HOLZGANG

Himmelsfotografie, MARKUS GRIESSER, Hallwag Taschenbuch 108
Hobby, 64 Seiten, Fr. 5.80.

Es ist sehr zu begrüßen – und als augenscheinliches Bedürf-
nis sehr bezeichnend –, dass dieses ausgezeichnete Büchlein nach
kaum 2 Jahren in zweiter Auflage erschien.

Der Autor MARKUS GRIESSER, bekannter Schweizer Astro-
Amateur, ergänzte in der Neuauflage den bewährten Grundriss
seiner Anleitung. Wiederum beginnt er mit den elementarsten
Begriffen der Fotografie und führt damit den Anfänger – sei er
Astro-Amateur oder üblicher «Hobby-Fotograf», der sich ein-
mal am Himmel «versuchen» will, zu sicheren Ergebnissen.

Es ist verdienstvoll, dass Griesser Hauptgewicht auf die Tat-
sache legt, dass auch mit ganz einfachen Mitteln, einfachen Kame-
ras überraschend viel erreicht werden kann. Er tritt damit
dem weitverbreiteten Glauben entgegen, ein grösseres Fernrohr
oder kostspielige, lichtstarke Kameras seien für die Himmels-
fotografie unerlässlich. Instruktive Zeichnungen von Stativ-
möglichkeiten und Montierungen regen den Leser zu selbstän-
digem Handeln an, wobei zahlreiche Aufnahmen, mit einfachen
instrumentellen Mitteln gewonnen, den Text beleben und be-
reichern.

Auf diesen wichtigen Grundlagen, die ein breites Feld in der
Fotografie decken, beschreibt Griesser anschliessend die Mög-
lichkeiten von Tele-Objektiven und Fernrohr-Aufnahmen. Zu-
gleich warnt er aber den Amateur vor dem Überschätzen des
fotografisch Erreichbaren, etwa im Vergleich mit den bekann-
ten Fotos der grossen Sternwarten. Schmidt- und Maksutow-
Systeme sind meist ausserhalb der finanziellen Amateur-Reich-
weite!

Griesser legt neu erfreuliches Gewicht auf die aufkommende

Astro-Fotografie in Farben. Eine Reihe geglückter Farbaufnah-
men zeigt teilweise erstaunliche Resultate. Es ist nur zu bedau-
ern, dass das kleine Format des Taschenbuches die beiden
Farb-Aufnahmen auf Seite 45 nicht zur Geltung zu bringen ver-
mag.

Ich freue mich, das gediegene kleine Werk allen Sternfreun-
den zu empfehlen – sie möchten ihre Kamera am Himmel – bei
Tag oder bei Nacht – auf die Probe stellen. GRIESSER ist ein
sachverständiger, sicherer Führer!
HANS ROHR

Inhaltsverzeichnis – Sommaire – Sommario

Die ersten Bilder von Mars	105
Die Marsreisen von Viking 1 und Viking 2, H. ROHR ..	107
Die Kleinplaneten	120
Gesucht	124
ORION-Zirkular – Circulaire ORION	124
Eine Ortsbestimmung für Libellensextant und Taschen- rechner, M. FRICK	125
Le problème cosmologique et ses hypothèses (II), J. DU- BOIS	128
Erratum	130
La station de l'observatoire de Genève au Chili, N. CRA- MER et F. RUFENER	132
Une monture équatoriale «de poche», pour appareil pho- tographique, M. ROUD	136
Bibliographie	139



Royal

Präzisions-
Teleskope

Sehr gepflegte japanische Fabrikation

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

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

Grosse Auswahl von Einzel- und Zubehörteilen
Verkauf bei allen Optikern
Generalvertretung, **GERN**, Optique, Neuchâtel

Soeben erschienen in 2. verbesserter Auflage:

Hallwag-Taschenbuch 108

Himmelsfotografie

von Markus Griesser

Reich illustrierte Einführung in die Technik
der Astrofotografie

Erhältlich im Buchhandel

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen: * Maksutow
* Newton
* Cassegrain
* Spezialausführungen

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

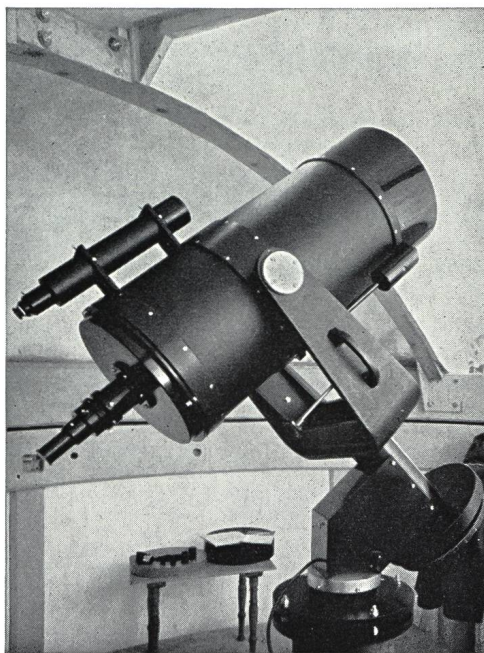
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800



Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Neuer Katalog vom April 1975

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

Verkaufsprogramm

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

NEU: Nasa-Zeiss Farbdiaserie

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

7 Farb-Poster (Format 74x58 cm)

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

NEUE Schwarz-Weiss-Aufnahmen

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

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

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

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

Nouveau catalogue d'avril 1975

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

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

Programme de vente

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

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

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

7 posters en couleur

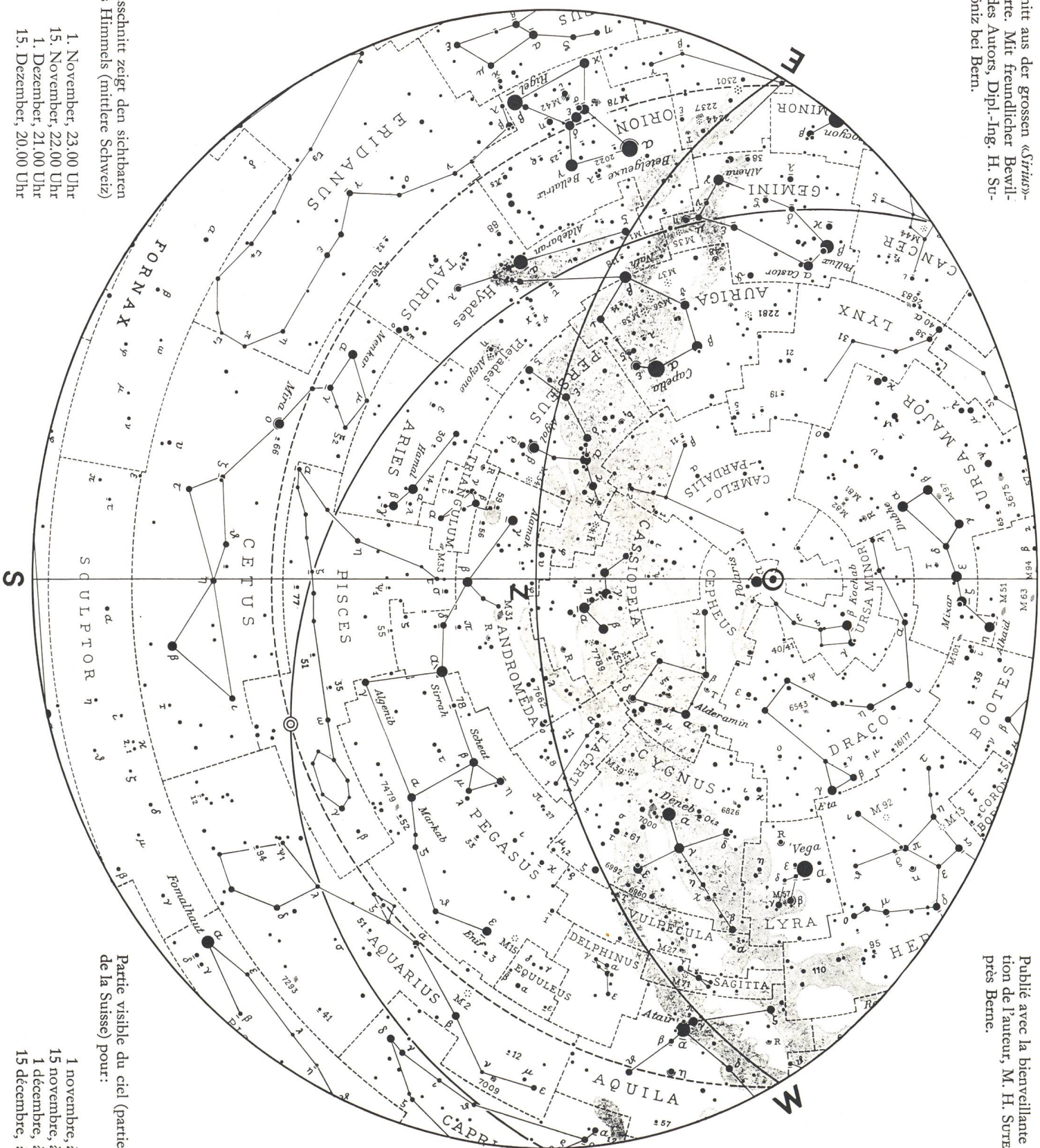
M 16 (amas d'étoiles), M 20 (néb. Trifid), M 31 (galaxie Andromeda), M 42 (néb. Orion), M 45 (pleiades), NGC 6992 (néb. filamenteuse), la terre, photographiée d'Apollo 11.

NOUVELLES images en noir et blanc,

(photos 18 x 24 cm et 40 x 50 cm ou dias): lever de la lune, éclipse 1947: couronne minimale, éclipse 1973: couronne entre min. et max., éclipse 1970: couronne maximale.

Ausschnitt aus der grossen «*Skyos*»-Sternkarte. Mit freundlicher Bewilligung des Autors, Dipl.-Ing. H. SUTTER, Köniz bei Bern.

Publié avec la bienveillante autorisation de l'auteur, M. H. SUTTER, Köniz près Berne.



Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren Teil des Himmels (mittlere Schweiz) für:

- 1. November, 23.00 Uhr
- 15. November, 22.00 Uhr
- 1. Dezember, 21.00 Uhr
- 15. Dezember, 20.00 Uhr

Partie visible du ciel (partie centrale de la Suisse) pour:

- 1 novembre, à 24.00 h
- 15 novembre, à 23.00 h
- 1 décembre, à 22.00 h
- 15 décembre, à 21.00 h