Objekttyp: **Issue**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **49 (1991)**

Heft 242

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

242

Februar · Février · Febbraio 1991

ORION

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

ORION

Leitender und technischer Redaktor:
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an obenstehende Adresse oder direkt an die zuständigen Redaktoren zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.
Ständige Redaktionsmitarbeiter:
Astrofotografie:
Armin Behrend, Fiaz 45, CH-2304 La Chaux-de-Fonds
Werner Maeder, 1261 Burtigny
Astronomie und Schule:
Vakant
Der Beobachter:
Hans Bodmer, Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee
Fragen-Ideen-Kontakte:
H. Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen
Meteore-Meteoriten:
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Burgdorf
Mitteilungen der SAG:
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern
Neues aus der Forschung
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
Dr. Charles Trefzger, Astr. Inst. Uni Basel, Venusstrasse 7, CH-4102 Binningen
Instrumententechnik:
H. G. Ziegler, Ringstr. 1a, CH-5415 Nussbaumen
Redaktioneller Berater:
M. Griesser, Breitenstr. 2, CH-8542 Wiesendangen
Redaktion ORION-Zirkular:
Michael Kohl, Unterer Hömel 17, CH-8638 Wald
Reinzeichnungen:
H. Bodmer, Greifensee; H. Haffter, Weinfelden
Übersetzungen:
J.-A. Hadorn, Ostermundigen
Inserate:
Robert Leuthold, CH-9307 Winden
Auflage: 2800 Exemplare. Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.
Copyright: SAG-SAS. Alle Rechte vorbehalten.
Druck: Imprimerie Glasson SA — 1630 Bulle
Bezugspreis, Abonnemente und Adressänderungen: siehe SAG
Redaktionsschluss ORION 243: 8.2.1991

SAG

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements auf ORION (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an:
Zentralsekretariat der SAG,
AndreasTarnutzer,Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern.
Mitgliederbeitrag SAG (inkl. Abonnement ORION)
Schweiz: SFr. 52.–, Ausland: SFr. 55.– Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 25.– Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Zentralkassier: Franz Meyer, Murifeldweg 12, CH-3006 Bern
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.
Einzelhefte sind für SFr. 9.– zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.

ISSN 0030-557 X

ORION

Rédacteur en chef et technique:
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
Les manuscrits, illustrations et rapports doivent être envoyés à l'adresse ci- dessus ou directement aux rédacteurs compétents. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.
Collaborateurs permanents de la rédaction:
Astrophotographie:
Armin Behrend, Fiaz 45, CH-2304 La Chaux-de-Fonds
Werner Maeder, 1261 Burtigny
Astronomie et Ecole:
Vacant
L'observateur:
Hans Bodmer, Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee
Questions-Tuyaux-Contacts:
H. Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Granges
Météores-Météorites:
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Berthoud
Bulletin de la SAS:
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne
Nouvelles scientifiques:
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
Dr. Charles Trefzger, Astr. Inst. Uni Basel, Venusstrasse 7, CH-4102 Binningen
Techniques instrumentales:
H. G. Ziegler, Ringstr. 1a, CH-5415 Nussbaumen
Conseiller à la rédaction:
M. Griesser, Breitenstr. 2, CH-8542 Wiesendangen
Rédaction de la Circulaire ORION:
Michael Kohl, Unterer Hömel 17, CH-8636 Wald
Dessins:
H. Bodmer, Greifensee; H. Haffter, Weinfelden
Traduction:
J.-A. Hadorn, Ostermundigen
Annonces:
Robert Leuthold, CH-9307 Winden
Tirage: 2800 exemplaires. Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.
Copyright: SAG-SAS. Tous droits réservés.
Impression: Imprimerie Glasson SA — 1630 Bulle
Prix, abonnements et changements d'adresse: voir sous SAS
Dernier délai pour l'envoi des articles ORION 243: 8.2.1991

SAS

Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions (ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser au:
Secrétariat central de la SAS, Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne.
Cotisation annuelle SAS (y compris l'abonnement à ORION)
Suisse: fr.s. 52. –, étranger: fr.s. 55.–.
Membres juniors (seulement en Suisse): fr.s. 25.–
Le versement de la cotisation est à effectuer après réception de la facture seulement.
Trésorier central:
Franz Meyer, Murifeldweg 12, CH-3006 Berne
Compte de chèque SAS: 82-158 Schaffhouse.
Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de fr.s. 9.– plus port et emballage.

ISSN 0030-557 X

49. Jahrgang
49e Année
Nr. 242 Februar 1991
No. 242 février 1991

Seiten 1-44
Pages 1-44

ORION

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

Inhaltsverzeichnis / Sommaire

J. O. Stenflo: Wir und das Weltall – Teil 2 4
P. Ens: 11. Amateur Astronomie Tagung in Luzern 37
S. Cuénod: Rôle des conditions primitives d'accrétions dans le disque solaire 39

Neues aus der Forschung • Nouvelles scientifiques

N. Cramer: Le VLT sera à Paranal 7
M. J. Schmidt: "Wie eine beschlagene Brille" 8
Ch. Trefzger: Saturns Atmosphäre in Aufruhr 12
W. Lotmar: Nachtrag zum Artikel "Hubble's Hauptspiegel..." 13
U. Mall: Aspekte der Ulysses-Mission – Teil 1 ... 13

Astronomie und Schule • Astronomie et école

M. Griesser: Kinder auf der Sternwarte 17
H. Sidler: Der Planetenweg bei Aarau 20

Mitteilungen/Bulletin/Comunicato

Announcement of the IAYC 1991 ..... 21/1
Zentralvorstand der SAG/ Comité central de la SAS 21/1
47. Generalversammlung der SAG in Chur/ 47e Assemblée générale de la Société astronomique suisse à Coire 22/2
Sektionen der SAG/Sections de la SAS 23/3
Veranstaltungskalender/Calendrier des activités .. 24/4

Sonnensystem • Système solaire

O. Eugster: Meteoriten - Boten aus dem frühen Sonnensystem .. 25
G. Klaus: Aktive Protuberanzen 27

Instrumententechnik • Techniques instrumentales

J. Alean: Coelostat und Zusatzgeräte der Sternwarte Bülach 30
C. Monstein: Amateur-Radio-Teleskop 38

Der Beobachter • L'observateur

H. Bodmer: Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen/ Nombre de Wolf 33
Sonne, Mond und innere Planeten/ Soleil, Lune et planètes intérieures 33
R. Roggero: Astrophoto vom Orion-Nebel 34
J. Alean: Orion-Nebel 35
R. Bättig: Zum Thema Sonnenfinsternis 1990 35
A. Behrend: NGC 2024 36
R. Roggero: Vision générale des grandes taches sur le disque solaire 36
An- und Verkauf/Achat et vente 16

Titelbild/Couverture

Grande Nébuleuse d'Orion (M42)

Placée à cheval sur l'équateur céleste, et donc visible depuis toutes les régions habitées du globe, Orion compte parmi les plus belles constellations du ciel. L'astrophotographe y trouve une foule d'objets intéressants, dont M42, M43 (au nord de M42), la Nébuleuse Tête-de-Cheval, la Nébuleuse Lambda, etc., etc. Le tout est entouré par la «Boucle de Barnard», les résidus d'une ancienne supernova.

Grosser Orion-Nebel (M42)

Rittlings auf dem Himmelsäquator gelegen und daher von allen bewohnten Gebieten der Erde aus sichtbar, zählt das Sternbild Orion zu den schönsten des Himmels. Der Astrofotograf findet in ihm eine grosse Anzahl von interessanten Objekten. Neben M42 auch M43 (nördlich von M42), den Pferdekopf-Nebel, den Lambda-Nebel, usw. usw. Das Ganze wird von «Barnard's Loop», den Überresten einer Supernova umrahmt.

Données techniques/Technische Daten:
Film Kodak EKTAPRESS 1600 ASA – développé comme film positif/als Positivfilm entwickelt – Expos./ Bel: 10 min. -SCT 200/2000 (F10) – réduit à 1000 mm (F5)/ reduziert auf 1000 mm (F5). – 27.12.89.
Photo J.-G. Bosch, Genève.

Wir und das Weltall – Teil 2

J. O. Stenflo

3. Leben im Weltall

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt gesehen, wie jedes Atom in unseren Körpern mit dem Schicksal der Sterne vernetzt ist, wie wir alle zum gleichen kosmischen Baum gehören, und wie wir unsere Geschichte zurück zu den Wurzeln im Urknall verfolgen können. Wann hat aber das Leben angefangen?

Jede Phase der Evolution des Universums hat Prozesse beinhaltet, ohne welche die spätere Entwicklung des Lebens nicht möglich wäre. Ohne rote Riesensterne und Supernovae wäre biologisches Leben nicht denkbar. Die Prozesse im Urknall haben die Voraussetzungen für die Bildung von Sternen und Galaxien geschaffen. Die Bedingungen im Urknall sowie die Eigenschaften der Materie (die zum Beispiel die Kohlenstoffchemie bestimmen) können auf abstrakte Symmetrieprinzipien zurückgeführt werden, usw. In diesem Sinn hat das Leben keinen Anfang. Das Prinzip des Lebens ist implizit immer und überall vorhanden, in der Natur eingebaut. Auf der Erde haben sich aber die günstigen Bedingungen geboten, die das explizite Entfalten vom Reichtum des Lebens ermöglicht haben.

Die Frage stellt sich dann, ob dieses Entfalten des Lebens auf der Erde einzigartig ist oder auch an anderen Orten im Universum stattgefunden hat. Mit anderen Worten: Sind wir allein im Weltall? In den letzten paar Dezennien haben sich mehrere Möglichkeiten eröffnet, um dieser schwierigen Frage systematischer nachzugehen. Diese Möglichkeiten werden wir im folgenden kurz andeuten.

Durch die Raumfahrt können wir nach ausserirdischem Leben in situ in unserer unmittelbaren kosmischen Umgebung suchen. In unserem Planetensystem ist die Erde eindeutig der einzige Ort, wo sich höhere Formen von Leben entwickelt haben. Niedrigere Formen von Leben, z. B. Bakterien, sind aber anderswo, z. B. auf Mars, nicht ausgeschlossen. Obwohl Mars jetzt ausgetrocknet erscheint, zeugen die vielen Canyons und anderen geologischen Formationen davon, dass in der Vergangenheit reichlich fliessendes Wasser vorhanden war. Im Jahre 1976 wurden von den USA zwei unbemannte biologische Laboratorien, Viking 1 und 2, auf Mars aufgestellt. Mit einer kleinen Schaufel wurde Material von der Marsoberfläche in verschiedene Experimentbehälter gebracht, wo mit verschiedenen chemischen Methoden nach biologischer Aktivität von Mikroorganismen gesucht wurde. Die Resultate waren sehr überraschend, weil sämtliche Experimente die von biologischer Aktivität erwarteten Signale ergaben, obwohl keine organische Moleküle gefunden werden konnten. Nachfolgende Überlegungen zeigten aber, dass die Messergebnisse als Resultat exotischer, anorganischer Chemie erklärbar waren. Diese chemischen Reaktionen waren bei der Planung übersehen worden, weil sie unter den ganz anderen Bedingungen auf der Erdoberfläche nicht stattfinden können.

Obwohl mit den Vikingexperimenten keine Lebensformen nachgewiesen werden konnten, ist die Existenz organischer Chemie ausserhalb der Erde seit langem gut bekannt. Meteoritensteine bringen sogar Aminosäuren vom Weltall zu uns. Der ausserirdische Ursprung dieser Aminosäuren ist dadurch ersichtlich, weil gleich viele links- und rechtsorientierte Moleküle in den Meteoriten vorkommen, während die Aminosäuren auf der Erde vorwiegend eine Orientierung aufweisen. Mit spektroskopischen Methoden findet man die einfacheren Bausteine der organischen Chemie in Kometen, in den verschiedenen Planetatmosphären und auch in gewissen Mondatmosphären, z. B. beim Saturnmond Titan.

In den letzten paar Dezennien hat man in entfernten Gas- und Staubnebeln überall in unserer Galaxie (die Milchstrasse) mit radioastronomischen Methoden eine Vielfalt von immer komplexeren organischen Molekülen gefunden. Wir sehen ihre «Fingerabdrücke» in Form charakteristischer Spektrallinien bei mm-Wellenlängen. Die organischen Moleküle (z. B. Alkohol) sind besonders in den Wolken konzentriert, wo gerade Sternbildung stattfindet. Dies zeigt, dass schon vor der Planetenbildung eine gewisse vorbereitende organisch- chemische Evolution stattgefunden hat.

In unserer Behandlung der Sternentstehung haben wir gesehen, dass auch die Bildung eines Planetensystems als ein natürlicher Prozess bei der Geburt eines Sterns erscheint. Dies sind theoretische Vorstellungen, aber was können die Beobachtungen darüber sagen?

Wegen der ungeheuren Entfernungen der Sterne und der schwachen Strahlung der Planeten (sie reflektieren nur das Licht vom Zentralstern) ist die Entdeckung von Planeten um andere Sterne eine sehr schwierige Aufgabe. Doch existieren einige Methoden, die schon positive Ergebnisse erbracht haben. Zum Beispiel hat ein unsichtbarer Planet durch seine Gravitationswirkung zur Folge, dass der Stern sich nicht gerade durch den Weltraum bewegt, sondern periodische Schwankungen seiner Position aufweist. Solche Schwankungen sind bei einigen unserer nächsten Sterne nachgewiesen worden, und daraus lässt sich die Umlaufperiode und Masse des Planeten bestimmen. Weil die Effekte ganz winzig sind, hat man nur Planeten mit etwa einer Jupitermasse nachweisen können. Indirekte Hinweise auf entstehende Planetensysteme hat man durch Infrarotbeobachtungen von scheibenförmigen Staubhüllen um andere Sterne. Mit dem Hubble Space Telescope hofft man, die blendenden Sternscheiben abdecken zu können (künstliche Sternfinsternisse zu erzeugen), um dadurch die lichtschwachen Planeten um die Sterne direkt beobachten zu können.

Die Vorstellung, dass ein bedeutender Anteil aller Sterne Planeten um sich hat, findet also sowohl theoretische als auch immer mehr empirische Unterstützung. Weil wir etwa 10^{20} Sterne in unserem beobachtbaren Teil des Universums haben (100 Milliarden allein in unserer Galaxie, und Milliarden anderer Galaxien im beobachtbaren Universum), gibt es sicher viele potentielle Orte, wo sich biologisches Leben entfalten kann. Die Erde hat recht optimale Bedingungen für die Evolution des Lebens (wie wir es kennen). Der Abstand vom Zentralstern soll im richtigen Intervall liegen, damit sich die mittlere Oberflächentemperatur zwischen dem Gefrier- und Siedepunkt des Wassers halten kann. Die Planetenmasse soll genügend gross sein, um eine Atmosphäre behalten zu können, aber nicht so gross, dass Wasserstoff die Atmosphäre

dominiert, weil es unklar ist inwiefern Leben sich in einer reduzierenden Wasserstoffatmosphäre gut entwickeln kann. Aber auch mit solchen Einschränkungen zeigen rein statistische Überlegungen, dass ein beachtlicher Teil sämtlicher Planetensysteme einen solchen erdähnlichen Planeten als Mitglied haben muss.

Weil wir so viele erdähnlichen Planeten in unserer Galaxie erwarten können, liegt die Vorstellung nahe, dass an vielen Orten auch höhere Formen von Leben sich entwickelt haben, vielleicht sogar technologische Zivilisationen, die im Stande sind, über interstellare Distanzen zu kommunizieren. Aufgrund solcher Überlegungen hat man einige Versuche gemacht, mögliche «intelligente» Signale von anderen Sternen mit Radioteleskopen zu entdecken. Dies ist ein schwieriges Unternehmen mit geringen Erfolgschancen, weil man nicht weiss, wo im Spektrum oder am Himmel man suchen soll, oder wie die Signale aussehen können. Die getroffene Wahl der Beobachtungsparameter basiert zum grossen Teil auf sehr spekulativen Vorstellungen über die «Denkweise» der anderen Zivilisationen, so ist es nicht erstaunlich, dass nichts gefunden worden ist. Aber auch wenn solche Versuche keine konkreten Resultate ergeben, sind sie nicht ohne Bedeutung, weil sie uns zwingen über die Fragestellungen ernsthaft nachzudenken. Auch werden als Nebenprodukt solcher Experimente andere unerwartete Phänomene mit der gleichen Instrumentierung entdeckt.

Wir besitzen aber heute nicht nur die Möglichkeit, nach eventuellen «intelligenten» Signalen zu suchen, wir können auch Signale über die Distanzen unserer ganzen Galaxie (mit 100 Milliarden Sternen) senden. Bei der Einweihungsfeier in den 70er Jahren des neuen 500-m-Radiospiegels in Arecibo, Puerto Rico, wurde eine Botschaft, ein Bild in Binärkode, an einen kugelförmigen Sternhaufen mit 100 000 Sternen, 40 000 Lichtjahre von uns entfernt, gesandt. Wenn jemand dort 40 000 Jahre später den Himmel beobachtet, ist die Erde für eine kurze Zeit das hellste Objekt unserer ganzen Galaxie bei gerade dieser Radiofrequenz.

Das Alter unserer menschlichen Zivilisation ist im Verhältnis zu den Altern der Sterne (Milliarden von Jahren) nur ein winziger Augenblick. Die Entwicklung unserer Zivilisation ist in diesem Vergleich explosionsartig, und wir können sogar nicht sicher sein, ob die Menschheit noch 100 Jahre überleben wird (wegen Selbstvernichtung durch Kernwaffenkrieg oder Umweltzerstörung). Wegen der enorm kurzen Zeitskala unserer sprungartigen Entwicklung ist der jetzige Zustand unserer Zivilisation ausserordentlich transient und nicht in die Zukunft extrapolierbar. Kosmisch gesehen ist die Menschheit gerade neugeboren und probiert jetzt ihre ersten Kinderschuhe. Unser Zeitalter ist extrem atypisch, aber was typisch ist wissen wir nicht, weil wir keinen Vergleich haben.

Wenn wir nach Leben oder Zivilisationen auf anderen Planeten suchen möchten, können wir also nicht erwarten, etwas auf einem ähnlichen Entwicklungszustand wie bei uns zu finden. Wenn wir je ausserirdisches Leben finden, wäre es mit grösster Wahrscheinlichkeit um viele Millionen von Jahren entweder hinter oder vor uns in der Entwicklung, aber nicht vergleichbar. Auch arbeitet die Biosphäre mit einer millionenfachen Vielfalt von Optionen für ihre eigene Evolution, und wir sind nur eine von diesen Optionen. Wenn wir nicht einmal mit uns so verwandten, irdischen intelligenten Säugetieren wie den Delphinen kommunizieren können, wie ist es dann möglich, Kontakt mit ausserirdischem Leben zu etablieren?

Wir können uns trotzdem vorstellen, obwohl diese Betrachtungsweise vermutlich stark anthropozentrisch ist, dass die Evolution des Lebens auf einem Planeten früher oder später zu «Intelligenz» führt, die auch an der Entwicklung einer Technologie interessiert ist. Weil die Naturgesetze, die einer Technologie zu Grunde liegen, überall im Weltall die gleichen sind, ist die Vorstellung vielleicht nicht ganz unvernünftig, dass die zur Verfügung stehenden Mittel der verschiedenen Zivilisationen ähnlich sind, z.B. die Mittel für interstellare Kommunikation. Dadurch wäre Kommunikation mit einer anderen technologischen Zivilisation prinzipiell denkbar.

Zweiwegkommunikation (mit Frage und Antwort) ist aber nur dann möglich, wenn der Abstand zwischen den Zivilisationen in Lichtjahren gerechnet kleiner ist als die halbe Lebensdauer in Jahren einer Zivilisation. Wenn z.B. der Abstand 1000 Lichtjahre ist, die Lebensdauer aber weniger als 2000 Jahre, stirbt die Zivilisation aus bevor sie eine Antwort auf ihren Brief erhalten hat.

Die wahrscheinliche Häufigkeit anderer Zivilisationen in unserer Galaxie hängt von mehreren wenig bekannten Faktoren ab, z.B. dem Anteil der Sterne mit Planeten, der Wahrscheinlichkeit, dass ein Planetensystem einen erdähnlichen Planeten enthält, der Wahrscheinlichkeit, dass unter erdähnlichen Bedingungen sich auch Leben entfaltet, der Wahrscheinlichkeit, dass solches Leben auch «Intelligenz» entwickelt, und der Wahrscheinlichkeit, dass intelligentes Leben auch eine technologische Zivilisation hervorbringt, die sich für interstellare Kommunikation interessiert. Es kommt aber noch ein Faktor dazu, der mit der grössten Unsicherheit behaftet ist, nämlich das Verhältnis zwischen der Lebensdauer der technologischen Zivilisation und dem Alter unserer Galaxie. Auch mit superoptimistischen Annahmen für alle andere Faktoren wäre bei einer Lebensdauer der technologischen Zivilisationen von weniger als 1000 Jahren der mittlere Abstand zwischen ihnen grösser als 1000 Lichtjahre. Zweiwegkommunikation zwischen ihnen wäre dann nicht möglich.

Mit realistischeren Schätzungen der verschiedenen Wahrscheinlichkeiten finden wir, dass der typische Abstand, der mögliche Zivilisationen trennt, noch wesentlich grösser ist. Er verhält sich aber umgekehrt proportional zur Kubikwurzel der Lebensdauer. Prinzipiell verhindert kein Naturgesetz, dass die Lebensdauer einer Zivilisation gleich gross sein könnte, wie die Lebensdauer des Muttersterns, d.h. mehrere Milliarden Jahre. Wenn dies typisch wäre, dann könnten wir Zivilisationen überall, sogar bei unseren Nachbarsternen, erwarten, und ein galaktisches Kommunikationsnetzwerk könnte etabliert werden. Wenn aber wegen Selbstvernichtungstendenzen, wie wir es in unserer eigenen Zivilisation beobachten, die Lebensdauer eher in Hunderten von Jahren zu rechnen ist, dann sind wir unter den 100 Milliarden Sternen unserer Galaxie vermutlich im Moment die einzige technologische Zivilisation, dann sind wir also allein! Wir können uns die Zivilisationen im Milchstrassensystem als kleine Lampen vorstellen, die für einige Zeit aufleuchten und danach wieder erlöschen. Auch wenn bei einer Grosszahl aller Sterne solche Lampen potentiell aufleuchten können, ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Lampen gleichzeitig brennen, gering, wenn die Leuchtzeit kurz ist.

Die erste Raumsonde, die unser Sonnensystem verlassen hat, Pioneer 10, hat eine Plakette mit einer eingravierten Botschaft mitgenommen, für den Fall, dass «jemand» in einem anderen Teil unserer Galaxie in einer entfernten Zu-

kunft die Sonde findet. Voyager 2, der nach dem Rendezvous mit Neptun im August 1989 das Sonnensystem auch verlässt, trägt eine «Schallplatte» aus Platin mit sich, mit einer Auswahl von Tönen unseres geliebten Planeten, z.B. der Schrei eines neugeborenen Kindes, die Signale der Delphine, ein bulgarisches Hirtenlied, der Strassenlärm einer Grosstadt, oder Musik von Beethoven.

Niemand erwartet, dass «jemand draussen» je diese Raumsonden finden wird. Die mitgeführten Mitteilungen haben aber eine symbolische Bedeutung. Mit diesen Sonden haben wir nicht nur die Schwerkraft der Erde überwunden, sondern auch die Schwerkraft der Sonne, und fahren in die kosmischen Tiefen der Sternenwelt hinein. Dabei blicken wir auf unsere Heimat zurück und sehen sie als den dritten kleinen Planeten um einen ganz gewöhnlichen Stern unter den unzähligen anderen. Dies zwingt uns zum Nachdenken. Sind wir uns der Schönheit und Zerbrechlichkeit unserer kleinen kosmischen Insel voll bewusst? Hüten wir verantwortungsvoll diese Perle im kosmischen Ozean? Wir verstehen dann, dass die eingravierten Mitteilungen auf den Raumsonden eigentlich Botschaften an uns selbst sind.

4. Schönheit, Einheit und Mystik der Natur

Zu unseren wundervollsten Erlebnissen zählen die Schönheitsgefühle im Direktkontakt mit der Natur, zum Beispiel unter einem strahlenden Sternhimmel. Die meisten Menschen sehen aber leider wenig Anlass sich mit den Sternen zu befassen, weil sie ja wegen ihrer grossen Entfernung für uns «unnütz» sind.

Das heutige astronomische Weltbild hilft uns, die Natur ganzheitlicher zu betrachten. So zeigt z. B. die Wissenschaft, wie unser Schicksal mit dem der Sterne vernetzt ist, wie wir aus Sternmaterie bestehen, dass wir buchstäblich Kinder der Sterne sind. Diese Erkenntnisse vertiefen das romantische Schönheitsgefühl, das wir im Direktkontakt mit der Natur erleben.

Die Kosmologie befasst sich mit der physikalischen Ganzheit. Diese Ganzheit ist aber gar nicht einfach die Summe der Teile (Raum, Zeit, Atome, Sterne, usw.). Das Wesentliche liegt vielmehr in den Beziehungen, der Organisation und den Wechselwirkungen, die in der heutigen Physik auf Symmetrieprinzipien zurückgeführt werden. Aus diesen abstrakten Symmetrien werden nicht nur die Beziehungen (Kräfte), sondern sogar auch die Existenz der Materie abgeleitet. Wie im Abschnitt 1 angedeutet wurde, erklärt man z.B. die heutige Trennung zwischen Makro- und Mikrokosmos, zwischen gross und klein, als Resultat von symmetriebrechenden Prozessen im frühen Universum (in der ersten Sekunde des Urknalls). Die heutige vielfältige und unsymmetrische Welt war im Urknall viel einheitlicher und symmetrischer.

Weil bei solchen Überlegungen unsere Begriffswelt sich immer im Wandel befindet, wie unsere Vorstellungen über Raum, Zeit und Materie, über Anfang und Ende, über Kausalität und Subjekt-Objekt-Beziehungen, kommen Physik und Astronomie immer wieder mit Religion und Philosophie in Kontakt. Es soll in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden, dass die physikalische Welt eine Welt der mathematischen Symbole ist, und sich nicht mit dem «Ding an sich» befasst. Die Physik gibt eine symbolische Darstellung der Erfahrungswelt, und als effizienteste Sprache dafür hat sich die Mathematik eindrucksvoll erwiesen. Die gewählte Darstellung hat aber keinen absoluten Charakter und muss von Zeit zu Zeit erneuert oder ersetzt werden, um die ständig erweiterte Erfahrungswelt (durch neue Teleskope oder Teilchenbeschleuniger) optimal zu beschreiben. Die erfolgreichsten Darstellungssysteme (Theorien) der Natur sind in der Regel diejenigen gewesen, die von Einheit, Eleganz und Schönheit gekennzeichnet sind. Dies erklärt zum Teil die Faszination der Physik. Auch in der Schattenwelt der Symbole gibt es eine ästhetische Qualität.

Nicht nur unsere heutige Umgangssprache, auch die Sprache der Theologen und Philosophen, ist von der Begriffswelt der Physik geprägt, z.B. von den Vorstellungen über Raum, Zeit und Kausalität (obwohl im gewöhnlichen Gebrauch noch die Vorstellungen des letzten Jahrhunderts dominieren). Zum Beispiel hätten theologische Fragen über die «Schöpfung» ohne einen Zeitbegriff (der aus der physikalischen Vorstellungswelt stammt) keinen Sinn. Dennoch impliziert das Wort «Schöpfung» eine Extrapolation des Zeitbegriffes zu einem extremen Zustand des frühen Universums (zum ersten winzigen Bruchteil der ersten Sekunde), für welchen die heutigen Vorstellungen über die Natur der Zeit sicher nicht gelten. Aus physikalischer Sicht sind solche Fragen deshalb nicht sinnvoll, weil sie mit nicht brauchbaren sprachlichen Begriffen formuliert worden sind.

Mit den Umwälzungen der Wissenschaft verändert sich auch die Begriffswelt der Sprache, die von Theologen und Philosophen verwendet wird. Die Theologie ist ja auch eine Schattenwelt der sprachlichen Symbole, und die gewählten symbolischen Darstellungen sind eng mit dem kulturellen Umfeld verbunden, müssen sich also ständig erneuern, damit sie nicht schnell irrelevant werden. Wir sehen also, dass die Wissenschaft und die religiöse Vorstellungswelt sich nicht von einander unabhängig entwickeln, sondern ganzheitlich vernetzt sind.

Ziel der Wissenschaft soll es sein, die Natur zu verstehen, nicht sie zu beherrschen. Die Welt ist nicht zwischen uns und der Natur, zwischen Subjekt und Objekt, getrennt. Im Gegenteil sind wir, zusammen mit unseren geistigen Fähigkeiten, ein integrierter Bestandteil der Natur. Zwar ist unser Platz im Raum sowie unser Augenblick in der Zeit des kosmischen Ozeans gering, wir sind aber mit den Sternen und allem anderen in einem einzigen kosmischen Gewebe von unglaublicher Schönheit verbunden. Die der Natur zugrundeliegenden abstrakten Symmetrien, die sich bei hohen Energien und besonders in der ersten Urknallsekunde manifestieren, sind jenseits der scheinbaren Gegensätze Eins - Viele, Gross - Klein, usw. Wenn die Natur ganzheitlich betrachtet wird, ist eine derartige Kategorisierung nicht mehr sinnvoll.

Ebenso wenig sinnvoll erscheint dann die Trennung Geist - Materie, Gott - Kosmos, usw. Die eigentliche Qualität der Natur, die nicht via Sprache oder Symbole erfassbar ist, die wir aber durch Direkterlebnis vielleicht diffus erahnen können, ist jenseits solcher Begriffe.

Zweite Hälfte des Vortrags vom 8. September 1989, bei der «Cortona-Woche», Perugia, Italien.

Copyright: Aktuell Verlag, Bonn.

J. O. Stenflo
Institut für Astronomie
ETH-Zentrum
8092 Zürich

Le VLT sera à PARANAL

N. CRAMER

Le conseil de l'ESO a pris le 4 décembre 1990 la décision tant attendue concernant le site sur lequel sera construit le VLT (Very Large Telescope), le plus grand télescope optique du monde.

Le site de Cerro Paranal se trouve dans la partie centrale du désert d'Atacama, au Chili. Cette région est sans aucun doute la plus aride de la planète. Cerro Paranal (2664m) se trouve a environ 130 km au sud de la ville d'Antofagasta et à 12 km de la côte de l'océan Pacifique. L'étude de site, qui a duré 6 ans, a démontré la supériorité de cet emplacement par rapport au site de La Silla qu'exploite actuellement l'ESO. Un facteur déterminant pour ce choix a été la faible turbulence atmosphérique qui permet, en moyenne, de séparer par imagerie des écarts angulaires de 0.66 secondes d'arc. Ceci n'est pas un gain spectaculaire par rapport à La Silla (0.76 secondes d'arc), mais la fréquence de conditions exceptionnelles (images inférieures à 0.5") est 2.4 fois plus élevée à Paranal, soit 16% du total des nuits. On a même enregistré des images de 0.25" durant une période de trois heures en septembre 1990. Un gain encore plus important est acquis pour les observations dans l'infrarouge et les ondes millimétriques en vertu de la concentration extrêmement faible de la vapeur d'eau.

Le VLT consistera en 4 télescopes de 8.2m qui pourront travailler individuellement ou reliés entre eux, en mode interférométrique. Ils seront dotés d'optique active, tel le NTT qui fournit des résultats exceptionnels à La Silla et, avec l'utilisation de techniques d'optique adaptative (voir Orion 239), approcheront ainsi les performances d'instruments spatiaux. En mode interférométrique des séparations angulaires de 0.0005" deviendront perceptibles (équivalent à 1m à la distance de la Lune).

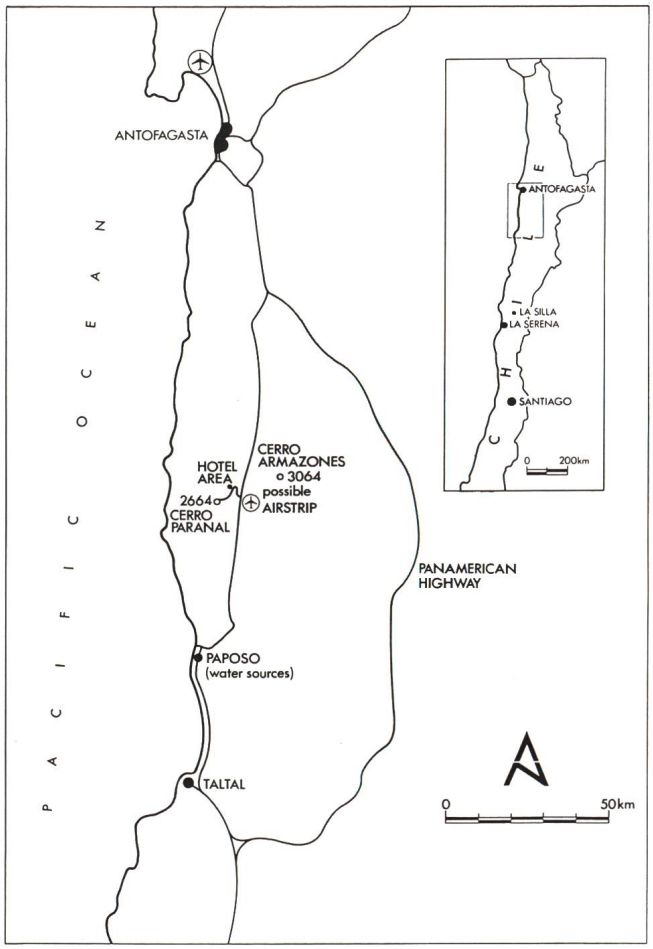
Il est intéressant de constater que le choix, fait par l'ESO de concentrer ses efforts sur la régulation active de la forme de miroirs monolithiques minces, se confirme comme étant le meilleur. Le télescope Keck de 10m dont l'installation progresse sur le Mauna Kea à Hawaii sera pour quelques années le plus puissant du monde, en attendant que s'achève le VLT dans une dizaine d'années (le premier télescope de 8.2m de l'ESO sera mis en service en 1995). Mais son assemblage de 36 miroirs hexagonaux pose d'énormes problèmes techniques et ne permettra pas d'obtenir des images meilleures que 0.5", moins bien que ne le fait déjà le NTT de 3.6m, et sa vertu principale sera son pouvoir collecteur de lumière. Il est aussi intéressant de noter que l'idée de fabriquer de grands miroirs

Cerro Paranal, le site du VLT. Vue aérienne depuis le sud; l'océan Pacifique se trouve à la gauche (Photo ESO).

à l'aide d'éléments hexagonaux n'est pas nouvelle: Arthur C. Clarke, dans son roman de science fiction «Earthlight» publié en 1955, décrit avec beaucoup de détails un télescope géant installé sur la Lune et composé d'une centaine d'éléments hexagonaux. Son diamètre ?... 10m!

La décision de développer le site de Paranal aura à long terme des conséquences importantes sur les installations de La Silla. De futurs télescopes (par exemple le nouveau télescope suisse de 1.2m qui est en cours de construction) seront de toute vraisemblance mis en place de préférence à Paranal. Il est même probable que les instruments actuellement à La Silla et facilement transportables (le NTT par exemple) iront un jour à Paranal. Les renards gris, les vizcachas et l'occasionnel condor de passage fréquenteront à nouveau en toute quiétude la montagne de La Silla.... Et les vinchucas ? Elles nous suivront à Paranal!

NOËL CRAMER
Observatoire de Genève



ASTROPHOTO

Petit laboratoire spécialisé dans la photo astronomique noir et blanc, et couleur. Pour la documentation et liste de prix, écrire ou téléphoner à:
Kleines Speziallabor für Astrofotografie schwarzweiss und farbig. Unterlagen und Preisliste bei:

Craig Youmans, ASTROPHOTO,
1837 Château-d'Oex. Tél. 021/905 40 94

Trotz Fehler in der Optik kann das Beobachtungs-Programm des HST fast vollständig durchgeführt werden:

«Wie eine beschlagene Brille»

MEN J. SCHMIDT

Als revolutionären Schritt in der Astronomie wurde das Hubble Weltraum Teleskop (HST) bezeichnet, als es endlich nach jahrelanger Verspätung mit der US-Raumfähre in die 600 Kilometer hohe Erdumlaufbahn transportiert wurde. Wenige Wochen später war die Euphorie der Fachleute verblasst, da ein falsch geschliffener Hauptspiegel das vorgesehene Beobachtungsprogramm ernsthaft in Frage stellte. Nach monatelangen Tests können die Wissenschaftler aufatmen; fast alle Beobachtungen können in der ursprünglich vorgesehenen Qualität realisiert werden. Die europäische Weltraumorganisation ESA hat am 6. November über den aktuellen Stand des HST orientiert.

Mit der Durchführung von zahlreichen Beobachtungen mit den beiden an Bord des HST befindlichen Kameras aus den USA und Europa konnte der Fehler im optischen System des Teleskops genau ergründet werden. Nach den nun vorliegenden Ergebnissen werden nur 17 % des auf den Hauptspiegel einfallenden Lichtes am richtigen Ort gebündelt (fokussiert). Die restlichen 83 % bilden einen Saum um das Bild-Zentrum. Es ist nun möglich geworden, mit Hilfe von Computerprogrammen diesen Fehler zum Teil zu eliminieren. Rechnerisch kann nämlich der Computer das um das Zentrum des Bildes plazierte Licht auf den Zentralpunkt zusammenziehen. In den meisten Fällen ist dies aber gar nicht notwendig, da die optischen Instrumente an Bord des Teleskops über den Erwartungen arbeiten und somit höchstens längere Belichtungszeiten erfordern um zum gewünschten Ergebnis zu kommen. Der HST-Projektwissenschaftler bei der ESA, Dr. Peter Jakobson, hat eine eindrückliche Erklärung über die Bildqualität des Teleskops vorgelegt: «Früher hat man gesagt, dass das Teleskop kurzsichtig ist, das ist aber nicht ganz korrekt. Ich würde eher meinen, das Teleskop sieht die Objekte zwar in voller Auflösung, aber wie durch eine leicht beschlagene Brille.

Das beweisen zum Beispiel auch die Bilder von Kugelsternhaufen; deutlich kann die immens gesteigerte Zahl von Einzelsternen mühelos erkannt werden. Dies trotz des feinen «Nebels» drumherum.»

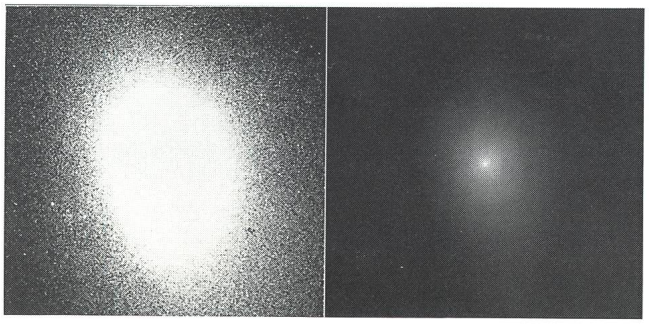
Vibrationen verursachen verwackelte Bilder

Ein weiteres Problem, mit dem sich die Wissenschafter herumschlagen müssen, ist das periodische Auftreten von Schwingungen am Teleskop, wenn dieses jeweils aus dem Erdschatten heraustritt. Als mögliche Ursache glauben die Astronomen Spannungen im Solarzellengenerator gefunden zu haben. Durch die Erwärmung, vor allem der seitlichen Metallführungen am Solargenerator, entsteht wegen der Materialausdehnung eine Deformation des Solarpanels. Die damit auftretenden Spannungen im Material führen dann zwangsläufig zu Schwingungen, die auf das Teleskop übertragen werden. Bekanntlich ist die punktuelle Ausrichtung beim HST so genau, dass ein vom Teleskop ausgehender Laserstrahl das Zentrum eines Zehnrappenstücks in 300 Kilometern Distanz treffen würde. Die nun auftretenden Vibrationen führen dazu, dass «verwackelte» Bilder empfangen werden. Oder anders gesagt, man muss abwarten, bis die Schwingungen nachgelassen haben, um mit dem Instrument zu arbeiten. Auf die Frage wie gross nun die Einschränkung der gesamten Beobachtungszeit am Hubble Teleskop sei, meinte der ESA Projekt-Manager, Dr. Robin Laurence: «Während 50 % der Zeit kann überhaupt nicht mit dem HST beobachtet werden, dies war von Anfang an klar. Während dieser Zeit wird das Teleskop durch die Erde verdeckt. Von den anderen 50 % sind wir gegenwärtig bei einer wirksamen Beobachtungszeit von 20 % angelangt. Wir rechnen aber damit, auf etwa 35 % Beobachtungszeit zu kommen.»

Reparaturmission vorgesehen

Aufgrund der vorhandenen Mängel beabsichtigt die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA, im Jahre 1993 eine Reparaturmission zum Hubble Teleskop zu starten. Ursprünglich war zu diesem Termin lediglich eine Wartungsmission vorgesehen. Dr. Brian Taylor, Bereichsleiter Astrophysik in der Abteilung Weltraumwissenschaft, hat die möglichen Reparaturmissionen kurz vorgestellt und folgende Bemerkung gemacht: «Da das Hubble Teleskop fast 2 Milliarden $ gekostet hat, ist eine Lösung der vorhandenen Probleme unbedingt nötig. Es muss ein Weg gefunden werden um wieder die volle Einsatzbereitschaft des Instruments zu ermöglichen, damit die Wissenschaftler ihre Programme durchführen können.» Ein Reparaturscenario sieht vor, die

Bild 1: Die Galaxie mit der Bezeichnung NGC 7457 wurde am 17. August mit der Planeten Weitwinkel Kamera an Bor des Weltraumteleskops beobachtet. Links im Bild ist die als "normale Galaxie" bezeichnete Sternansammlung zu erkennen. Das rechte Bild zeigt den inneren Teil derselben Galaxie, dabei wurde eine gewaltige Sternenkonzentration im Zentrum dieser Galaxie festgestellt. Daraus wird auf gewaltige Schwerkraftsenergie im Zentrum dieses Objekts geschlossen, möglicherweise gibt es dort ein Schwarzes Loch. Bild NASA



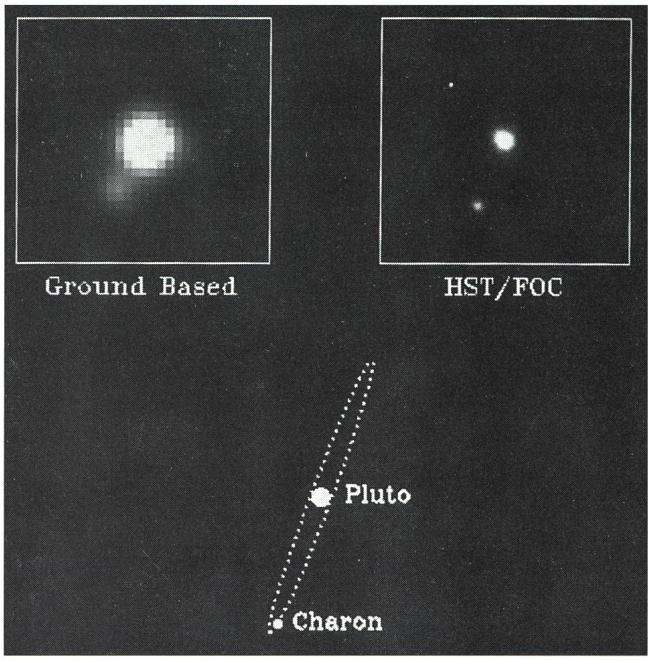


Bild 2: Die Qualitätssteigerung zwischen erdgebundenen und Aufnahmen mit dem Weltraumteleskop wird an diesem Beispiel deutlich. Der Planet Pluto und sein Mond Charon können auf den besten irdischen Aufnahmen nur unvollständig getrennt erfasst werden. Die Fotos mit dem Hubble Teleskop sind um den Faktor 10 besser. Sogar die Grössen der beiden Körper lassen sich aufgrund der neuen Aufnahmen bestimmen.

Bild: ESA

NASA-Planetenweitwinkelkamera und die ESA-Kamera für lichtschwache Objekte FOC 1993 zur Erde zurückzubringen und mit zusätzlichen Linsen so zu modifizieren, dass der Fehler des Hauptspiegels auskorrigiert wird und das Licht vollständig am richtigen Ort gebündelt wird.

Der Nachteil dieser Mission ist eine relativ lange Zeit, in der das Teleskop nicht genutzt werden kann (bis zu drei Jahren, wegen der fehlenden Transportkapazität und Entwicklungszeit für die Kamerabauteile). Teilweise werden schon Instrumente der zweiten Generation gebaut, so dass diese wie vorgesehen 1993 gegen die «alten» ausgetauscht werden können. Eine favorisierte Alternative zum ersten Vorschlag heisst «smart star» (hübscher Stern) und sieht vor, dass eine Astronauten-Crew 1993 im Lichtsammelpunkt der fünf wissenschaftlichen Instrumente ein Linsensystem einbaut, welches den Fokussierungsfehler ausgleicht. Damit könnten wiederum alle Instrumente an Bord mit ihrer ursprünglich vorgesehen Leistung arbeiten. Schliesslich könnte auch die ESA aus zum Teil vorhandenen Ersatzteilen eine zweite modifizierte FOC bauen, was aber im Moment wenig sinnvoll erscheint.

Programm geändert

Trotz der Schwierigkeiten können fast alle geplanten Beobachtungen durchgeführt werden. Dies umsomehr, weil die Reparaturmission 1993 fast sicher ist. Der Solarzellengenerator soll bereits zu diesem Zeitpunkt ersetzt werden und nicht erst 1996 wie eigentlich vorgesehen. Am Ersatzgenerator auf der Erde werden nun die entsprechenden Modifikationen angebracht, so dass die Schwingungen reduziert oder sogar ganz eliminiert werden können.

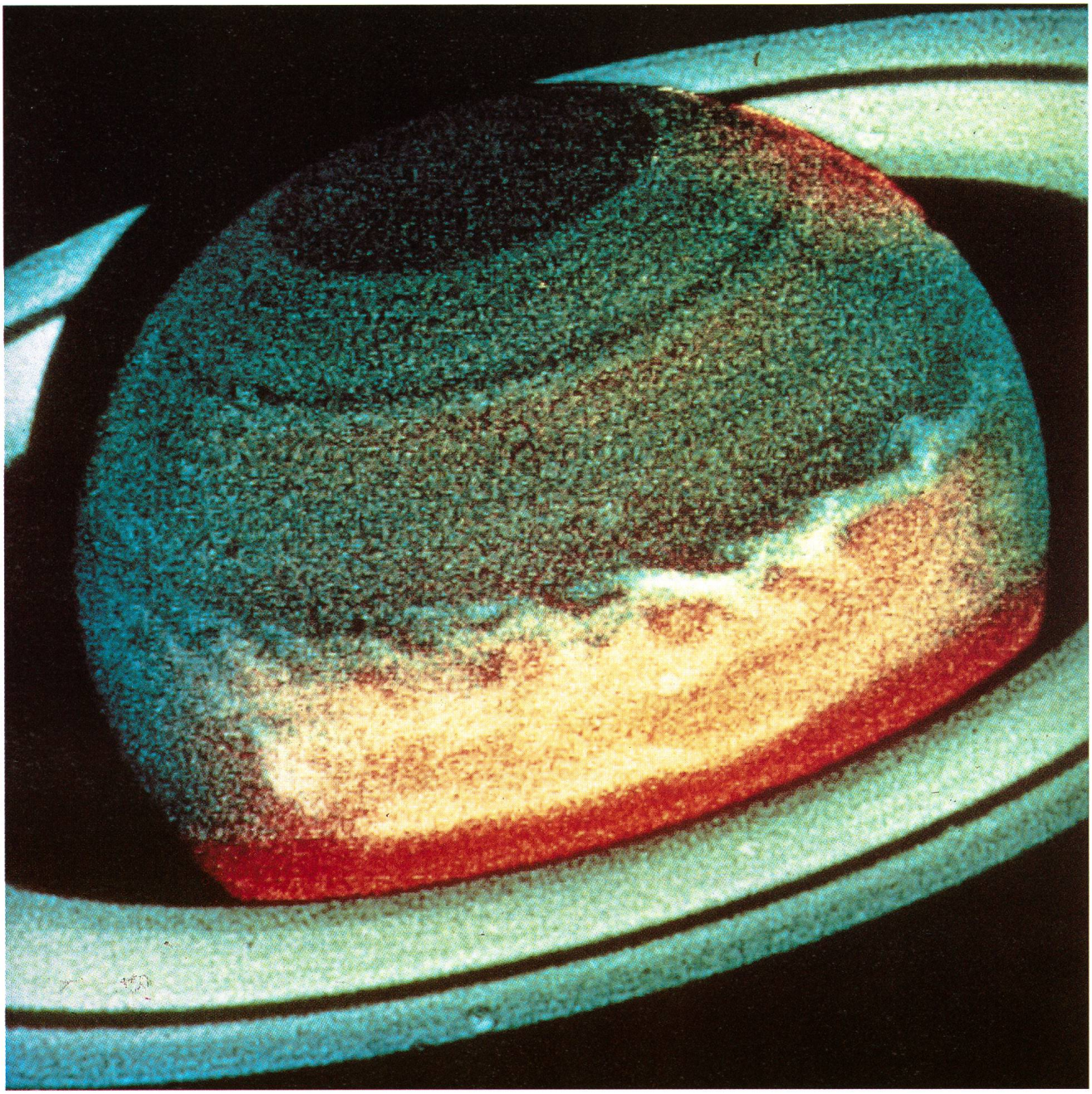


Bild 3: Nachdem Ende September Amateurastronomen auf dem Ringplaneten Saturn einen "Weissen Fleck", identifiziert als riesigen Wirbelsturm, entdeckt hatten, wurden auch mit dem Weltraumteleskop Hubble Beobachtungen des seltenen Ereignisses vorgenommen. Am 9. November 1990 wurden die ersten Bilder mit der Weitwinkel Planetenkamera gewonnen. Die gewonnenen Bilder sind von unglaublicher Schärfe (trotz des Spiegelfehlers im Teleskop) und zeigten deutlich Turbulenzen im "Grossen weissen Fleck". Auf dem Saturn treten nur alle paar Jahrzenhnte Wirbelstürme mit Ausmassen auf, dass sie von der Erde aus beobachtet werden können. Bild: NASA

Der genaue Zeitpunkt der geplanten Reparatur hängt natürlich auch von der Verfügbarkeit des amerikanischen Space Shuttle Systems ab. Bekanntlich wurden in Folge technischer Probleme nur ein Teil der geplanten Flüge durchgeführt.

Die Fachleute befürchten auch, dass falls Instrumente des Teleskops zur Modifikation auf die Erde zurückgebracht werden, zu grosse Beobachtungsunterbrüche die Folge sein könnten, da die Instrumente durch Startverschiebungen, möglicherweise viele zusätzliche Monate ungenutzt am Boden bleiben müssen.

Die Hubble Space Telescope Beobachtungs-Koordinationsstelle hat aber ein neues Beobachtungsprogramm ausgearbeitet, das auf eine Reparaturmission im Jahre 1993 abgestimmt ist. Es werden in den nächsten Jahren vor allem Beobachtungsprogramme vorgezogen, die mit dem jetzigen System im Einklang stehen. Vor allem die Beobachtungen im UV-Bereich können praktisch ohne Einschränkungen durchgeführt werden. Auch die für Wissenschaftler speziell ausgearbeitete Computersoftware zur Korrektur der Unschärfen hilft mit, dass fast das gesamte geplante Programm ohne Verlust bewerkstelligt werden kann.

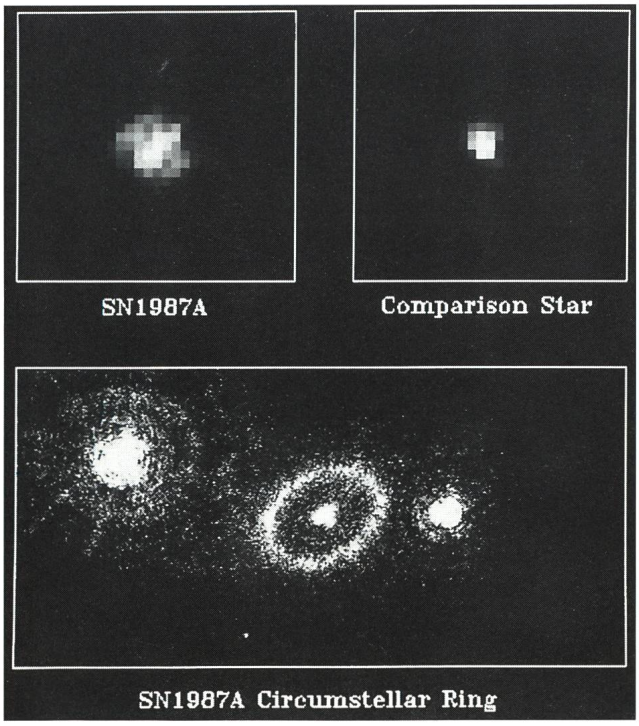
Wie gut die moderne Computertechnologie ist, beweisen die Aufnahmen, die mit der Planeten-Weitwinkel-Kamera vom Ringplaneten Saturn gewonnen wurden. Anfänglich war

besonders die Enttäuschung der Astronomen gross, die mit der Planetenkamera arbeiten wollten. Die nun vorliegenden Bilder haben aber die Fachleute überrascht. Die Auflösung ist mindesten 8-10 Mal besser als die von erdgebundenen Teleskopen. Saturn erscheint auf den Hubble Bildern so deutlich wie im Anflug von den amerikanischen Raumsonden Voyager 1 & 2. Auch mit der europäischen Kamera für lichtschwache Objekte konnten Bilder aus unserem Sonnensystem gewonnen werden, die bislang nicht denkbar gewesen sind. Als Testobjekt wurde der äusserste Planet Pluto und sein Mond Charon fotographiert.

Von der Erde aus erscheint dieser Doppelplanet meistens nur als kleines Scheibchen mit einer seitlichen Ausbuchtung. Nur modernste Hilfsmittel haben es ermöglicht, die beiden Körper einigermassen getrennt zu fotografieren. Die ersten gewonnenen Bilder mit der FOC dagegen zeigen die beiden Himmelskörper eindeutig voneinander getrennt. Sogar der Durchmesser der beiden Objekte kann optisch einigermassen bestimmt werden. Allerdings, alle Programme können nicht schon vor einer Reparatur ausgeführt werden. Dazu gehört die Suche nach Planeten bei anderen nahe gelegenen Sternen und die Beobachtung von äusserst lichtschwachen Objekten am Rande des Universums.

Bild 4: Der bekannte Sternenüberrest, die Supernova 1987A – am 23. Februar 1987 explodierte der Stern – wurde mit dem Hubble Teleskop eingehend beobachtet. Zwei Überraschungen kamen dabei zutage. Der Sternüberrest hat sich schon recht stark ausgedehnt, wie das Bild oben links zeigt. Ein Stern von vergleichbarer Lichtstärke ist deutlich kleiner abgebildet (Bild oben rechts). Die zweite Sensation war die Entdeckung eines Staubringes um den Explosionsherd (Bild unten). Offenbar wurde einige tausend Jahre vor der eigentlichen Sternexplosion ein Teil der Sternhülle in den Raum abgesprengt. Links und rechts vom Supernovaüberrest sind noch je ein Stern zu erkennen, die aber nichts mit dem Ereignis zu tun haben.

Bild ESA



Erste Beobachtungsergebnisse

Seit dem Start des Hubble Teleskops im vergangenen April wurden mit den verschiedenen Instrumenten an Bord die unterschiedlichsten Objekte beobachtet.

Dabei ging es in erster Linie darum, die Leistungsfähigkeit des havarierten Teleskops herauszufinden und im weiteren festzustellen, ob die wissenschaftlichen Instrumente, Kameras und Spektrographen den Erwartungen entsprechen. Somit sind bei den zahlreichen Tests bereits eine ganze Anzahl von interessanten wissenschaftlichen Ergebnissen gewonnen worden. Das eigentliche Beobachtungsprogramm wird erst jetzt anlaufen.

Als das herausragendste wissenschaftliche Ergebnis kann die Entdeckung eines Materieringes um den Supernova-Überrest 1987A bezeichnet werden. Der besagte Materiering muss offenbar schon einige tausend Jahre vor der eigentlichen Sternexplosion in den Raum abgestossen worden sein. Dies wird aus seinem Durchmesser geschlossen. Im weiteren wurde festgestellt, dass die Restmaterie des explodierten Sterns sich ausdehnt; vergleichbare helle Objekte wie die Supernova 1987A erscheinen auf den Teleskopaufnahmen wesentlich kleiner. Auch im Sternhaufen mit der Bezeichnung R136 im Nebel Doradus 30 der Grossen Magellanschen Wolke (GMW) konnten zusätzliche unbekannte Sterne beobachtet werden. Da in dieser Region vor allem ganz junge Sterne zu finden sind, ist deren Untersuchung von grosser Bedeutung. Erdgebundene Beobachtungen scheitern am beschränkten Auflösungsvermögen.

Eindrückliche Beobachtungen gelangen mit der europäischen Kamera für Lichtschwache Objekte auch beim Sternsystem R-Aquarii. Es handelt sich hier um ein Sternpaar, das aus einem Roten Riesenstern und einem Weissen Zwerg besteht. Die beiden Sterne tauschen Materie aus, was auf den Bildern als langgezogener Nebel mit zahlreichen Filamenten zu erkennen ist. Das Sternsystem R-Aquarii befindet sich nur 700 Lichtjahre von uns entfernt, was sich günstig auf die Beobachtungen auswirkt. Die Astronomen sind der Ansicht, dass der Riesenstern in Kürze explodieren wird. Bereits mehrere Male konnten Materie-Ausbrüche beobachtet werden; es handelt sich hier um eine sehr junge Nova.

Eine spektakuläre Beobachtung anderer Art war die Untersuchung einer sogenannten Gravitationslinse. Dabei wurde ein Quasar beobachtet, der sich in 8 Milliarden Lichtjahre Entfernung befindet, und durch eine rund 20 Mal näher liegende Galaxie verdeckt wird. Die massive Galaxie lenkt das Licht des Quasars durch ihre gewaltige Gravitation stark ab, deshalb erscheint uns der weit entfernte Quasar auf den Aufnahmen gleich vierfach, er bildet ein sogenanntes «Einstein-Kreuz». Der Physiker Albert Einstein hatte die Ablenkung des Lichtes eines weit entfernten Objekts durch einen sehr massenreichen Körper bereits zum Beginn dieses Jahrhunderts vorausgesagt. 1916 konnte anlässlich einer Sonnenfinsternis die Ablenkung des Lichtes von Sternen in der Nähe der Sonnenscheibe erstmals direkt beobachtet und nachgewiesen werden. Für Untersuchungen über den Aufbau des Universums ist die Beobachtung der «Gravitationslinsen» von grosser Bedeutung.

MEN J. SCHMIDT

Saturns Atmosphäre in Aufruhr

Ch. Trefzger

Die beiden Planeten Jupiter und Saturn sind grosse Gaskugeln, welche ähnlich wie unsere Sonne zur Hauptsache aus Wasserstoff und Helium bestehen mit nur geringen Anteilen der restlichen chemischen Elemente. Im Gegensatz zu den inneren Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars besitzen sie keine Oberfläche aus festen Gesteinen, sondern nur eine ausgedehnte Gashülle, in deren Zentrum sich möglicherweise ein kleiner fester Kern befindet. Eine weitere markante Eigenschaft der beiden Riesenplaneten Jupiter und Saturn ist ihre rasche Rotationsgeschwindigkeit und die daraus resultierende Abplattung des Planetenscheibchens, die jedem aufmerksamen Beobachter bereits in kleineren Fernrohren auffällt.

Saturn umkreist die Sonne auf einer nahezu kreisförmigen Bahn in etwa 29.5 Jahren; seine mittlere Entfernung vom Zentralgestirn beträgt 1.43 Milliarden km. Sein Aequatordurchmesser ist mit 120'000 km rund 9.5 mal grösser als der Erddurchmesser. Die Rotationsperiode ist breitenabhängig: am Aequator ist sie kürzer (10h 14m) als an den Polen. Wie bei der Sonne beobachten wir also auch hier das Phänomen der differentiellen Rotation. Saturns Polachse ist mit 27 Grad stärker gegen die Bahnebene geneigt als im Fall der Erde, sodass dort die jahreszeitlichen Schwankungen der Sonneneinstrahlung etwas stärker ausgeprägt sind als bei uns.

Der Planet Saturn wird von mindestens 17 Monden umkreist, von denen Titan mit einem Durchmesser von 5150 km der grösste ist. Die Monde Calypso und Telesto jedoch weisen Durchmesser von nur etwa 35 km auf und sind deshalb mit Planetoiden vergleichbar. Bekannt ist Saturn wegen seines auffälligen Ringsystems, das aus kleinsten Staubteilchen besteht. Die Dicke der Ringe muss sehr gering sein, möglicherweise nur ein kleiner Bruchteil eines Kilometers.

Die breiteste Lücke im Ringsystem ist die Cassini-Teilung, benannt nach dem französischen Astronom, welcher sie im Jahre 1675 zum ersten Mal gesehen hat.

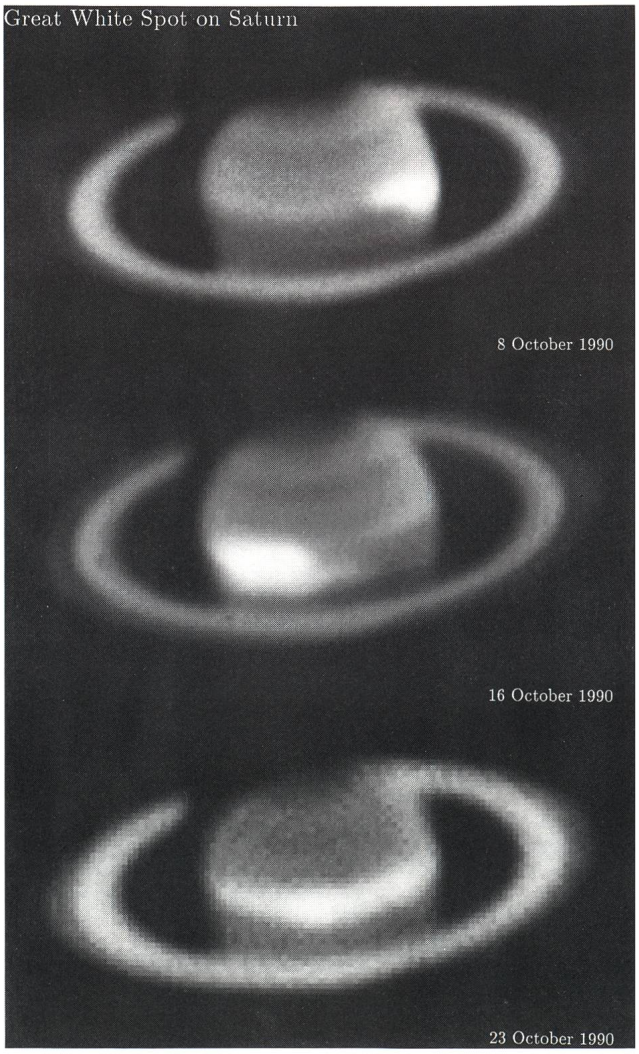
Während in der Atmosphäre Jupiters immer zahlreiche zum Teil auch farbige Wolkenstreifen zu sehen sind, zeigen sich entsprechende Strukturen auf Saturn nur sehr selten. Dies liegt wohl daran, dass er mit einer Dunstschicht bedeckt ist, welche den Blick in tiefere Schichten verunmöglicht. Umsomehr liess eine Meldung vom 25. September 1990 aufhorchen, dass Astronomen vom Observatorium Las Cruces in New Mexico (USA) einen grösseren weissen Fleck auf der nördlichen Hemisphäre Saturns entdeckt hätten. Das Objekt wurde anschliessend von vielen Amateurastronomen verfolgt. Am 2. Oktober 1990 erreichte es eine Grösse von 20'000 km. Bestimmungen der Rotationsperiode ergaben einen Wert von 10h 17 m, also bewegte sich der weisse Fleck etwas langsamer um Saturn als die übrige Atmosphäre.

In den folgenden Tagen dehnte sich der weisse Fleck immer mehr in Aequatorrichtung aus und erreichte am 10. Oktober eine Länge des halben Saturndurchmessers. Am 23. Oktober hat sich daraus ein helles Aequatorband gebildet, wie Aufnahmen der Europäischen Südsternwarte ESO in Chile eindrücklich zeigen (siehe beiliegende Bildsequenz). Gleichzeitig erschienen innerhalb dieses Bandes kleinere intensiv weisse Flecken, die von den Astronomen mit Aufmerksamkeit weiter beobachtet wurden.

Dies ist nicht das erste Mal, dass in der Saturnatmosphäre grosse weisse Flecken beobachtet werden. Bereits 1876 meldete der amerikanische Astronom Hall eine ähnliche Entdeckung auf Saturn, und 1903 wurde wieder ein grosser weisser Fleck gefunden, diesmal von Barnard am Refraktor des Yerkes Observatoriums. Ähnliche Erscheinungen gab es anschliessend in den Jahren 1933 und 1960. Auffallend daran ist die Tatsache, dass alle diese Vorgänge sich auf der nördlichen Saturnhalbkugel abgespielt haben.

Serie von drei CCD-Aufnahmen des Planeten Saturn, die im vergangenen Oktober an der Europäischen Südsternwarte ESO in Chile gewonnen worden sind. Sie zeigen die Veränderungen des kürzlich entdeckten weissen Wolkenbandes. Die beiden ersten Aufnahmen wurden mit dem New Technology Telescope (NTT) aufgenommen (Belichtungszeit je 1 sek), die dritte mit dem 2.2m-Teleskop (ESO/MPI, Belichtungszeit 10 sek).

Photo: European Southern Observatory (ESO)



Viele Planetenforscher sind der Ansicht, dass es sich bei diesen hellen Wolken um starke Vertikalbewegungen in der Saturnatmosphäre handeln muss, ähnlich unseren Cumulonimbuswolken (Gewitterwolken), welche durch aufsteigende warme Luftmassen entstehen. Sie tauchen aus tiefern Regionen auf und durchdringen die Dunstschicht, womit sie für einen Beobachter auf der Erde sichtbar werden. Man ist sich jedoch nicht einig über den Antriebsmechanismus für solche Aufwärtsbewegungen in den Atmosphärenschichten des Planeten Saturn. Auffallend ist jedoch die zeitliche Regelmässigkeit, mit der sich solche Vorgänge in der Saturnatmosphäre abspielen: sie scheinen sich nach etwa 30 Jahren zu wiederholen, also nach einer Umlaufszeit des Planeten um die Sonne, und treten in der Mitte des Sommers auf der nördlichen Saturnhemisphäre ein. Man darf gespannt sein auf Saturn, wenn er nach der Konjunktion mit der Sonne im Frühjahr wieder sichtbar wird!

CH. TREFZGER

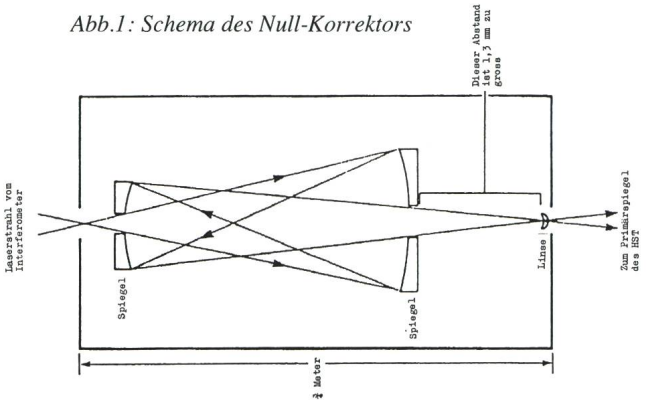
Nachtrag zum Artikel «Hubble's Hauptspiegel hat eine falsche Form»

(**ORION 241**, S. 246)

Dort war gesagt worden, der Fehler dieses Spiegels sei durch einen Abstandsfehler der beiden Spiegel des bei der Herstellung benutzten Null-Korrektors entstanden (Abb. 1). Unterdessen hat sich herausgestellt, dass nicht dieser Abstand falsch war, sondern derjenige zwischen dem einen der Spiegel und einer ebenfalls zum System gehörigen kleinen Linse (Artikel in «Sky & Telescope», Nov. 1990, S. 470). Die Differenz beträgt 1,3 mm und erklärt vollkommen den Betrag der sphärischen Aberration des HST. Der Artikel schliesst mit dem tröstlichen Satz: «Damit hat sich für das mit dem Projekt beschäftigte Personal die Diagnostizierung, wie schlecht das Teleskop ist, in die Feststellung, wie gut es ist, verwandelt.»

W. LOTMAR

Abb.1: Schema des Null-Korrektors



Aspekte der Ulysses-Mission – Teil I

U. MALL

Die Sonne zeigt eine Reihe von Aktivitäten, von denen einige schematisch auf Bild [1] zu sehen sind. Neben all den Erscheinungen, die von blossem Auge beobachtbar sind, wie z.B. Veränderungen von Sonnenflecken, entfaltet die Sonne Aktivitäten, zu deren Erforschung wir aufwendige Instrumente benötigen. Der Sonnenwind, die Emission von Röntgen- und energiereicher Teilchenstrahlung, die Emission von Radiowellen sowie das plötzliche Auftreten von sog. γ-Strahl-bursts sind nur einige Vertreter dieser von der Sonne gezeigten Aktivitäten. Daneben befindet sich die Sonne nicht in einem vollständig leeren Raum, sondern sie wird umströmt von einem Medium, bestehend aus Gas und Staub, das wiederum sie selber beeinflusst. Einige dieser Aktivitäten konnten von der Erde aus direkt erforscht werden, andere mussten von Ballonen und Satelliten aus untersucht werden, weil diese Strahlung infolge von Absorption in den Luftschichten unserer Atmosphäre die Erdoberfläche gar nicht erreichen kann. Was das Wissen angeht, das wir mit Hilfe von Satelliten gewonnen haben, so waren diese Beobachtungen bisher immer aus der Bahnebene der Planeten erfolgt, so dass wir nun mit der Ulysses-Mission zum ersten Mal all diese Phänomene im wahren Sinne des Wortes aus einer neuen Perspektive betrachten werden [Bild 2].

[Bild 3] zeigt in schematischer Darstellung die Raumsonde mit ihren neun wissenschaftlichen Experimenten auf ihrer Plattform. Folgende Experimente befinden sich an Bord der Sonde: ein amerikanisches Experiment, das Radiowellen nachweisen wird, ein britisches, das Magnetfeldmessungen

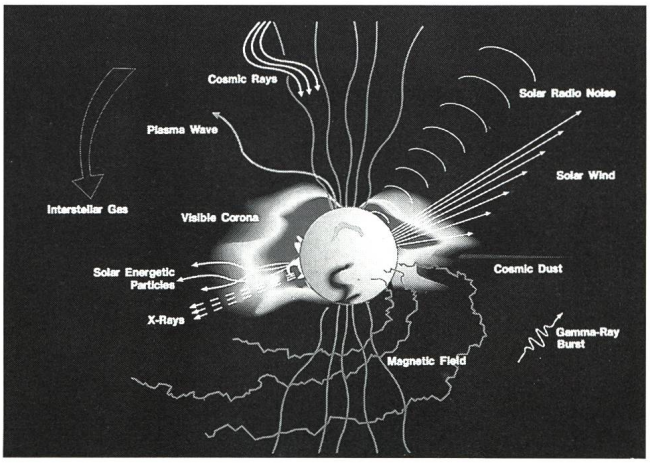


Abb. 1

durchführen wird, ein deutsch-französisches Experiment zur Messung von Röntgenstrahlung und von kosmischen γ-ray-bursts, ein Experiment, das den kosmischen Staub untersuchen wird, und ein amerikanisches, das der Messung von kosmischer Strahlung dient. Ein Experiment zur Messung von Ionen und Elektronen (Lanzerotti), ein Experiment zur Messung energiereicher Ionen und neutralen Heliums (Keppler MPI Lindau) sowie ein Experiment zur Messung des Sonnenwindes (GLG).

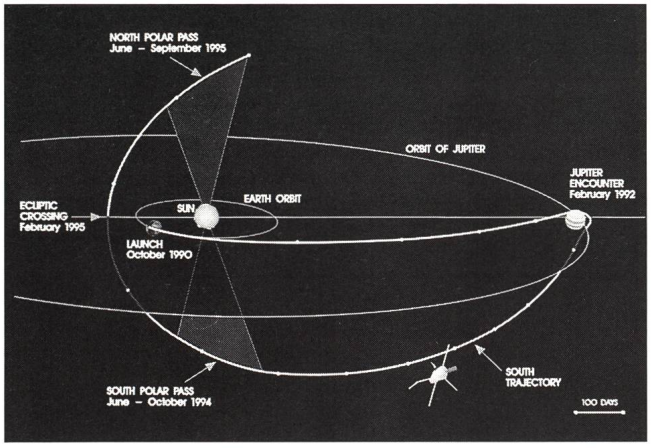


Abb. 2

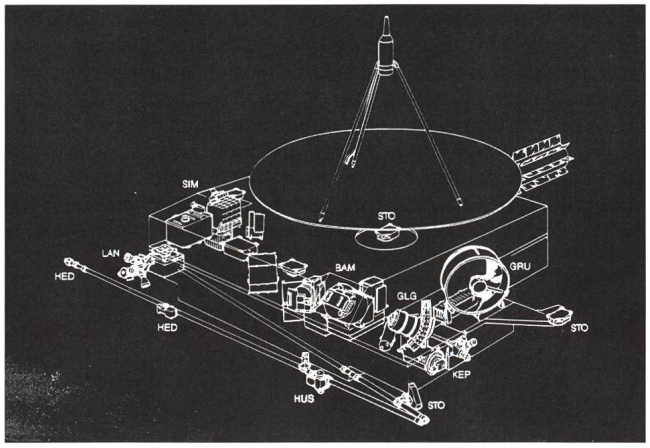


Abb. 3

Was verstehen wir nun unter dem Begriff Sonnenwind?

Als Sonnenwind bezeichnen wir ein ständig von der Sonne mit einer Geschwindigkeit von etwa 350 - 800 km/s radial abströmendes Gas aus Ionen und Elektronen. In einer Entfernung von 1 AU - der Distanz zwischen Sonne und Erde - enthält dieses Gas, das wir im folgenden auch als Plasma bezeichnen, pro Kubikzentimeter etwa 10 Elektronen und 10 positive Ionen, meist Wasserstoffionen.

Lange Zeit wurde angenommen, dass die starke Anziehungskraft der Sonne das Entweichen von Teilchen in den interplanetaren Raum unterbinden sollte. Es zeigte sich jedoch, dass diese Betrachtung nur in unmittelbarer Nähe der Sonne richtig ist.

In grösserer Entfernung von der Sonne übertrifft die Energie der Teilchen, die sie auf Grund der dort herrschenden hohen Temperaturen besitzen, die Anziehungskraft der Sonne, so dass ein Entweichen in den interplanetaren Raum möglich wird.

Damit stellt sich die Frage nach der Grössenordnung dieses durch den Sonnenwind verursachten Masseverlustes der Sonne; mit anderen Worten, wie lange kann die Sonne einen solchen Verlust an Masse überhaupt verkraften?

Da die Anzahl Teilchen, die wir im Durchschnitt pro cm^{-2} s^{-1} in einer Entfernung von 1 AU von der Sonne nachweisen, etwa 3×10^8 $p\,cm^{-2}\,s^{-1}$ beträgt, ergibt sich ein Masseverlust von 1.4×10^9 $kg\,s^{-1}$, was bei einer Lebensdauer von 4.7 Milliarden Jahren nur etwa den 0.0001 Anteil der Sonnenmasse ausmacht, also ein verschwindend kleiner Bruchteil.

Sonnenwindforschung im All

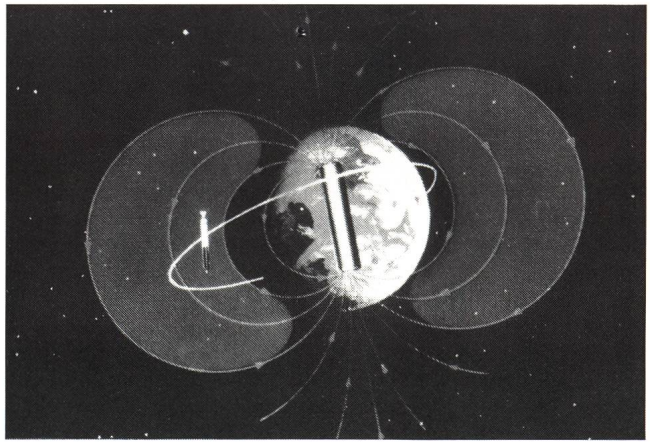
Als nächstes wird man sich fragen, wo sich der Sonnenwind am besten erforschen lässt. Sonnenwindforschung von der Erde aus ist nicht möglich, da der Sonnenwind die Erde gar nicht erreichen kann. Verantwortlich dafür ist das Magnetfeld der Erde, das auf die Ionen des Sonnenwindes als elektrisch geladene Teilchen eine Kraft ausübt und sie dadurch ablenkt.

Wie müssen wir uns das vorstellen ? [Bild 4] Betrachtet man das Magnetfeld der Erde, so gleicht es dem Magnetfeld eines Stabmagneten, wir sagen, das Magnetfeld sei in guter Näherung ein Dipolfeld. Damit ist die Vorstellung verbunden, dass sich das terrestrische Magnetfeld in den interplanetaren Raum erstreckt und mit zunehmendem Abstand von der Erde immer schwächer wird - genauso wie sich das Magnetfeld eines Stabmagneten mit zunehmendem Abstand verringert, bis es sich schlussendlich gar nicht mehr nachweisen lässt. Diese Vorstellung wäre auch gar nicht so falsch, wäre da nicht dieser von uns als Sonnenwind bezeichnete Ionenstrom, der, wie der britische Geophysiker Chapman 1931 in Zusammenarbeit mit V. Ferraro in einer theoretischen Untersuchung zeigte, das Magnetfeld der Erde verformt und in eine Region einschliesst, die wir als Magnetosphäre bezeichnen. Dieser Umstand ist für das Leben auf der Erde von zentraler Bedeutung, schützt die Magnetosphäre doch die Erde vor dem dauernden Beschuss energiereicher Teilchen, ähnlich wie die Atmosphäre uns vor der gefährlichen elektromagnetischen Strahlung, wie z.B. der UV-Strahlung, schützt.

Wie sieht nun dieser Magnetosphärenbereich aus, wie weit erstreckt er sich, und werden alle Planeten durch einen solchen Bereich vom Sonnenwind abgeschirmt?

Die Reichweite der Magnetosphäre wird dadurch bestimmt, dass es einen Punkt gibt, an dem der Sonnenwind genau die Kraft, die durch das Magnetfeld auf ihn wirkt, ausbalanciert. Man nennt diesen Punkt Stagnationspunkt. Hier darf nicht der Eindruck einer sphärischen Magnetosphäre entstehen, vielmehr weist die Magnetosphäre eine kometartige Form auf, in der die Erde den Kern darstellt. [Bild 5] Auf der der Sonne zugewandten Seite hat die Magnetosphäre eine Ausdehnung von etwa 10 Erdradien, wogegen sich das geomagnetische Feld auf der der Sonne abgewandten Seite auf über 1000 Erdradien erstreckt. Die Schicht, die die Magnetosphäre vom

Abb. 4



Sonnenwind trennt, bezeichnet man als Magnetopause. Die Magnetopause trennt nicht einfach den Magnetosphärenbereich vom Gebiet, wo der Sonnenwind strömt, sondern es existieren komplizierte dynamische Transportmechanismen, bei welchen Ionen die Magnetopause durchqueren und so für die Populierung der Magnetosphäre mit Ionen sorgen. Die Tatsache, dass die Erde nicht der einzige Planet ist, der über eine Magnetosphäre verfügt, zeigt, dass die Erforschung solcher Zonen von grundlegendem Interesse ist.

Wenn hier der Eindruck entstehen sollte, dass wir nur dank modernster Technologie etwas von der Existenz des Sonnenwindes wissen, so sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es eine Reihe von direkt beobachtbaren Erscheinungen gibt, die ihre Existenz direkt dem Sonnenwind verdanken. Zu den für uns Menschen wohl spektakulärsten Erscheinungen zähle ich die Polarlichter. Verantwortlich für ihr Zustandekommen ist das Zusammenwirken des Sonnenwindes mit der Magnetosphäre zu einer Art elektrischem Generator, der die Energie, die in der Bewegung dieser Teilchen steckt, in elektrische Energie umwandelt. Einen grossen Teil von dem, was wir über die Magnetosphäre wissen, verdanken wir direkt den Bemühungen, diese Leuchterscheinungen zu verstehen.

Das interplanetare Magnetfeld

Wie die Erde besitzt auch die Sonne ein Magnetfeld, das an der Sonnenoberfläche eine Grösse von ungefähr 1.5 Gauss hat, also etwa 3 mal stärker ist als das terrestrische Feld an der

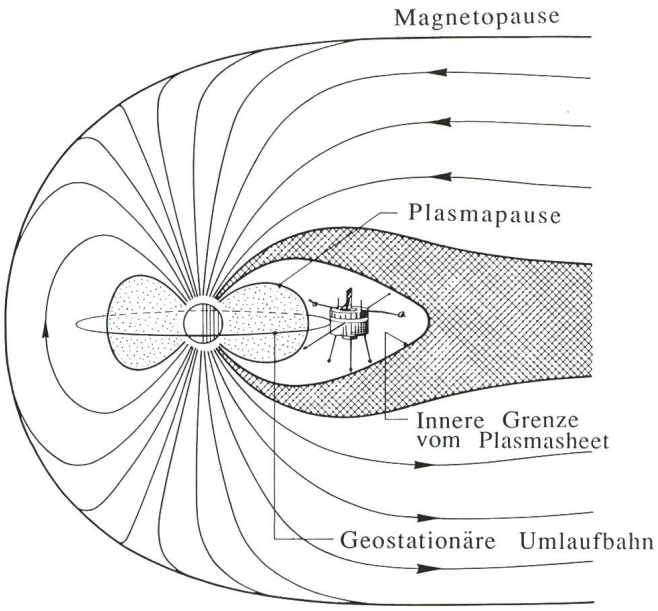


Abb. 5

Erdoberfläche. Man kann nun zeigen, dass das von der Sonne wegströmende Plasma dieses Magnetfeld mit sich führt, man sagt, das Feld sei im Sonnenwind eingefroren. Dass sich die Sonne dreht, hat zur Folge, dass sich der radial nach aussen strömende Sonnenwind in einer Spirale [Bild 6] von der Sonne wegbewegt und gleichzeitig das an ihn gekoppelte Magnetfeld mitführt. Bei einer Rotationsdauer von ca. 27 Tagen für eine Sonnenumdrehung ergibt sich zwischen der Strömungsrichtung des Sonnenwindes und einem radial von der Sonne wegzeigenden Vektor ein sogenannter Strömungs-

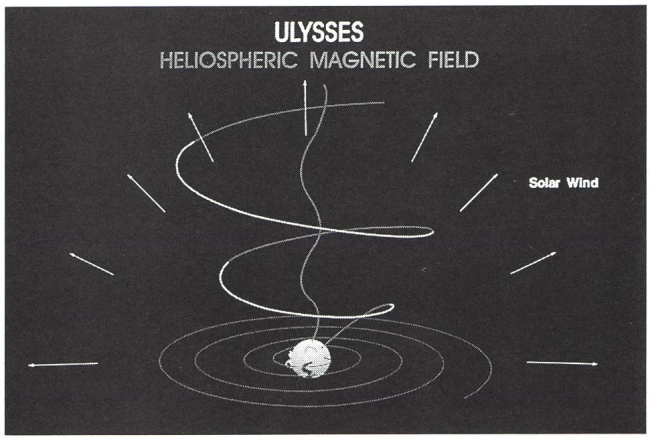


Abb. 6

winkel von ungefähr 45 Grad. Gleichzeitig nimmt die Magnetfeldstärke, die an der Oberfläche der Sonne rund 2 Gauss beträgt, mit zunehmendem Abstand von der Sonne ab, so dass sie auf der Höhe der Erde noch etwa 6 Zehntausendstel beträgt. Eine ganze Reihe von Satelliten, beginnend mit den russischen Sonden Lunik I und Lunik II, hat die Existenz des Sonnenwindes nachgewiesen, so dass man sich fragt, warum die Ulysses-Mission im Hinblick auf die Erforschung des Sonnenwindes so etwas Aussergewöhnliches sei. Nach wie vor ungelöst ist das Problem, und dies ist eine der Hauptfragestellungen, die durch die Ulysses-Mission untersucht werden sollen, wie der Sonnenwind eigentlich von der Sonne beschleunigt wird.

Wieso glaubt man, diese Fragestellungen mit einer Raumsonde, die sich ausserhalb der Bahnebene der Planeten bewegt, besser verstehen zu können? Die Antwort ist im Zusammenhang mit der vorhin gezeigten Parkerschen Spirale zu finden [Bild 6].

Die einzelnen Ionen des Sonnenwindes strömen nicht alle gleich schnell von der Sonne weg. Es gibt schnellere und langsamere Sonnenwindströmungen. Auf dem Weg von der Sonne weg kommt es zu komplizierten Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Sonnenwindströmungen, deren Interpretation im allgemeinen nicht einfach ist. Ein viel einfacheres Bild erhält man direkt über den Polen der Sonne. Da sich die Polregionen weniger drehen, entsteht hier eine wesentlich einfachere Magnetfeldstruktur, da sich die Magnetfeldlinien in den polaren Regionen fast radial in den Raum erstrecken.

Dem Studium der Zusammensetzung des Sonnenwindes kommt eine besondere Bedeutung zu, weil verschiedene Theorien, die das Phänomen der Beschleunigung und des Transports des Sonnenwindes durch die Sonnen-Korona zu beschreiben versuchen, zu verschiedenen Aussagen gelangen. Messungen der Ionenhäufigkeiten können hier Klarheit schaffen, indem sie falsche von richtigen Theorien unterscheiden helfen.

Wie wird nun der Sonnenwind in einem modernen Experiment an Bord der Raumsonde Ulysses gemessen?

Das vom Physikalischen Institut der Universität Bern in Zusammenarbeit mit der Universität von Maryland, dem Max-Planck-Institut für Aeronomie in Lindau sowie der Technischen Universität Braunschweig entwickelte Instrument trägt den Namen SWICS (Solar Wind Ion Composition Spectrometer). SWICS ist ein Präzisions-Massenspektrome-

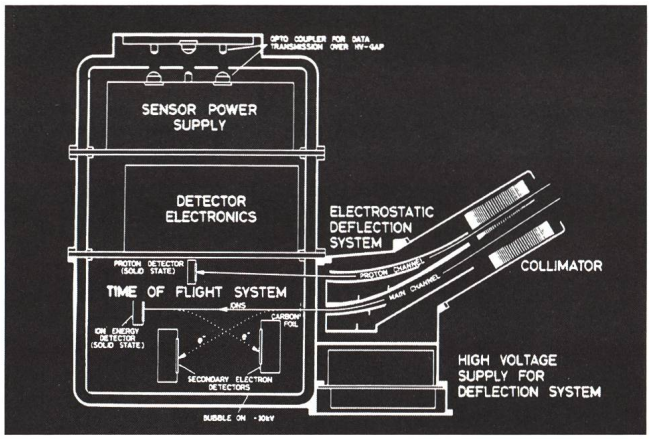


Abb. 7

ter. Wie funktioniert SWICS? [Bild 7] SWICS besteht aus drei Teilen: einem Kollimator und Energieanalysator, einem Flugzeit-Spektrometer und einem Detektorsystem zur Messung der Energie der Sonnenwindionen. Das Kollimator-Energieanalysator-System hat die Aufgabe, Ionen zu selektieren, deren Energie/Ladungsverhältnis E/Q in einem vorgegebenen Bereich liegt und aus einer vom Kollimator bestimmten Richtung stammt.

Ionen, die diese Bedingung erfüllen, können dieses System passieren und erreichen den zweiten Teil des Instruments, das Flugzeitspektrometer. Dieser Teil, seinem Prinzip nach ein miniaturisierter Teilchenbeschleuniger, beschleunigt Ionen mit Hilfe einer Spannungsdifferenz von 30 000 Volt auf eine Endenergie, die so gross ist, dass die Energie der Ionen mit Halbleiterzählern direkt nachweisbar wird. Die Ionen durchlaufen dann eine 8 cm lange Wegstrecke, an deren Anfang sie eine C-Folie durchdringen. Die hierbei aus der Folie herausgeschlagenen Elektronen werden nachgewiesen und liefern ein zeitliches Startsignal. Am Ende der Wegstrecke treffen die Ionen auf Halbleiterdetektoren, aus denen sie wiederum Elektronen herauslösen, die diesmal als Stoppsignal das Erreichen des Streckenendes signalisieren. Aus der Zeitdauer, die zwischen dem Start- und Stoppsignal verstrichen ist, wird dann die Geschwindigkeit der Ionen berechnet. Die Halbleiterzähler, auf die die Ionen treffen, messen gleichzeitig die Ionenenergie. Kombiniert man die gemessenen Grössen - und dies wird in Echtzeit mit Hilfe eines Mikroprozessors von SWICS direkt an Bord der Raumsonde getan - so erhält man separat die Masse, die Ladung und die Energie eines jeden Ions.

Der Verfasser dankt Prof. H. Balsiger für die Zurverfügungstellung von Dias.

U. Mall
Physikalisches Institut
Universität Bern

An- und Verkauf / Achat et vente

Zu Verkaufen
Teleskop Celestron, Typ C5, Stativ mit Polhöhenwiege, Sucherfernrohr, Rektaszensions-Motor, Zenitprisma, 6 Okulare und Filtersatz (6 Stück). Alles in sehr gutem Zustand. In stabilem Koffer. Preis Fr. 1800.–. Tel 028/46 27 93.

Zur Verkaufen
Neuwertige **Badener-Präzisions-Montierung** mit solidem 3-Bein Stativ, Speisegerät, Frequenzwandler, Photomultiplier mit Strahlenteiler und Track-Control. Fr. 2700.–.
Ernst Lips, Bergholzweg 24,
8123 Ebmatingen, Tel. 01/ 980 08 13.

Zu Verkaufen
Taxco-Telescop komplett, Spiegeldurchmesser 6 cm, Brennweite 80 cm, 2 Okulare 12,5/4 mm, 2 Barlowlinsen. Wenig gebraucht.
Neupreis Fr. 350.–, Occasionspreis ca. Fr. 300.–.
M. Schicker Rotkreuz, Tel. 042/64 11 38.

Zu Verkaufen
Umständehalber ausserordentlich günstig **Meade 10" LX 6 f/6,3**, 11 Monate alt, absolut neuwertig und originalverpackt (Neupreis Fr. 11'700.–), ungewöhnlich komplett ausgerüstet: Superwiege mit Stativ, Digitalanzeige, Fokussiermotor, 10" Sonnenfilter, Nebelfilter, Erect Prisma, Meade 4000 Barlow & Meade 4000 Okulare 4,7/6,7/8,8/14/24,5 und 40 mm UWA resp. SWA, Taukappe, etc.
H.P. Mettler, Herisau.
Tel. G 071/51 31 32, P 071/52 29 39.

Kultur Astronomie & Reisen

Die kulturellen Zusammenhänge zwischen der Gesellschaft eines Volkes und der Astronomie gehören zu den interessanten Eindrücken, die ein Reisender mitnehmen kann. Alle Reisen sind darauf abgestimmt, kulturelle Sehenswürdigkeiten, gesellschaftliche Lebensgewohnheiten und astronomische Besichtigungen in das Erlebnis einer Reise einzubeziehen.

Reise zur totalen Sonnenfinsternis nach Mexico und zu den Kulturen der Azteken und Mayas
vom 6.-27.7.1991; Beobachtung der Sonnenfinsternis an der mexikanischen Westküste; die astronomischen und archäologischen Stätten in Mexico-City und Umgebung; Reise durch die Halbinsel Yukatan über Oaxaca, La Venta, Palenque, Merida, Chichen Itza, Tulum und Cancun.

Das Programm der Sonnenfinsternisreise und weiterer astronomischer Reisen erhalten Sie bei Eckehard Schmidt, Dallingerstr. 1, Postfach 4616, D-8500 Nümberg 1, Tel. 0911/43 87 74 oder 45 32 78.

Kinder auf der Sternwarte

M. GRIESSER

«Ich guckte gestern durch Ihre Röhre ...!»

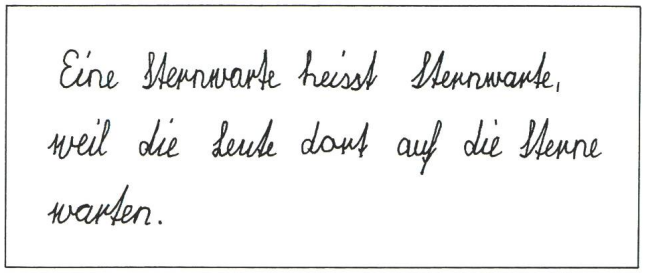


Bild 1. Kinderlogik - aber im Hinblick auf die oft misslichen europäischen Witterungsverhältnisse gar nicht einmal so falsch...

Kinder gehören zu den häufigen Besuchern öffentlicher Sternwarten. Kinder fordern die Demonstratoren manchmal ganz gehörig. Kinder bringen am Fernrohr oft eine natürliche Freude und Dankbarkeit zum Ausdruck, die uns Erwachsene immer wieder mit Staunen erfüllt. Und auch mit Schlagfertigkeit, Witz und Fantasie wissen unsere jüngsten Sternfreunde immer wieder zu glänzen. - Der nachstehende Beitrag eines erfahrenen Sternwarten-Praktikers berichtet über Begegnungen mit Kindern und darüber, wie man sie sich unter dem Sternenhimmel zu Freunden macht ...

Im Kanton Zürich kommen Kinder jeweils in der vierten Primarklasse, also im Alter von zehn Jahren, das erste Mal in näheren Kontakt mit dem Universum. Die Entstehung der Jahreszeiten, der Umlauf des Mondes um unseren Heimatplaneten und allenfalls noch einige rudimentäre Angaben über die Planeten bilden normalerweise das Rüstzeug, mit dem die Kinder im Realienunterricht eher zögernd in die Himmelsgeheimnisse vordringen. Doch da sich gar mancher Lehrer bei der überirdischen Wissensvermittlung selber hoffnungslos überfordert fühlt, reduziert sich diese Unterrichtskomponente oftmals auf formale Aspekte. So wird den Schülern beispielsweise mit Akribie die «genaue» Mondentfernung von 384'000 Kilometern eingehämmert; dass der Mond tatsächlich in einem Oval um die Erde kurvt, und was es mit den dunklen Flecken auf seiner Oberfläche auf sich hat, bleibt hingegen unerwähnt. In dieser unzulänglichen, ja zum Teil sogar bedenklichen Lehrsituation schliessen die öffentlichen Sternwarten eine klaffende Lücke, denn ihnen obliegt es in der Regel, vom trockenen Futter des Schulalltags in die farbige Praxis eigener Himmelsbeobachtungen einzuführen. Ein Sternwartenbesuch wird so für Schüler und Lehrer gleichermassen zu einer geschätzten Abwechslung und bei guten Rahmenbedingungen sogar zum unvergesslichen Erlebnis.

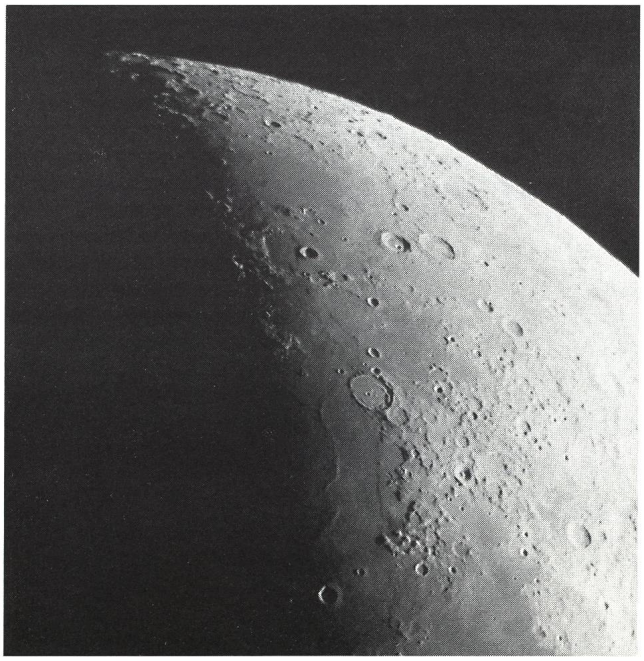
Kindergerechte Führungen

Eines müssen sich die Betreuer öffentlicher Sternwarten immer wieder hinter die Ohren schreiben: Kinder wollen keine kindlichen, sondern *kindergerechte* Führungen. Damit ist nicht mehr und nicht weniger gemeint, als dass Kinder ihrem Alter entsprechend ernst genommen und gefordert werden wollen. Sie erwarten vom Demonstrator zwar spektakuläre, doch auch ihrem Alter entsprechend verständliche Informationen. So tut der Demonstrator im allgemeinen gut daran, sich erst einmal ein Bild vom Informationsstand seiner Schützlinge zu machen, bevor er ihnen in einem frontalen Monolog sattsam bekannte Banalitäten um die Ohren haut. Einige ganz einfache Abklärungen zum Beginn der Führung helfen hier weiter, wobei man die Kinder durchaus auch nach ihren Wünschen und Erwartungen fragen soll. So kann der Demonstrator allfällige überspannte Erwartungshaltungen zum vornherein auf ein realistisches Mass zurückführen, und er wird andererseits die Kinder auf die nachfolgenden Beobachtungen so richtig neugierig machen.

Weniger ist manchmal mehr

Eine klare Gliederung mit einem sauberen Beginn und einem ebenso klaren Abschluss sind im wahrsten Sinne des Wortes das A und O jeder Führung, - ganz besonders gilt dies für Sternabende mit Kindern. Dazu gehört auch die klare inhaltliche Beschränkung. So ist etwa mit einem beobachterischen Ausflug zum Mond sowie zu einem, zwei Planeten und dazu mit einigen wenigen stellaren Objekten das Aufnahmevermögen von Kindern bald einmal erreicht: Lieber am Teleskop drei Objekte, zum Beispiel die Mondoberfläche,

Bild 2. Der Mond mit seiner wild zerklüfteten Oberfläche darf bei einem Sternabend besonders mit kleineren Kindern nie auf dem Beobachtungsprogramm fehlen. Bei ruhiger Luft und mit den modernen Grossfeldokularen werden solche Mondexkursionen für die kleinen Gäste zum unvergesslichen Erlebnis.



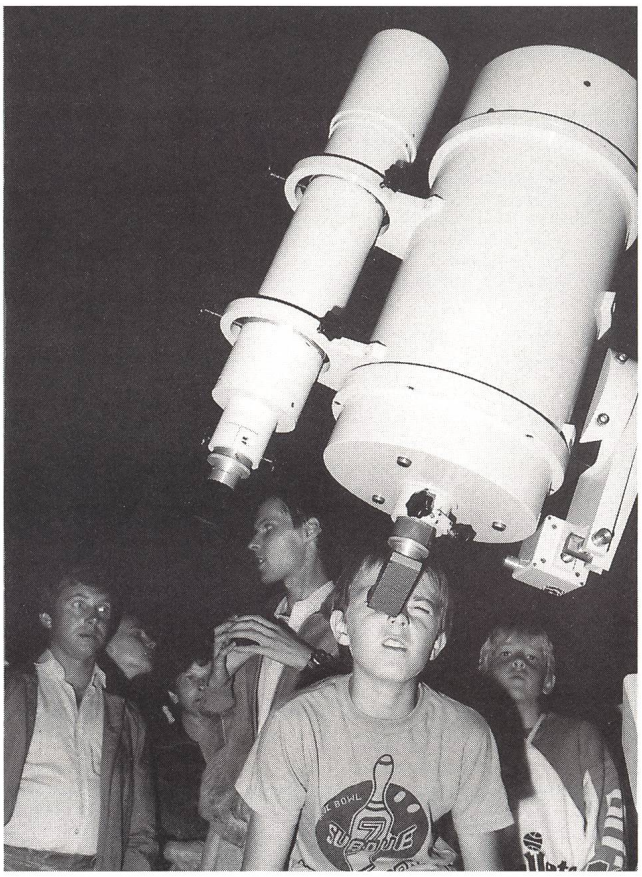


Bild 3. Kinder bilden für die Demonstratoren auf öffentlichen Sternwarten manchmal eine ganz gehörige Herausforderung. Sie zählen aber auch zu den dankbarsten Besuchern.

den Planeten Saturn und ein schöner Doppelstern, mit verschiedenen Vergrösserungen und in aller Ruhe vorstellen, als zwei Dutzend Objekte in einer Stunde durchpauken, lautet hier die in der langjährigen Erfahrung wurzelnde Devise.

Jugend heisst Leben

In der Natur von Kindern und Jugendlichen liegt ihre oft überbordende Lebendigkeit, die rund um die empfindlichen Beobachtungsinstrumente noch bald einmal zu Problemen führen kann. Patentrezepte für den Umgang mit sogenannt schwierigen Jugendlichen gibt es nicht. Gefürchtet sind jedenfalls in manchen Sternwarten gewisse Oberstufen-Klassen der Volksschule mit Schülern im Pubertätsalter, die von ihren Lehrern zu einem obligatorischen Sternwarten-Besuch kommandiert werden, so frei nach dem altväterlichen Motto: «Jetzt geniessen wir mal gemeinsam etwas ungewöhnliche Kultur!» Da sich unter Jugendlichen in diesem Alter - wer will es ihnen ob der Fülle anderer Eindrücke in ihrem noch jungen Leben verdenken - immer einige quirlige Uninteressierte befinden, kann eine ungeschickt aufgezogene Führung rasch entgleisen. Hier hilft allenfalls die Aufsplitterung der Klasse in kleine und gut überschaubare Arbeitsgruppen, was allerdings die Anwesenheit mehrerer Demonstratoren erfordert. Wartezeiten vor dem Instrument sollten möglichst aktiv, zum Beispiel mit einer Sternbildersuche, mit Feldstecherbeobachtungen oder mit der Präsentation von Sternkarten überbrückt werden. Bei trüben Sichtbedingungen und Mondschein leistet zusätzliches Demonstrationsmaterial (Dias, Videos, Sternkarten, Bücher usw.) gute Dienste.

Und wenn im jugendlichen Uebermut wirklich alle Stricke reissen, lieber die Führung vorzeitig abbrechen, bevor ein Missgeschick oder gar ein Unfall passiert. Auf der Winterthurer Sternwarte Eschenberg ist einmal ein 15jähriges Mädchen von ihren völlig entfesselten Kameradinnen derart unglücklich an den Fernrohreinblick gestossen worden, dass sofortige notfallärztliche Hilfe nötig wurde. Auch Mobiliar kam durch jugendliches Ungestüm schon zu Schaden. Solche zum Glück seltene Zwischenfälle belasten die Demonstratoren sehr und können ihnen durchaus die Freude an ihrer sonst so geschätzten Arbeit nehmen.

Der Umgang mit unseren Jüngsten

Kann man auch mit kleinen Kindern, mit Kindergärtlern oder Erstklässlern, eine Sternwarte besuchen? - Die Mitarbeiter öffentlicher Sternwarten erhalten noch erstaunlich häufig solche Anfragen, meistens von naturbegeisterten Lehrkräften, seltener auch einmal von Behördevertretern oder Eltern. Und die Antwort? - Wer in seiner Sternwarte grundsätzliche wissenschaftliche Erkenntnisse in lebendiger Anschauung kommentiert, wird solchen Begehren wohl eher ablehnend gegenüberstehen, denn kleine Kinder können nur sehr beschränkt populärwissenschaftliche Erläuterungen aufnehmen. Aber eine öffentliche Sternwarte will ja bei aller Pflege der Gelehrsamkeit und des Wissens auch die Schönheiten des nächtlichen Himmels aufzeigen und bietet so durchaus Kontaktmöglichkeiten für kleine Naturbeobachter.

Warum also nicht eine kurze Fernrohreinstellung an einem möglichst anschaulichen Objekt, am Mond oder am hellen Abendstern, mit einer hübschen Sternengeschichte und einer stimmungsvoll gespielten oder gesungenen «Mondscheinmelodie» umrahmen? Geeignete und kindergerechte Erzählungen finden sich leicht in der entsprechenden Literatur, und für einen Musikvortrag lassen sich bei etwas gutem Willen und einer kleinen Gage sicher jugendliche Talente mit verschiedenen Instrumenten aus dem Bekanntenkreis des Demonstrators oder der Lehrerin für eine Darbietung verpflichten. Man glaubt gar nicht, wie anregend und beglückend solche fantasievoll gestaltete Sternabende verlaufen können. Und auch die erwachsenen Begleiter wissen aussergewöhnliche Darbietungen zu schätzen, wobei sie erfahrungsgemäss sehr gerne aktiv mitwirken, - man muss sie nur dazu auffordern.

Natürlich lassen sich auch auf andere Weise geeignete astronomische Exkursionen für unsere Jüngsten gestalten. Sie dürfen nur zeitlich nicht zu lange sein, und sie sollen den Kindern zwischendurch etwas Bewegung und «Spielraum» verschaffen.

Keine Angst vor Behinderten

Körperlich behinderte Kinder unterscheiden sich praktisch nicht von ihren unbehinderten Kamerädlein: Sie sind genauso wissbegierig, lebendig, vorwitzig und unkompliziert, wie eben Kinder nun einmal sind. Beim Sternwartenbesuch treten so höchstens einige praktische Probleme auf, die bei sorgfältiger Vorbereitung mit etwas Organisationsgeschick und willigen Helfern leicht gemeistert werden. So sollte zum Beispiel die Rollstuhlgängigkeit der Sternwarte im Auge behalten werden, der Okulareinblick muss genügend tief liegen, allenfalls sind einige Decken als Kälteschutz nötig, ein WC-Besuch einzelner Gäste könnte erforderlich werden.

Bild 4. Ueber den Baumwipfeln des nahen Waldes und dem Dachgiebel der Sternwarte leuchten die sieben Sterne des Himmelswagens und der schmale Sichelmond. Diese Zeichnung einer 10jährigen behinderten Schülerin zeigt deutlich, was den Kindern jeweils von einem Sternabend in Erinnerung bleibt.

Geistig behinderte Kinder (und natürlich auch Erwachsene) stellen zusätzliche und ungewohnte Anforderungen. So wird der Demonstrator, der eine Behindergruppe durch den Abend begleitet, zuerst einmal seine eigene Scheu vor dieser Begegnung überwinden müssen. Ein vorbereitendes Gespräch mit den Betreuern der Behinderten, bei dem der Demonstrator allfällige Fragen und Bedenken offen ansprechen sollte, hilft hier weiter. Man muss sich bewusst sein, dass geistig Behinderte eine ungewöhnliche Anhänglichkeit entwickeln können. Sie finden auch zu ihnen völlig Fremden rasch Vertrauen und suchen manchmal sogar mit den Händen körperlichen Kontakt und menschliche Wärme. Während der Demonstration sind sie besonders empfänglich für möglichst Konkretes; hingegen können sie selbst einfachste abstrakte Zusammenhänge hoffnungslos überfordern. So reduziert sich das Beobachtungsangebot auch wieder auf die plakativsten Objekte, wobei der Mond mit seiner eindrücklichen Bergwelt nie fehlen darf. Einige farbenprächtige Dias, einfache Planetenmodelle - möglichst solche zum Anfassen -, figürliche Darstellungen von Sternbildern und natürlich auch wieder Musikdarbietungen offerieren zusätzliche Möglichkeiten für einen gelungenen Sternabend.

Aber man mache sich keine Illusionen: Obwohl die Begegnungen mit Behinderten oft zu den schönsten und eindrücklichsten Erlebnissen der Sternwartebetreuer zählen, setzen sie eine gehörige Portion menschlicher Reife voraus. Angesichts schwerer und schwerster Behinderungen fühlt sich gar so mancher jüngerer Demonstrator unbehaglich und schnell überfordert. Die Begleitung durch einen älteren und lebenserfahrenen Kollegen kann ihn stützen, wobei man sich aber auch, wie erwähnt, ohne Hemmungen jederzeit an die erfahrenen Begleitpersonen von Behinderten wenden darf.

Bild 5. Jugendliche Flötistinnen umrahmen hier mit «Mondscheinmelodien» eine öffentliche Führung und zaubern so eine einzigartige Stimmung in die nüchternen Räumlichkeiten der Sternwarte.

Und noch eines zu diesem Thema: Behinderte benötigen kein Mitleid. Sie wollen vielmehr in dieser Gesellschaft, die ihnen auch so noch genug Hindernisse in ihren beschwerlichen Weg legt, als gleichwertige Mitglieder anerkannt und akzeptiert sein. Gerade eine öffentliche Sternwarte sollte sich dieser ethischen und politischen Herausforderung vorbehaltlos stellen, steht sie doch als Kulturinstitution grundsätzlich allen Gruppen dieser Gesellschaft offen.

Man muss Kinder mögen

Nicht alle Demonstratoren sind Kinderfreunde, und nicht jeder findet einfach so einen befriedigenden Zugang zu jungen Leuten. Diese Tatsache sollte man gerade als Leiter einer Sternwarte akzeptieren können und mit den entsprechenden Dispositionen arbeiten lernen. Umgekehrt muss man für den richtigen Umgang mit Kindern ja auch nicht gerade ein ausgewiesener Pädagoge sein. Oft genügt ein natürliches Gespür und allenfalls der Erfahrungschatz mit eigenen Kindern, um wenigstens eine Stunde lang für beide Seiten erspriesslich unter dem Sternenzelt zu agieren. Und wenn sich ein Demonstrator zwischendurch an seine eigene Kindheit mit all ihren freundlichen und schmerzlichen Prägungen erinnert, erscheint ja gar so manches verständlich.

Wer es jedenfalls als Erwachsener versteht, sich Kinder zu Freunden zu machen, bewahrt sich in seinem eigenen Alter ein gutes Stück Jugendlichkeit mit all ihren Träumen, Hoffnungen und Erwartungen.

Markus Griesser
Leiter der Sternwarte Eschenberg in Winterthur
Breitenstrasse 2, 8542 Wiesendangen

Aus Kinderbriefen

«Gestern hat es mir gut gefalen in ihrem Oppserwatorium.» – «Ich habe zwar ein paar Wörter nicht verstanden, aber es war super.» – Hoffentlich sind Sie nicht heiser geworden wegen uns. Wir alle sind gesund geblieben.» – «Ich möchte auch in der Sternwarte wohnen, dann müsste ich nicht immer so früh ins Bett.» – «Der Mond sah aus wie eine Gipskugel, und der Saturn hat einen Reif.» – «Mein Banknachber erzählt mir immer so blöde Geischtergeschichten. Und so bekam ich in der Sternwarte Angst vor dem Dunklen.» – «Die Mondkrater waren irrsinnig!» – «Gut gibts bei Ihnen eine Sternwarte, sonst wüsste ich garnicht wie in die Sterne schauen.» – «Ich danke Ihnen fielmals für die Sterne im Fernrohr.» – «Gern hätte ich ein Mondchalb gesehen, so war es aber auch recht.» – «Weil Sie keinen Lohn von der Sternwarte bekommen, schicke ich Ihnen einen Briefdank.» – «Ich habe gemerkt, dass Sie sich Mühe gegeben haben.» – «Wenn ich der Liebe Gott wär, würde ich vielmehr Fernröhren bauen und nicht so blöde Waffen.» – «Auf dem dunklen Mond ist es so kalt, dass auch ein zweiter Pulli nichts mehr nützt. Dafür brätelt man an der Sonne.» – «Ich bin der Oliver, der gestern durch Ihre Röhre guckte.» – «Auf einem Kometen kämen wir ganz schön in der Welt herum, und erst noch gratis!» – «Ich habe am Fernrohr gefroren, aber Jupiter hat mir wieder warm gemacht.»

Der Planetenweg bei Aarau

Heiner Sidler,
Hardstrasse 567, 5745 Safenwil

Ein weiterer Planetenweg ist entstanden! Am 18. August 1990 konnte die Astronomische Vereinigung Aarau (AVA) den von ihr geschaffenen Planetenweg einweihen. Die Vorbereitungszeit dauerte ungewohnt lange und war mit Enttäuschungen gespickt. Bereits 1986 entschloss sich die AVA dieses Projekt in Angriff zu nehmen. Die Finanzierung gestaltete sich schwieriger als zuerst angenommen. Gerne hätten wir ein einzelnes Unternehmen als Sponsor für alle Modelle überzeugt, doch selbst das Finanzunternehmen mit den Sternen im Signet konnten wir nicht für unsere Idee gewinnen. Also teilten wir die budgetierten Gesamtkosten auf die einzelnen Planetenmodelle auf, und nun fanden wir mehrere Firmen aus unserer Region, die zu einem Kultur-Sponsoring bereit waren.

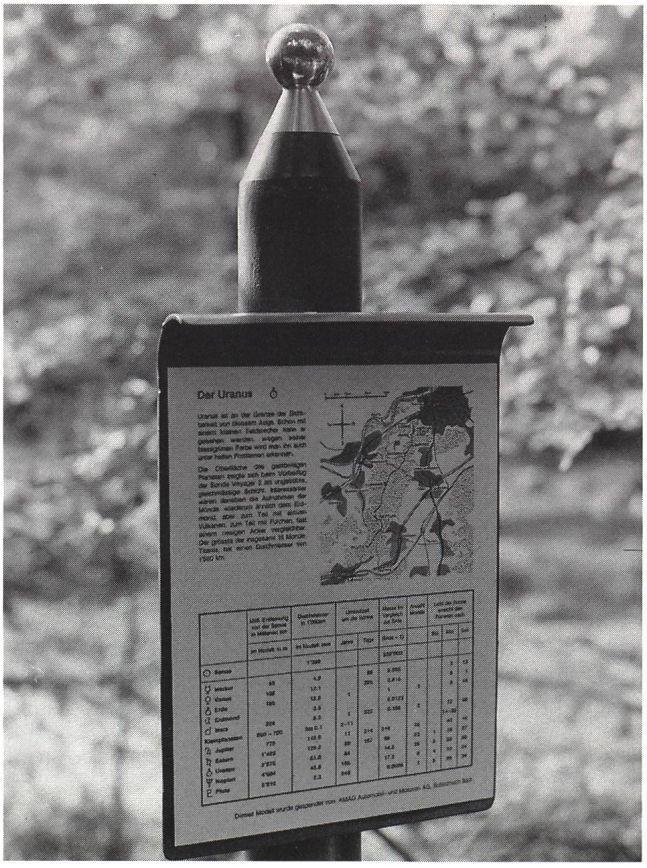
Doch die nächste Enttäuschung liess nicht lange auf sich warten. Am geplanten Standort – entlang dem Aareufer – verweigerte uns eine Gemeinde die Baubewilligung. Bald war eine neue Wegstrecke gefunden, doch einige Sponsoren traten nun von ihrem Angebot zurück, weil sie zum neuen Standort keine Beziehung mehr hatten. Das ist nun alles «Geschichte»! Jetzt steht unser Werk!

Alle Beteiligten sind zufrieden und überzeugt, doch noch eine glückliche und optimale Lösung gefunden zu haben. Als definitiver Standort wurde der Wanderweg von Aarau südwestwärts, nach Kölliken und Safenwil gewählt. Das Sonnemodell befindet sich nun an einem Waldrand sehr nahe an der Stadtgrenze und ist leicht auch zu Fuss vom Bahnhof Aarau aus zu erreichen. Die weiteren Modelle stehen im Naherholungsgebiet von Aarau, entlang einer bewaldeten Hügelkette südlich des Aare-Flusslaufes. Die Landschaft hält für den Wanderer einige schöne Überraschungen bereit. Da der Weg beinahe vollständig im Wald liegt und kaum Steigungen aufweist, ist dieser Lehrpfad auch bei sommerlicher Hitze leicht zu bewältigen. Wenige Meter nach dem Pluto-Modell steht ein Waldhaus – ein idealer Pic-Nic Platz. Beim Familienausflug dürfen also die Würste nicht fehlen.

Als Massstab für Grösse und Abstände der Modelle wählten wir 1:1 Milliarde. Die Strecke vom Standort der Sonne bis zum äussersten Modell beträgt somit 5, 91 km. Die Sonne wird mit einer Kugel von 1, 4 Metern Durchmesser dargestellt. Das Pluto-Modell mussten wir kurz vor dem Aufstellen auf den Durchmesser von 2, 3 Millimetern weiter verkleinern, weil neue Daten über Pluto bekannt geworden waren.

Für die Realisierung unseres Projektes haben wir grosszügige Hilfe und Unterstützung von vielen Unternehmen erhalten. Auch 2 Privatpersonen haben die «Patenschaft» für je ein Planetenmodell übernommen. Die Sponsoren waren einverstanden, dass sie nur mit einem Hinweis auf den Planetentafeln in Erscheinung treten konnten. Somit wurde der Sinn dieses astronomischen Lehrpfades erhalten und nicht durch Werbung vermindert. Eine informative Broschüre zum Planetenweg erzählt dem Wanderer einiges über die Route und über unser Sonnensystem. Weitere Kapitel sind den Kometen, der Milchstrasse und dem Weltall gewidmet. Fotos der beschriebenen Himmelskörper zeigen Oberflächendetails, welche die Modelle nicht darstellen können. Dieses interessante Büchlein ist für Fr. 2.– zu beziehen bei: Astronomische Vereinigung Aarau, 5000 Aarau.

Nun also viel Spass beim Wandern und toi-toi-toi allen Astronomie-Freunden, die an der Planung eines ähnlichen Projektes arbeiten.



Mitteilungen/Bulletin/Comunicato1/91
Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

SAG·SAS

Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

Announcement of the IAYC 1991

IAYC 1991, August 1th – August 25th 1991 27 th International Astronomical Youth Camp in Torfhaus (Harz), Germany

To participate in an IAYC means really to follow your hobby, to spend nice summer holidays, to meet many new friends and to experience the fantastic camp atmosphere. The IAYC is an international youth camp with participants from at least 12 different countries of the world and is organized for 22 years now.

For three weeks you can work in one of seven working groups on astronomical projects; you can find everything between night observations and theoretical problems. You vill enjoy the work and the opportunity to participate in an international group. The working groups will be led by experienced amateur astronomers from the IAYC team.

1991 the following themes are offered: Ancient Astronomy, Astrophysics, Constellations, Deep Sky, Meteors, Planetary System and Practical Astronomy.

Apart from the astronomical programme there are wide non-astronomical activities like group games, singing evenings, hiking tours and an excursion day.

The IAYC 1991 takes place from 4th to 25th August in Torfhaus, a very small village in the middle of Germany, about 50 km northeast of Göttingen. The accommodation will be a youth house for school holidays. We will have the whole house on our own. We will find enough space for working group rooms, the darkroom, the Meeting-room, the dining-room and sleeping rooms. We will do the observations near the house with instruments provided by the IAYC Astronomy Workshop. The camp site promises good observation conditions.

Everybody from 16 to 24 years who is able to communicate in English can participate in the IAYC. The participation fee for accommodation, full board and programme, including the excursion, will be prospectively DM 550.–.

If you are interested in a participation you can order free of charge detailed information and an application form from

IWA e.V. c/o Uwe Reimann,
Ferdinand-Beit-Str. 7, D-W200 Hamburg 1

Zentralvorstand der SAG
Comité central de la SAS

Zentralpräsident / Président central
Dr. Heinz Strübin, Rte des Préalpes 98, 1723 Marly

1. Vizepräsident / 1er vice-président
Arnold von Rotz, Seefeldstrasse 247, 8008 Zürich

2. Vizepräsident / 2e vice-président
Bernard Nicolet, Rte de Founex 4, 1299 Commugny

Technischer Leiter / Directeur technique
Hans Bodmer, Burstwiesenstrasse 37, 8608 Greifensee

Zentralsekretär / Secrétaire central
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

Zentralkassier / Trésorier central
Franz Meyer, Murifeldweg 12, 3006 Bern

Redaktor des ORION / Rédacteur de l'ORION
Noël Cramer, Observatoire de Genève,
Ch. des Maillettes 51, 1290 Sauverny

Protokollführer / Rédacteur des procès-verbaux
Dr. Charles Trefzger, Astronomisches Institut der Uni Basel, Venusstrasse 7, 4102 Binningen

Jugendberater / Conseiller des juniors
Bernard Nicolet, Rte de Founex 4, 1299 Commugny

LESEMAPPE DER SCHWEIZERISCHEN ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT:

Die Lesemappe der SAG ist eine Zirkulationsmappe, die zur Zeit folgende Zeitschriften umfasst.
Sky & Telescope, Pub. Astronom. Soc. Pacific. Die Sterne. Sterne und Weltraum.
Galaxie. L'Astronomie. Ciel et Espace. Mercuriy. Sonne. Die Lesemappe kann nur in der Schweiz versandt werden.
Die Ausleihefrist ist 1 Woche. Jahresabonnement für 1991 Fr. 25.–

Auskunft erteilt Interessenten:
Alfred Maurer,
Zwischenbächen 86, 8048 Zürich, Tel. 01/431 32 88.

47. Generalversammlung der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG) in Chur am 15. und 16. Juni 1991

Die Astronomische Gesellschaft Graubünden freut sich, die Mitglieder der SAG zur 47. Generalversammlung in Chur zu empfangen. Vor 2000 Jahren waren es die Römer, die die Stadt in Besitz nahmen. Wir hoffen nun, dass anlässlich des 10jährigen Jubiläums der Astronomischen Gesellschaft Graubünden eine ebenso grosse Invasion von Amateurastronomen erfolgt.

Mit dem Ausflug nach Arosa möchten wir Ihnen neben der Sonne auch unseren Bergkanton etwas näher bringen. Sollte das Wetter nicht unseren Wünschen entsprechen, sind in Arosa anstelle von Sonnenbeobachtungen Kurzvorträge von Fachleuten des astronomischen Instituts der ETH zu hören.

Für den Vorstand der AGG ROLF STAUBER

La 47e assemblée générale de la Société astronomique suisse (SAS) à Coire du 15 au 16 juin 1991

La société astronomique grisonne se réjouit de recevoir les membres de la SAS à l'occasion de la 47e assemblée générale à Coire. Autrefois, c'étaient les romains qui avaient pris possession de la ville de Coire. Nous espérons qu'en 1991 il y ait une vraie invasion d'amateurs d'astronomie dans cette ville!

L'excursion à Arosa a comme but de vous faire connaître non seulement le soleil mais aussi notre canton de montagnes. S'il ne fait pas assez beau pour des observations du soleil, des exposés de différents spécialistes de l'institut d'astronomie de l'EPF seront organisés à Arosa.

Pour le comité de la SAG ROLF STAUBER

PROGRAMM/PROGRAMME

Samstag, 15. Juni 1991 *(alle Veranstaltungen im Hotel Chur)*

12.00 Öffnung des Empfangsbüros und der Ausstellungen im Hotel Chur, Welschdörfli 2. Chur
14.00 Kurzvorträge
16.30 Generalversammlung der SAG
Für Nicht-Mitglieder der SAG: Geführte Stadtbesichtigung
18.30 Gemeinsames Nachtessen
20.30 Hauptvortrag von PD Dr. Ch. Trefzger, Universität Basel: «Entstehung und Entwicklungsgeschichte unseres Milchstrassensystems»

Sonntag, 16. Juni 1991

08.50 Fahrt nach Arosa (Bei jeder Witterung)
10.10 Fahrt zur Weisshorn Mittelstation
10.45 Führung durch das Astrophysikalische Observatorium
12.30 Mittagessen in der Tschuggenhütte
14.30 Fahrt nach Arosa
15.00 Rückkehr nach Chur

Samedi 15 juin 1991 *(toutes les manifestations à l'Hôtel Chur)*

12.00 Ouverture du secrétariat d'accueil et des expositions à l'hôtel Chur, Welschdörfli 2, Coire
14.00 Exposés
16.30 Assemblée générale de la SAS
Pour les non-membres de la SAS: visite guidée de la ville
18.30 Dîner en commun
20.30 Conférence de PD Dr. Ch. Trefzger, université de Bâle: «L'origine et l'histoire du développement de notre galaxie, la voie lactée»

Dimanche, 16 juin 1991

08.50 Déplacement à Arosa (indépendamment du climat)
10.10 Déplacement à la station intermédiaire «Weisshorn»
10.45 Visite organisée de l'observatoire astrophysique
12.30 Déjeuner à la «Tschuggenhütte»
14.30 Déplacement à Arosa
15.00 Rentrée à Coire

Der SAG sind die folgenden Gesellschaften als Sektionen angeschlossen, mit Angabe der jeweiligen Präsidenten oder Leiter sowie deren Adressen:

01 Astronomische Vereinigung Aarau
Roland Picard
Sonnmattstrasse 5 5022 Rombach

03 Astronomische Gesellschaft Baden
Hans Bieri
Kindergartenstrasse 7 5116 Schinznach-Bad

04 AstronomischerVerein Basel
PD Dr. Charles Trefzger. Astronom. Inst. Uni Basel
Venusstrasse 7 4102 Binningen

05 Astronomische Gesellschaft Bern
Urs Hugentobler
Bonstettenstrasse 10 3012 Bern

23 Astronomische Gesellschaft Biel
Mario Bornhauser
Mon Désir-Weg 7 2503 Biel

22 Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland
Gerold Hildebrandt
Dachslenbergstrasse 41 8180 Bülach

21 Astronomische Gesellschaft Burgdorf
Werner Lüthi
Eymatt 19 3400 Burgdorf

32 Association Astronomique Euler
Patrick Debergh
Rue des Prélards 13 2088 Cressier

30 Freiburgische Astronomische Gesellschaft
Marc Schmid
Avenue de Gambach 10 1700 Fribourg

06 Société Astronomique de Genève
René Demellayer
20, rue Montchoisy 1207 Genève

07 Astronomische Gruppe des Kantons Glarus
Emil Bill
Oberdorfstrasse 25 8750 Glarus

28 Astronomische Gesellschaft Graubünden
Rolf Stauber
Carmennaweg 83 7000 Chur

31 Astronomische Gruppe der Jurasternwarte Grenchen
Hugo Jost
Lingeriz 89 2540 Grenchen

02 Société d'Astronomie du Haut-Léman
René Durussel
Rue des Communaux 19 1800 Vevey

27 Société Jurassienne d'Astronomie
Jean Friche
Route de Recolaine 87 2824 Vicques

08 Astronomische Vereinigung Kreuzlingen
Albert Wiesmann
Im Löchli 7 8598 Bottighofen

10 Astronomische Gesellschaft Luzern
Daniel Ursprung
Maihofstrasse 73 6006 Luzern

24 Société Neuchâteloise d'Astronomie
Alice Jacot-Descombes
Avenue du Mail 70 2000 Neuchâtel

29 Astronomische Gesellschaft Oberwallis
René Schnyder
Tunnelstrasse 26 3900 Brig

25 Astronomie-Verein Olten
Stephan Niggli
Friendensstrasse 89 4600 Olten

11 Astronomische Gesellschaft Rheintal
Reinhold Grabher
Burggasse 15 9442 Berneck

26 Astronomische Gesellschaft Schaffhausen
Marcus A. Lurati
Dorfstrasse 154 8214 Gächlingen

13 Astronomische Arbeitsgruppe der NG Schaffhausen
Martin Hänggi
Büsingerstrasse 18 8203 Schaffhausen

14 Astronomische Gesellschaft Solothurn
Fred Nicolet
Jupiterstrasse 6 4500 Solothurn

12 Astronomische Vereinigung St. Gallen
Hansruedi Raymann
Kohlhalden 1170 9042 Speicher

15 Società Astronomica Ticinese
Sergio Cortesi
Specola Solare 6605 Locarno-Monti

33 Astronomische Vereinigung Toggenburg
Matthias Gmünder
Bahnhofstrasse 7 9630 Wattwil

18 Gesellschaft der Freunde der Urania-Sternwarte
Prof. Dr. Jan Olof Stenflo
ETH-Zentrum Inst. Astronomie
8092 Zürich

09 Société Vaudoise d'Astronomie
Marc Decollogny
Ch. Des Somaïs 17 1009 Pully

16 Astronomische Gesellschaft Winterthur
Dr. Thomas Spahni
Alte Römerstrasse 23 8404 Winterthur

20 Astronomische Gesellschaft Zug
Dr. Max Steiger
Weidstrasse 11 6300 Zug

19 Astronomische Gesellschaft Zürcher Oberland
Walter Brändli
Oberer Hömel 32 8636 Wald ZH

17 Astronomische Vereinigung Zürich
Arnold von Rotz
Seefeldstrasse 247 8008 Zürich

Veranstaltungskalender
Calendrier des activités

20. Februar 1991
«Sonnenforschung auf Hawaii». Vortrag von Dr. Jean-Pierre Wülser, Physikalisches Institut der Universität Bern. Astronomische Gesellschaft Bern. Naturhistorisches Museum, Bernastr. 15, Bern. 19:30 Uhr.

25. März 1991
«Photographie astronomique». Conférence de Armin Behrend, La Chaux-de-Fonds.
Astronomische Gesellschaft Bern. Naturhistorisches Museum, Bernastr. 15, Bern. 19:30 Uhr.

9.-12. Mai 1991
15. Sonnentagung der VdS-Fachgruppe Sonne in Violau, Nähe Augsburg.
Anmeldungen durch Überweisung von DM 160 auf Konto: Walter Diehl, Sparkasse Wetzlar, BLZ 515 500 35, Kto. Nr. 15317175. Informationen gegen Internationalen Antwortschein bei W. Diehl, Braunfelserstrasse 79, D-6330 Wetzlar. Anmeldeschluss: 31.3.1991.

8. und 9. Juni 1991
8 et 9 juin 1991
7. Sonnenbeobachtertagung SoGSAG in Carona
7e Journée des Observateurs du Soleil SoGSAG à Carona

15. und 16. Juni 1991
Generalversammlung der SAG in Chur. Assemblée Générale de la SAS à Coire

6. bis 28. Juli 1991 6 az 28 juillet 1991
Sonnenfinsternisreise nach Mexico – totale Finsternis vom 11. Juli. Voyage au Mexique pour l'observation de l'éclipse du soleil du 11 juillet

3. bis 10. August 1991
3 au 10 août 1991

Internationale Astronomie-Woche Arosa 1991
Semaine Internationale d'Astronomie à Arosa

Veranstaltet im Zusammenhang der 700-Jahrfeier der Schweiz. Eidgenossenschaft von der Vereinigung Volkssternwarte Schanfigg VVS, Postfach, CH-7029 PEIST. Unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG.
Organisée à l'occasion du 700e anniversaire de la Confédération Helvétique par la Vereinigung Volkssternwarte Schanfigg VVS, case postale, CH-7029 PEIST. Sous le patronat de la Société Astronomique de Suisse SAS.

Internationale Astronomie-Woche

Veranstaltung im Zeichen der 700 Jahrfeier der Schweiz. Eidgenossenschaft

Arosa
3. bis 10. August 1991

Patronat: *Schweizerische Astronomische Gesellschaft SAG/SAS*
Veranstalter: *Vereinigung Volkssternwarte Schanfigg (VVS)*

Beobachtungs- und Vortragswoche für alle Amateurastronomen. Begleitpersonen sind ebenfalls herzlich willkommen. Der weltbekannte Kurort Arosa bietet optimale Beobachtungsbedingungen in den Höhen von 2000 und 2700 Meter über Meer. Zur Verfügung stehen grösste und mittlere Amateur-Instrumente. Als Referenten konnten wiederum kompetente Wissenschaftler engagiert werden. Die Vortragsthemen umfassen Beiträge über die *Sonnen-Planeten* und *Meteoriten-Forschung*, sowie Referate über *Raumfahrt, Astro-Photographie und Teleskop-Computersteuerungen.*

Der Vortrags- und Organisationsort befindet sich im Konferenzsaal des Hotel Kulm. Das Kursgeld beträgt sFr. 200.–

1 Woche Hotel Kulm*****	Halbpension	sFr. 735.–
1 Woche Hotel Streiff***	Halbpension	sFr. 455.–
Einzelzimmerzuschläge		sFr. 90.–

Anmeldung bitte an:
Vereinigung Volkssternwarte Schanfigg VVS
Postfach
CH-7029 Peist

Meteoriten – Boten aus dem frühen Sonnensystem

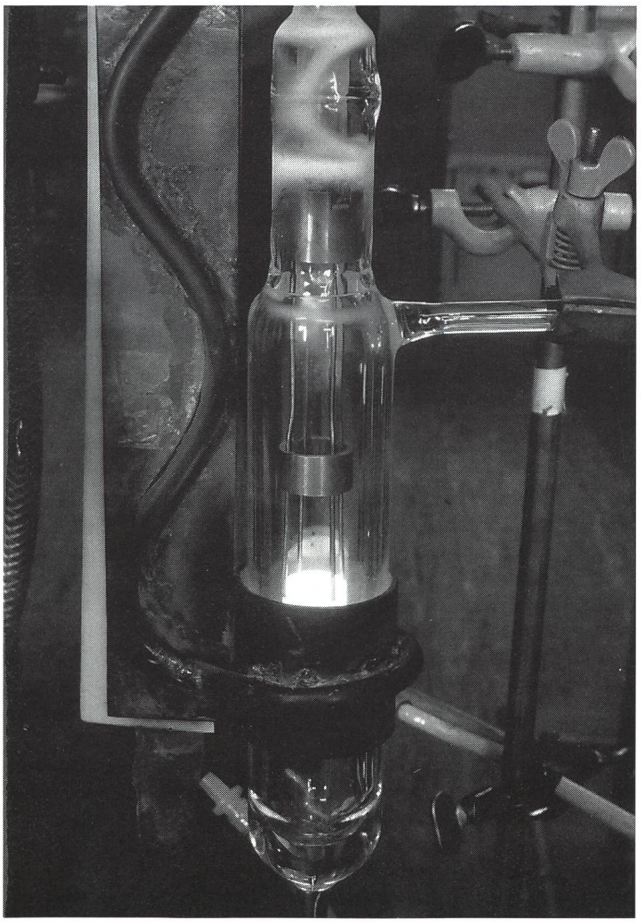
OTTO EUGSTER

In den letzten Jahren wurde ein grosser Fortschritt bei der Erforschung der Entstehung unseres Sonnensystems erzielt. Wesentlich dazu beigetragen hat auch die Meteoritenforschung. Die ORION-Redaktion hat Dr. Otto Eugster vom Physikalischen Institut der Universität Bern fünf Fragen zur Meteoritenforschung gestellt.

1. Seit wann werden am Physikalischen Institut der Universität Bern Meteoritenproben untersucht und welche spezifischen Untersuchungen werden vor allem durchgeführt?

Vor ungefähr 35 Jahren wurden am Physikalischen Institut die ersten Massenspektrometer gebaut, um mit diesen Instrumenten Altersbestimmungen von Meteoriten durchzuführen. Im Laufe der Jahre haben sich die auf diesem Gebiet in Bern tätigen Forscher vor allem auf die Analyse der Edelgase spezialisiert, die im meteoritischen Material eingeschlossen sind und durch Erhitzen ausgetrieben werden können (Bild 1). Die Messung des Argons, das aus dem radioaktiven Zerfall von Kalium entsteht, erlaubt es, den Zeitpunkt der Erstarrung des Gesteins zu bestimmen. Bei Meteoriten ist dies auch der Zeitpunkt der Entstehung der Asteroiden, von denen die Meteoriten herstammen. Meteoriten enthalten auch Edelgase, deren Ursprung der Sonnenwind ist, welcher von meteoritischem Material eingefangen wurde. Somit tragen die Meteoriten auch Informationen über die Sonne mit sich. Schliesslich können in meteoritischem Material Edelgase gefunden werden, die durch den Beschuss durch die hochenergetische kosmische Strahlung entstanden sind. Diese Untersuchungen ermöglichen die Bestimmung der Dauer, während der der Meteorit als kleiner Himmelskörper – herausgebrochen aus «seinem Asteroid» – sich im Weltraum aufhielt, bis er auf die Erde fiel. Man erfährt also etwas über die Lebensgeschichte des Meteoriten.

Bild 1. Vakuumgefäss, in dem Meteoritenmaterial auf 1700°C erhitzt wird, um die darin enthaltenen Edelgase auszutreiben. Das Vakuumgefäss ist mit einem Massenspektrometer verbunden, mit dem die Edelgase analysiert werden.



Später kamen weitere Untersuchungen dazu, wie z.B. die Bestimmung der chemischen Elementhäufigkeiten, Isotopenanalysen fester Elemente und neuerdings die Messung von radioaktiven Isotopen. Diese äusserst schwache Radioaktivität (z.B. Beryllium 10, Aluminium 26, Chlor 36 und Krypton 81) wurde ebenfalls durch die kosmische Strahlung im Meteorit erzeugt und gibt Aufschluss über deren Intensität.

2. In den letzten zwanzig Jahren wurden alleine in der Antarktis mehr Meteoriten gefunden, als bis anhin auf der Erde bekannt waren. Was ist der Grund dafür, dass in der Antarktis soviele Meteoriten gefunden werden?

Die Antarktis ist zum grössten Teil von Eis bedeckt. Fällt ein Meteorit auf das Eis, wird er eingeschneit und mit der Zeit vom Gletschereis umschlossen.

Die Gletscher fliessen gegen die Meeresküste. An Orten, wo sich ein Gletscher vor Bergzügen staut, wird das Eis durch Winderosion abgetragen, und die mitgetragenen Meteoriten tauchen an der Oberfläche auf. Viele Meteoriten waren Hunderttausende von Jahren unterwegs. Der Gletscher ist also ein Reservoir von Meteoriten, die während der letzten Million Jahre gefallen sind. Im Laufe der Zeit hat sich so eine grosse Zahl von Meteoriten angesammelt. Diese erscheinen nun an bestimmten Stellen konzentriert an der Oberfläche und können aufgesammelt werden (Bild 2). Solche Meteoriten sind sehr gut konserviert, da sie dauernd im Eis eingeschlossen waren, wo sie nicht verrosteten, weil sie nicht mit Wasser und Luft in Kontakt kamen. Im Gegensatz dazu verrosten und zerfallen Meteoriten, die in nicht von Eis bedeckte Gebiete fallen, innerhalb von einigen hundert Jahren und sind deshalb dort weniger häufig zu finden.

Bild 2. Forscher einer amerikanischen Antarktisexpedition haben einen aus dem Eis aufgetauchten Meteorit gefunden.

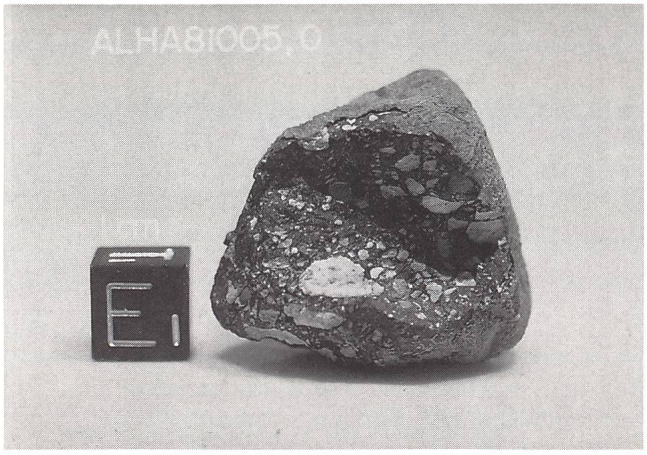


Bild 3. Der erste als Mondmeteorit erkannte Meteorit. Dieser Stein wiegt 30 g. Er wurde von einer amerikanischen Expedition im Allan Hills-Gebiet entdeckt.
Ein Stück von 0.3 g wurde in Bern untersucht. Das Material ist 4300 Millionen Jahre alt und weist somit das Alter der Hochlandgebiete auf dem Mond auf. Der Stein fiel vor 200'000 Jahren auf das antarktische Eis nach einer Reise vom Mond zur Erde von weniger als hunderttausend Jahren.

Elf der «Antarktischen Meteoriten» sind Steine vom Mond. Kann man heute Aussagen darüber machen, aus welcher Region des Mondes diese Mondmeteoriten stammen und unter welchen Voraussetzungen diese zur Erde gelangt sind?

Bei den Apollomissionen auf den Mond wurden von vier Meeresgebieten und von drei Hochlandgebieten Gesteine zurückgebracht. Die mineralogische und chemische Zusammensetzung dieser Stellen auf dem Mond, die allerdings alle auf der Vorderseite des Mondes liegen, sind umfassend untersucht worden. Bis jetzt sind sieben Meteoriten gefunden worden, deren mineralogische und chemische Zusammensetzung genau mit derjenigen von Mondhochlandgesteinen übereinstimmt und sich von allen anderen Meteoritenklassen eindeutig unterscheidet. Seit einem Jahr sind nun auch vier Meteoriten entdeckt worden, die von Mondmeeresgebieten kommen müssen. Die Indizien für den Ursprungsort Mond sind derart eindeutig und zahlreich, dass unter den Forschern kein Zweifel über die Herkunft besteht. Bei Gammastrahlenanalysen der gesamten Mondoberfläche, die anlässlich der Mondumkreisungen durchgeführt wurden, stellte man fest, dass die Mondrückseite an gewissen Elementen, wie z.B. Kalium, ärmer ist, als die von den Astronauten besuchten Gebiete. Da einige Mondmeteoriten auch diesen Mangel an Kalium aufweisen, ist es möglich, dass sie von der Rückseite des Mondes herstammen.

Nun zu den Voraussetzungen, wie Mondsteine auf die Erde gelangen können: Die meisten Krater auf dem Mond wurden beim Aufprall von Asteroiden und Kometen gebildet. Beim Aufprall eines Himmelskörpers von mehr als 100 m Durchmesser entsteht ein mehr als 3000 m grosser Krater, und Mondoberflächenmaterial kann mit einer Geschwindigkeit in die Höhe geschleudert werden, die genügt, dass ein Stein das Schwerefeld des Mondes verlässt (Entweichgeschwindigkeit 2.4 km/s) und in eine Erdumlaufbahn gelangt. Berechnungen haben ergeben, dass solche Steine zu 99 Prozent innerhalb einer Million Jahre von der Erde eingefangen werden (Bild 3). Sehr wenig Mondmeteoriten sind länger unterwegs. Von den bis jetzt untersuchten Mondmeteoriten wies einer eine Reisezeit von etwa 10 Millionen Jahren auf und alle übrigen wenige hunderttausend Jahre.

Aus der Analyse radioaktiver Isotope kann die Zeit bestimmt werden, wann die Meteoriten auf die Erde fielen. Diese «irdischen Alter» liegen bei den Mondmeteoriten zwischen 80'000 und 400'000 Jahren. Die Summe des irdischen Alters und der Reisezeit vom Mond zur Erde ergibt den Zeitpunkt des Auswurfes aus dem Mond. Die Bestimmung der Auswurfzeit erlaubt die Klärung der Frage, ob verschiedene Mondmeteoriten vom gleichen Auswurfereignis herstammen können. Es kann mit Sicherheit gesagt werden, dass mindestens drei verschiedene Asteroiden- oder Kometeneinschläge auf dem Mond für die bis jetzt gefundenen Mondmeteoriten verantwortlich sind.

4. Muss man aufgrund der Tatsache, dass einige Meteoriten vom Mond stammen, annehmen, dass auch Meteoriten von Planeten stammen könnten, oder konnten solche sogar schon mit Sicherheit gefunden werden?

Merkur, Venus und Mars kommen als Ursprungskörper von Meteoriten in Frage.

Der Merkur ist so nahe bei der Sonne, dass vermutlich alle «Merkurmeteoriten» von der Sonne eingefangen werden. Die Entweichgeschwindigkeit für «Venusmeteoriten» ist viel höher als diejenige für Mondmeteoriten, und die Venusatmosphäre ist so dicht, dass ein Entweichen zusätzlich behindert würde.

Die Entweichgeschwindigkeit für Marsmaterial beträgt 5 km/s. Die Bremswirkung der Marsatmosphäre mit einem Marsoberflächendruck von 6.5 mbar ist klein. Im Jahr 1976 landeten die beiden amerikanischen Sonden «Viking 1» und «Viking 2» auf dem Mars und übermittelten die Resultate von automatischen Analysen des Marsbodens (Bild 4). Die chemische Zusammensetzung von Marsgestein der untersuchten Stelle ist also recht gut bekannt. Neun Meteoriten (zu den Meteoritenklassen der Shergottite, Nakhlite und Chassignite gehörend) weisen sehr ähnliche chemische Eigenschaften wie der Marsboden auf und enthalten Edelgase mit übereinstimmenden Isotopenverhältnissen. Bevor aber Marsgestein im Labor untersucht werden kann, ist nicht eindeutig feststellbar, ob diese Meteoriten tatsächlich vom Mars herstammen.

5. Welche Bedeutung hat die Meteoritenforschung, um die Entstehung und die Entwicklung des Sonnensystems zu rekonstruieren?

Viele Meteoriten sind Bruchstücke von Himmelskörpern, die seit der Entstehung des Sonnensystems nicht mehr verändert wurden. Diese Asteroiden und Kometenkerne stellen also Urmaterie dar, wie sie unmittelbar nach der Bildung des Sonnensystems vorhanden war. Somit sind die Element- und Isotopenhäufigkeiten unverfälscht messbar, was wichtig ist, um die Prozesse bei der Entstehung der Sonne und der Planeten verstehen zu können. Diese Meteoriten enthalten die Produkte des radioaktiven Zerfalls instabiler Kerne und ermöglichen deshalb den Zeitpunkt der Materiebildung zu bestimmen. So konnte dank der Altersbestimmungen von Meteoriten das Alter des Sonnensystems, der Sonne und der Planeten genau berechnet und sogar die Dauer des Bildungsprozesses gemessen werden. Die Kernsynthese, die zur Bildung der Sonne führte, dauerte etwa 100 Millionen Jahre und war vor 4600 Millionen Jahren abgeschlossen. Dies ist auch der Zeitpunkt, zu dem Planeten, Asteroiden und Kometen als selbständige Körper entstanden.

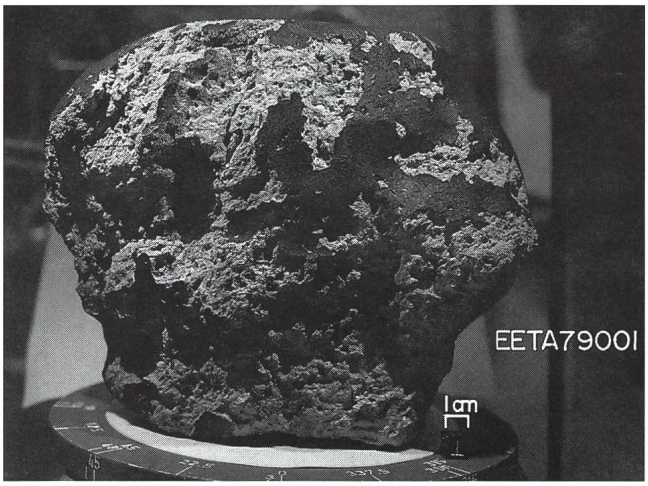
Die kohligen Chondrite (eine kohlenstoffreiche Meteoritenklasse) gehören zum Material, das sehr früh bei der Bildung des Sonnensystems auskondensierte. Sie enthalten Staubkörner, z.B. aus Siliziumkarbid bestehend, von ungefähr einem tausendstel Millimeter Grösse, die sich vom übrigen Material markant unterscheiden. In den letzten Jahren wurde mit den modernsten Massenspektrometern herausgefunden, dass diese kleinsten Einschlüsse insterstellaren Ursprungs sind und vermutlich Materie enthalten, die bei der Explosion einer Supernova zur Zeit der Bildung des Sonnensystems eingebaut wurde.

Der Schluss liegt nun nahe, dass die zu dieser Supernova gehörende Schockwelle die Bildung unseres Sonnensystems ausgelöst hat. Die Bedeutung der Meteoritenforschung liegt somit darin, dass interplanetares und sogar interstellares Material mit immer grösserer Präzision in unseren Labors untersucht werden kann und so zum Verständnis der Bildung und Geschichte des Sonnensystems beiträgt.

Adresse des Autors: PD Dr. Otto Eugster, Physikalisches Institut der Universität Bern, Sidlerstrasse 5, 3012 Bern.

Die Fragen wurden gestellt von Werner Lüthi, ORION-Redaktion Meteore – Meteoriten.

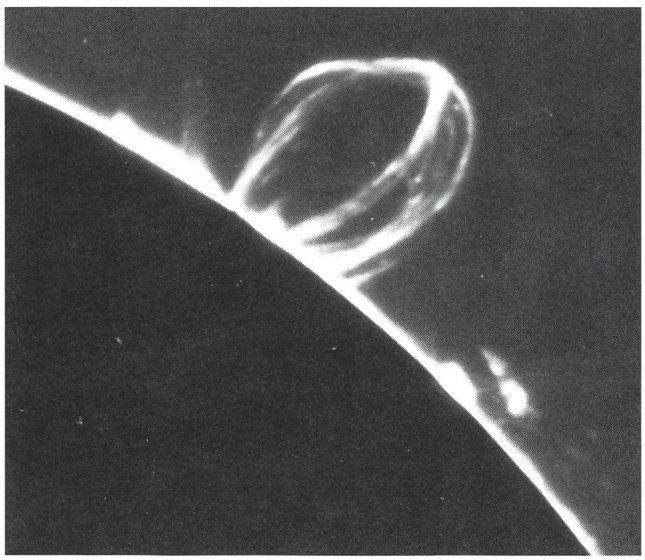
Bild 4. Meteorit EETA-79001 (Gewicht 7942 g) bei einer US-Expedition im Elephant-Moraine-Gebiet der Antarktis gefunden. Dieser pyroxenreiche Stein stammt möglicherweise vom Planeten Mars. Der Durchmesser beträgt ungefähr 20 cm.



Aktive Protuberanzen

Gerhart Klaus

Abb. 1. Bogenprotuberanz vom 13.10.1989, 1440 WZ. Technische Daten wie Abb. 2.



Bogen- oder Loop-Protuberanzen sind spezielle, besonders eindrückliche und schöne Manifestationen der Sonnenaktivität. Sie treten ausschliesslich nach und über grossen Flare-Ausbrüchen auf und können diese stunden- bis tagelang überdauern. Das leuchtende Gas wird dabei nicht aus dem Flare ausgeworfen, sondern stammt aus der heissen Korona, deren sehr schnell bewegte, elektrisch geladene Teilchen in die obersten Partien des über dem aktiven Gebiet stehenden bogenförmigen Magnetfeldes eindringen, hier abgebremst und dadurch zum Leuchten angeregt werde. In Form von dünnen, langgestreckten Wolkenpaketen strömt es dann den einzelnen Feldlinien entlang nach unten zur Sonnenoberfläche ab und macht so Form, Grösse und Struktur der durch den Flare erzeugten Magnetfeldblase sichtbar.

Wenn nun der Flare nicht am Sonnenrand, sondern auf der Scheibe auftritt, erscheint der nachfolgende Loop nicht in Emission, sondern in Absorption und ist nur noch mit engbandigen Hα-Filtern zu sehen. Durch den Dopplereffekt der Abströmbewegung verschiebt sich dabei seine Wellenlänge aus der Hα-Linie der darunterliegenden Chromosphäre heraus, so dass man also das Filter entsprechend nachregulieren muss. Besonders einfach ist das beim neuen T-Scanner von Daystar möglich, das man nicht mehr heizen muss, sondern allein durch Neigen einjustieren kann: Es zeigt nämlich die

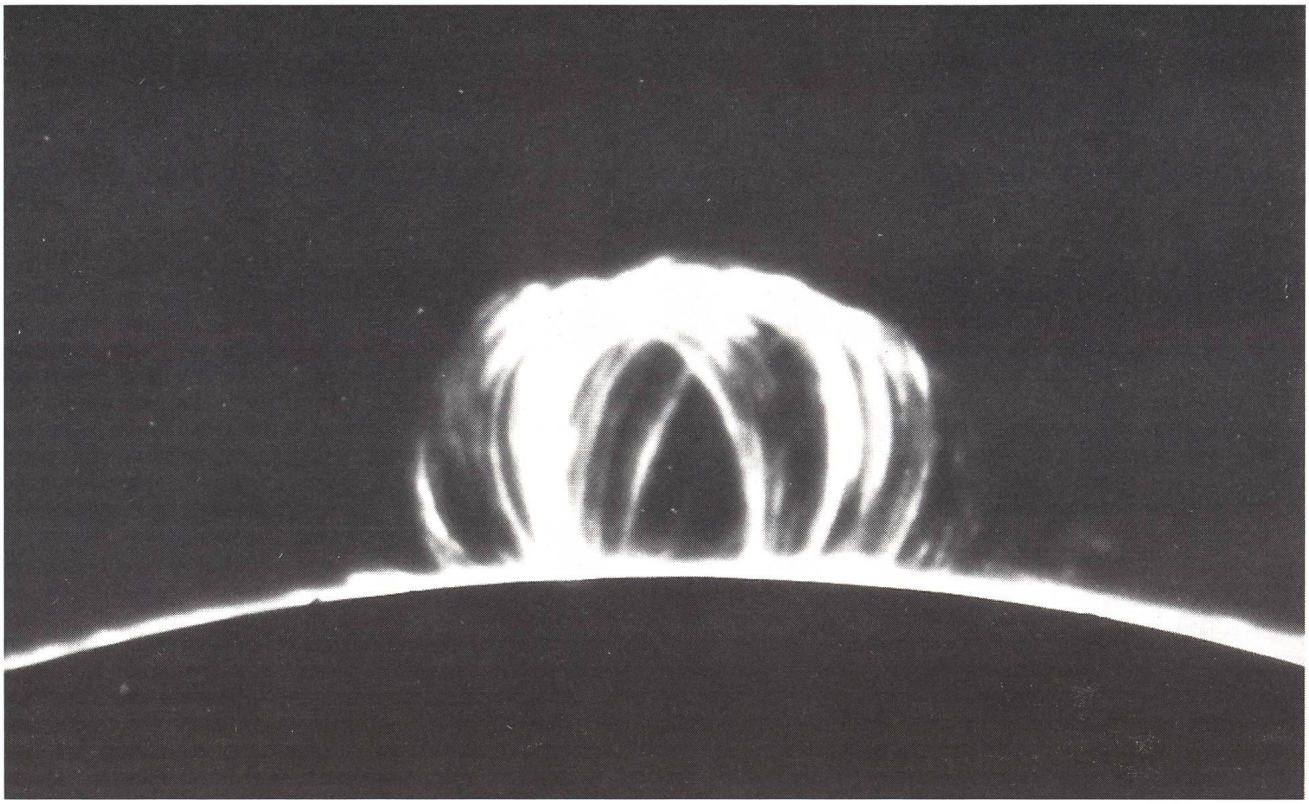


Abb. 2. Grosse Bogenprotuberanz vom 15.8.1989, 0916 WZ. 10 cm Refraktor, 5Å-Quarzfilter.

Strukturen der Chromosphäre nicht gleichmässig auf der ganzen Sonnenscheibe, sondern nur innerhalb eines schmalen Streifens, der nichts anderes ist, als eine interferometrisch erzeugte, sehr breite Hα-Absorptionslinie, die man durch allmähliches Neigen langsam über die Sonne wandern lassen kann; darum der Name Scanner. Wenn nun also z.B. ein aufsteigendes Filament seine Hα-Linie proportional zu seiner Radialgeschwindigkeit verschoben hat, so ist es am kontrastreichsten am Rand oder sogar ausserhalb dieses Streifens zu sehen. Da die solare Hα-Linie eine Breite von etwa 1 Å zeigt und da eine Verschiebung um 1 Å einer Radialgeschwindigkeit von ca. 50 km/sec entspricht, kann man auf diese Weise sehr einfach den Betrag dieser Radialgeschwindigkeit abschätzen. Ein Beispiel dazu bringen die Abbildungen 4 bis 6 von 12. September 1989: Innerhalb von 25 Minuten fliegt ein aufsteigendes Filament aus der darunter liegenden Fleckengruppe nach oben und vergrössert dabei ständig seine Aufstiegsgeschwindigkeit.

GERHART KLAUS
Waldeggstr. 10, 2540 Grenchen

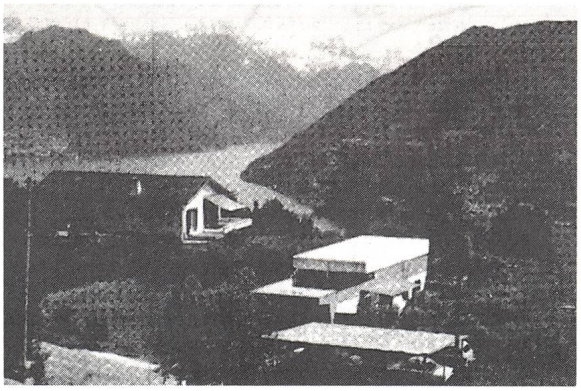
Abb. 3. Bogenprotuberanz in Absorption vor der Sonnenscheibe. 2.9.1989, 1200 WZ. 9 cm Refraktor, Daystar T-Scanner, 0.7 Å.

Abb. 4. Aufsteigendes Filament vom 12.9.1989, 0840 WZ. Technische Daten wie Abb. 3.

Abb. 5. Dasselbe wie Abb. 4 aber 0852 WZ.

Abb. 6. Dasselbe wie Abb. 4 und 5 aber 0905 WZ.

Feriensternwarte CALINA CARONA



Calina verfügt über folgende Beobachtungsinstrumente:
Newton-Teleskop ø30 cm
Schmidt-Kamera ø30 cm
Sonnen-Teleskop

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

Neuer Besitzer: **Gemeinde Carona**
Anmeldungen: **Feriensternwarte Calina**
Auskunft: **Postfach 8, 6914 Carona**

▲ *Abb. 3*

▼ *Abb.6*

Abb. 5 ▼

Abb. 4 ▲

Coelostat und Zusatzgeräte der Sternwarte Bülach

JÜRG ALEAN

Seit 1986 wird auf der Sternwarte Bülach die Sonne regelmässig im weissen Licht sowie mit H-alpha-Filtern beobachtet, photographiert, gefilmt und in gelegentlichen Führungen dem Publikum gezeigt. Als Beobachtungsgeräte dienten zunächst das mit einem Neutralfilter ausgerüstete Maksutow-Spiegelteleskop mit 20 cm Öffnung (weisses Licht) und das 50cm-Spiegelteleskop in 10m-Cassegrain- Konfiguration mit einem 20cm weiten, vorgeschalteten Rotfilter als Energieschutz und einem 0.5 Å-H-alpha-Filter für detaillierte Chromosphärenbeobachtungen. Über die photographischen Arbeiten mit diesem Gerät, inklusive Zeitrafferaufnahmen, wurde in (1) ausführlich berichtet.

1989 wurde das Instrumentarium durch einen von E. Aeppli konstruierten Coelostaten ergänzt. Im Winter 89/90 konnten die notwendigen Zusatzeinrichtungen im Eigenbau fertiggestellt werden.

Es ergeben sich die folgenden neuen Möglichkeiten zur Beobachtung und Öffentlichkeitsarbeit:

1. Projektion des weissen Sonnenbildes (Durchmesser etwa 1 Meter) auf eine Leinwand,

2. Projektion des weissen Sonnenbildes auf einen Zeichentisch (Durchmesser etwa 18 cm),

3. Projektion des Sonnenspektrums,

4. H-alpha-Beobachtung im abgedunkelten Schulungsraum,

5. Möglichkeit, schwere Geräte aufzubauen, z.B. Gitterspektrograph für hochauflösende Spektrographie, optische Experimente.

Der Coelostat

Die positiven Reaktionen der Sternwartenbenützer zu den neuen Beobachtungsmöglichkeiten sind der Anlass, die Geräte kurz zu beschreiben. Am Nachbau Interessierte mögen sich bezüglich technischer Details, die hier nicht beschrieben werden, an den Autor wenden.

Der Aufbau des Coelostaten wird in Bild 1 schematisch dargestellt. Ein 25cm- Planspiegel hängt in einer modifizierten und umgedrehten Meade-Gabelmontierung, die als Nachführung dient. Montierung samt Spiegel können über einen Rollmechanismus aus einem Schutzgehäuse hervorgezogen und arretiert werden (Bild 3). In der Parkposition schützt ein grosser Deckel das Gerät. Der bewegliche Spiegel wirft das Licht auf einen zweiten, fest montierten (Durchmesser 20 cm), der seinerseits einen in der Sternwartenwand eingebauten 15 cm- Fraunhofer-Achromaten beleuchtet (f=225 cm). Die Spiegel müssen grösser sein als das Linsenobjektiv, das sie schräg zum Strahlengang stehen, und ihr wirksamer Querschnitt dadurch verkleinert wird. Beide Spiegel und die Objektivlinse werden durch Deckel geschützt und bei Nichtgebrauch durch Türchen verdeckt.

Obwohl die Herstellung von Planspiegeln erheblich schwieriger ist als die von parabolischen, konnte eine Oberflächengenauigkeit von besser als 1/8 Wellenlänge (gelb-grüne Quecksilberlinie) erzielt werden.

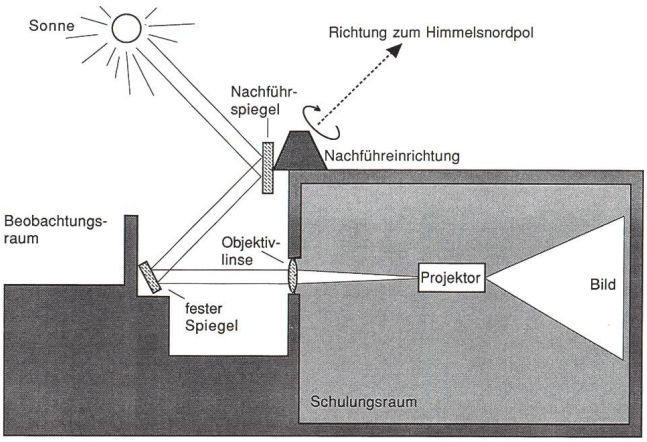


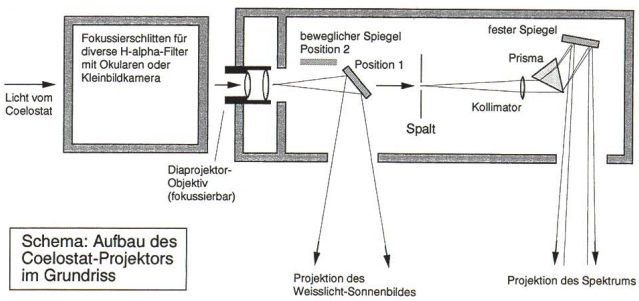
Bild 1: Funktion des Coelostaten

Der Projektor mit Spektroskop

Das Objektiv entwirft im verdunkelbaren Schulungsraum ein Fokalbild von etwa 2 cm Durchmesser, das mittels eines Diaprojektor-Objektives auf eine Leinwand projiziert wird (Bild 2, 4 und 5). Das Projektorobjektiv befindet sich in einer kastenförmigen Holzkonstruktion, in welcher noch folgende Teile eingebaut sind:

Ein schwenkbarer, kleiner Planspiegel wirft das weisse Projektionsbild in die von der Raumanordnung gewünschte Position der Leinwand (in Bild 2 Position 1). Bei dieser Stellung des beweglichen Spiegels kann auch noch ein Zusatzspiegel auf das Gerät aufgesetzt werden, der das Bild gegen unten, normalerweise auf einen Zeichentisch, lenkt (Bild 4). Wegen der kürzeren Projektionsdistanz muss dann am Projektorobjektiv zunächst neu fokussiert werden. Der Zusatzspiegel kann parallel zur optischen Achse verschoben werden, sodass die je nach Sonnenabstand variierende Sonnengrösse kompensiert werden kann. Zum Zeichnen stehen einheitlich grosse Schablonen mit Massstab zur Verfügung.

Bild 2: Schema Aufbau des Coelostat-Projektors im Grundriss



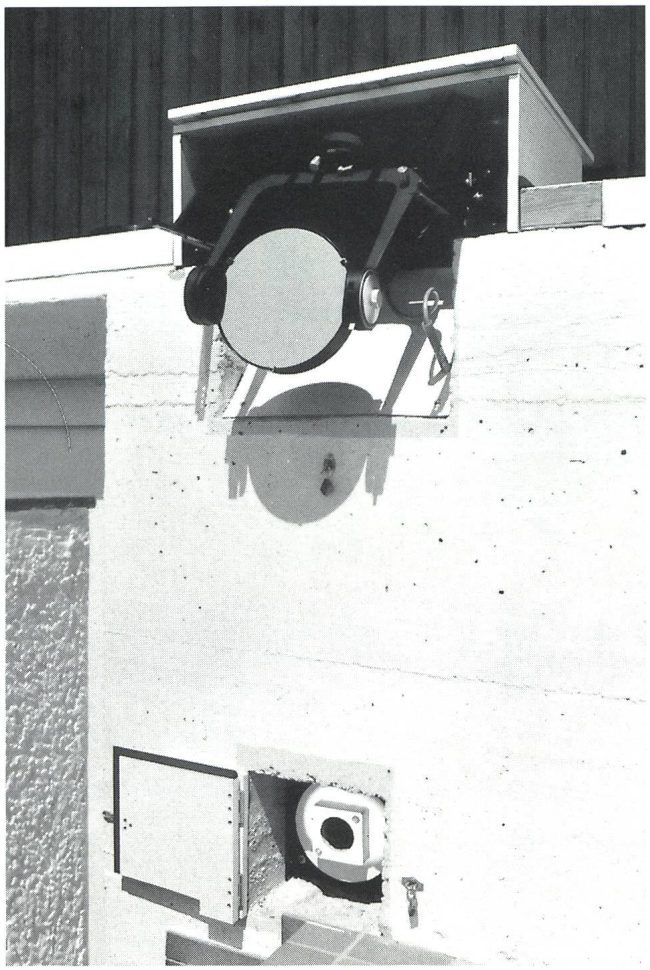
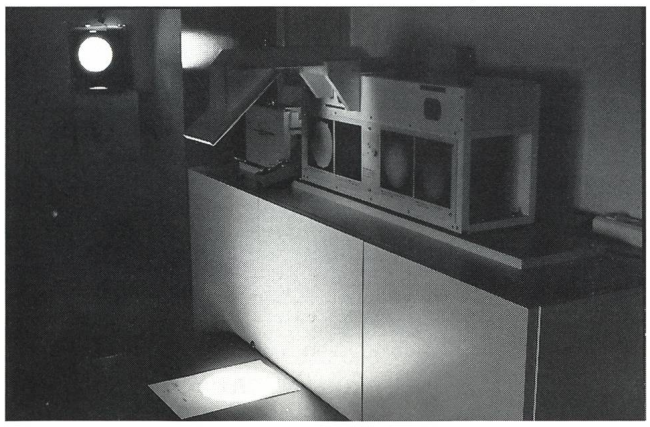


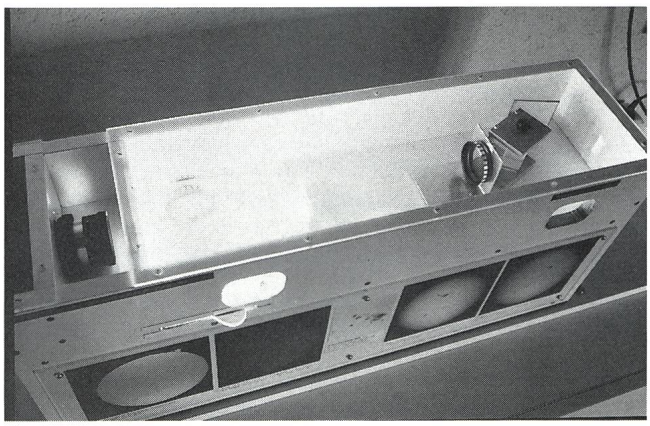
Bild 3: Nachführspiegel in herausgefahrener Position (oben) und Objektiv mit aufgesetztem Energieschutzfilter für H-alpha-Beobachtung (unten).

Bild 4: Der Projektor mit aufgesetztem Zusatzspiegel wirft das helle Sonnenbild auf den Zeichentisch. Im Hintergrund ist das Objektiv mit 15cm Öffnung zu erkennen



Schwenkt man den beweglichen Spiegel aus Position 1 nach 2 (Bild 5) gelangt das Licht auf einen Spalt (vorerst improvisiertes Modell aus zwei Rasierklingen). Ein achromatischer Kollimator macht den Strahlengang wieder ungefähr parallel und schickt das Licht durch ein Flintglasprisma, welches über einen weiteren, festen Spiegel ein Spektrum auf die gleiche Leinwand projiziert, auf der vorher die weisse Sonne abgebildet wurde. Da der Kollimator gleichzeitig die Abbildung des Spaltes auf die Leinwand besorgt, ist der Strahlengang im Prisma nicht ganz parallel, was zu einer geringen Unschärfe im Spektrum führt. Immerhin sind Dutzende von Fraunhoferlinien sichtbar. Bringt man verschiedene Filter (z.B. "Deep Sky-Filter") in den Strahlengang, kann deren Wirkungsweise gut demonstriert werden.

Bild 5: Blick von oben in den Projektor. Links das Projektionsobjektiv, hell beleuchtet der Spalt, rechts der Kollimator und das Prisma. Der schwenkbare Spiegel im linken, hellen Teil, kann durch einen Hebel zwischen Position 1 und 2 hin- und herbewegt werden (vergleiche Bild 2).



Fokussierschlitten für H-alpha-Filter

Unterhalb des Strahlenganges und vor dem Diaprojektor-Objektiv steht ein zusätzlicher Block. Darauf kann ein 90° Prisma oder Umlenkspiegel mit dem H- alpha-Filter aufgespannt werden (Bild 6). Zuvor muss allerdings ein Energieschutzfilter auf das Refraktorobjektiv gesetzt werden, der den Strahlengang wie bei H-alpha-Filtern üblich auf ein Öffnungsverhältnis von 1:30 abblendet (Durchmesser 8 cm). Die Halterung des Filters kann mit einem Hebel hin- und herbewegt werden, sodass zum Fokussieren die ganze Einheit und nicht das Okular verschoben wird. Das Umlenkprisma ist drehbar angeordnet, damit der Okulareinblick für grosse und für kleine Beobachter bequem zugänglich wird. Anstelle von Okularen können auch Kleinbildkameras eingesetzt werden. Alle Geräte wurden auf einem Kasten montiert, der Unterrichtsmaterial und andere Zusatzgeräte aufnehmen kann. Sie sind demontierbar, sodass an ihrer Stelle eine optische Bank oder andere Geräte für optische Experimente benützt werden können.

Erfahrungen in der Praxis

Gegenüber der Beobachtung mit den im Freien stehenden Teleskopen ergeben sich folgende Vorteile:

1. Alle Besucher sehen das Sonnenbild, man kann auch auf schwer sichtbare Details hinweisen: Fackelfelder, winzige Poren, Randverdunkelung, einzelne Fraunhoferlinien. Das selbständige Zeichnen empfinden Besucher als interessante

Tätigkeit, sie müssen nicht nur passiv zuschauen. Die Sonnenrotation wird durch die Verschiebung der Flecken nach spätestens 3 Stunden sichtbar!

2. Beim Verwenden des H-alpha-Filters kann zwar nur eine Person beobachten, doch wird sie nicht durch Fremdlicht gestört. Ungeübte Beobachter finden das Bild viel schneller und sehen Protuberanzen heller.

3. Ein sehr wichtiger Punkt: Auch trotz entsprechender Warnungen gibt es immer wieder Besucher, die unerwartet den Deckel eines Suchers abnehmen und versuchen, die Sonne zu beobachten. Mehrmals konnte erst in letzter Sekunde ein Unglück verhindert werden. Seit diesen Erfahrungen wird der Beobachtungsraum bei Sonnenbeobachtungen für Besucher gesperrt. Im Schulungsraum gibt es dann nur einen gefährlichen Ort (Bild im Primärfokus), dieser lädt jedoch weniger zum Hineinschauen ein als ein unbeaufsichtigtes Fernrohr. Zudem ist das Publikum hier sowiese besser unter Kontrolle.

4. Nicht zu vernachlässigen ist der Komfort, bei heissen Sommertagen im kühlen Schulungsraum zu arbeiten. In kalten Winternächten sind Mond- und Planetenbeobachtungen denkbar, da viele Besucher den Vorteil des warmen Raumes dem Nachteil der geringeren Teleskopöffnung vorziehen dürften. Das Ausrichten des Coelostatenspiegels erfolgt, indem man "von hinten" mit einer Taschenlampe durchleuchtet und den Lichtstrahl auf das gesuchte Objekt richtet. Mit dieser Methode fanden wir nach einigem Suchen auch schon den Hantelnebel und M3. Diesen Vorteilen stehen die folgenden Nachteile gegenüber:

1. Die Luftunruhe scheint am Coelostat geringfügig grösser zu sein, als an den freistehenden Teleskopen, da ein Teil des Lichtweges nahe am Boden verläuft. Für hochauflösende Sonnenphotographie bewährt sich nach wie vor das hoch aufragende 50-cm-Teleskop und das wegrollbare Sternwartendach (kein heisses Kuppeldach nahe beim Strahlengang).

2. Der Beobachter ist "etwas weiter" vom Objekt entfernt. Die Erwartung mancher Besucher, durch ein gegen den Himmel gerichtetes Fernrohr zu schauen, wird nicht erfüllt. Schulkinder verwechseln gelegentlich das projizierte Sonnenbild mit einem Dia. Deutliche Luftunruhe oder, noch besser, vorüberziehende Wolken verstärken den "Live-Effekt".

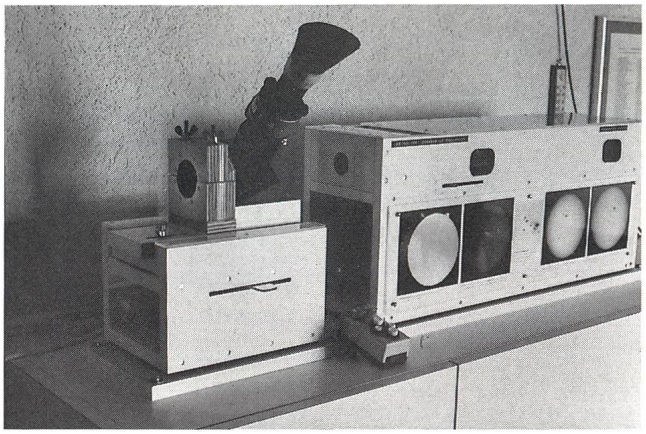


Bild 6: Vor dem Projektor ist der Fokussierschlitten mit dem aufgesetzten H-alpha-Filter montiert. Zwischen den zwei Kästen liegt die Tastatur, mit der die Bewegung des Nachführspiegels ferngesteuert wird.

Fazit:

Bei Demonstrationen für die Öffentlichkeit überwiegen die Vorteile des Coelostaten bei weitem. Das neue Instrumentarium bewährt sich bestens und wurde glücklicherweise gerade noch zur Zeit des Fleckenmaximums fertiggestellt.

Literatur:

(1) ALEAN, J. 1990. "*Hochauflösende Sonnenphotographie und Zeitrafferaufnahmen im H-alpha-Licht*", Sterne und Weltraum, Februar 1990, S. 112-119.

Adresse des Autors:
Dr. JÜRG ALEAN
Kasernenstrasse 100, 8180 Bülach
Tel. 01/860 17 78

ASTRO-MATERIALZENTRALE SAG

Selbstbau-Programm SATURN gegen fr. 1.50 in Briefmarken. SPIEGELSCHLEIFGARNITUREN enthalten sämtliche Materialien zum Schleifen eines Parabolspiegels von 15 cm Durchmesser oder grösser. SCHWEIZER QUALITÄTSOPTIK SPECTROS: Spezialvergütete Okulare, Filter, Helioskope, Fangspiegel, Achromate, **Okularschlitten,** Okularauszüge, Fangspiegelzellen, Suchervisiere, Hauptspiegelzellen...

Unser Renner: SELBSTBAUFERNROHR SATURN für Fr. 168.- Quarz-Digital-Sternzeituhr ALPHA-PLUS 12/220 Volt.

SAM-Astro-Programm Celestron + Vixen gegen Fr. 2.- in Briefmarken: Attraktive SAM-Rabatte für SAG Mitglieder GRATIS TELESKOPVERSAND!
Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM, Fam. Gatti, Postfach 251, **CH-8212 Neuhausen a/Rhf 1.**
Neue Telefonnummer: 053/22 54 16

Meteorite

Urmaterie aus dem interplanetaren Raum

direkt vom spezialisierten Museum

Neufunde sowie klassische Fund- und Fall-Lokalitäten
Kleinstufen - Museumsstücke

Verlangen Sie unsere kostenlose Angebotsliste!

Swiss Meteorite Laboratory
Kreuzackerstr. 16a, CH-5012 Schönenwerd
Tél. 064/41 63 43 Fax 064/41 63 44

Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen

Oktober 1990 (Mittelwert 152,4)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	102	141	162	147	132	139	139	142	164	172
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	209	193	201	209	225	217	199	175	198	170
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	131	145	133	141	132	110	112	129	86	91	78

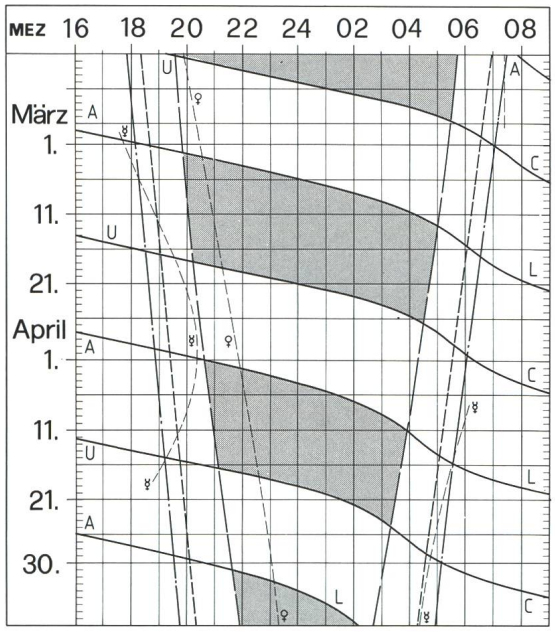
Nombre de Wolf

HANS BODMER, Burstwiesenstr. 37, CH-8606 Greifensee

November 1990 (Mittelwert 132,9)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	82	91	110	130	142	195	227	206	173	167
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	172	144	142	111	122	112	113	95	125	113
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	123	125	127	128	117	106	96	111	145	136

Sonne, Mond und innere Planeten



Grundmuster B März / April
ORION Nr.

Soleil, Lune et planètes intérieures

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

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

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

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

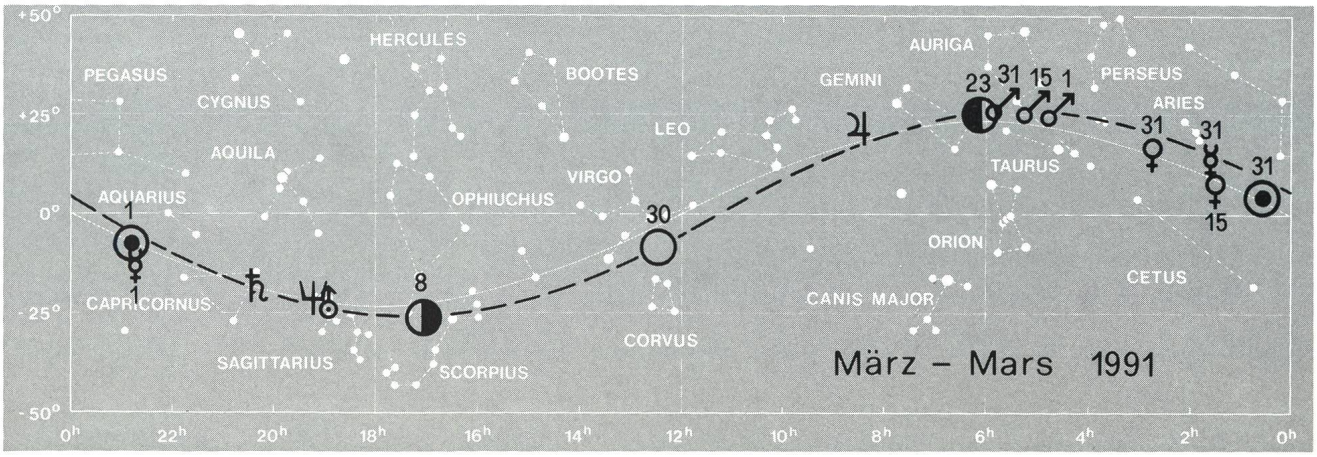
Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30' de longitude est.

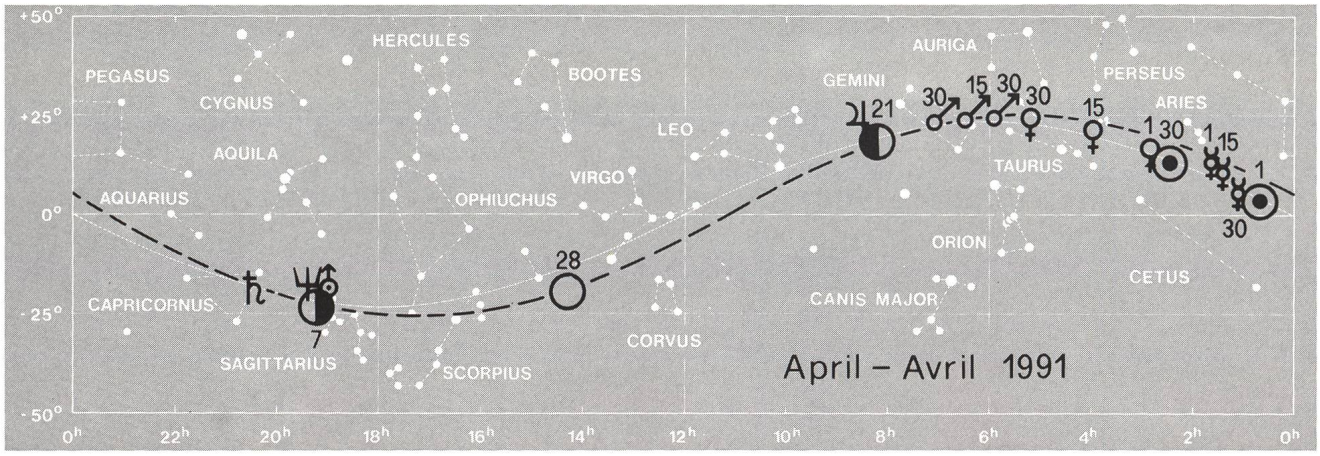
Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires — dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 — sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le Soleil.

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

A L — Mondaufgang / Lever de la Lune
U C — Monduntergang / Coucher de la Lune

Kein Mondschein, Himmell vollständig dunkel
Pas de clair de Lune, ciel totalement sombre



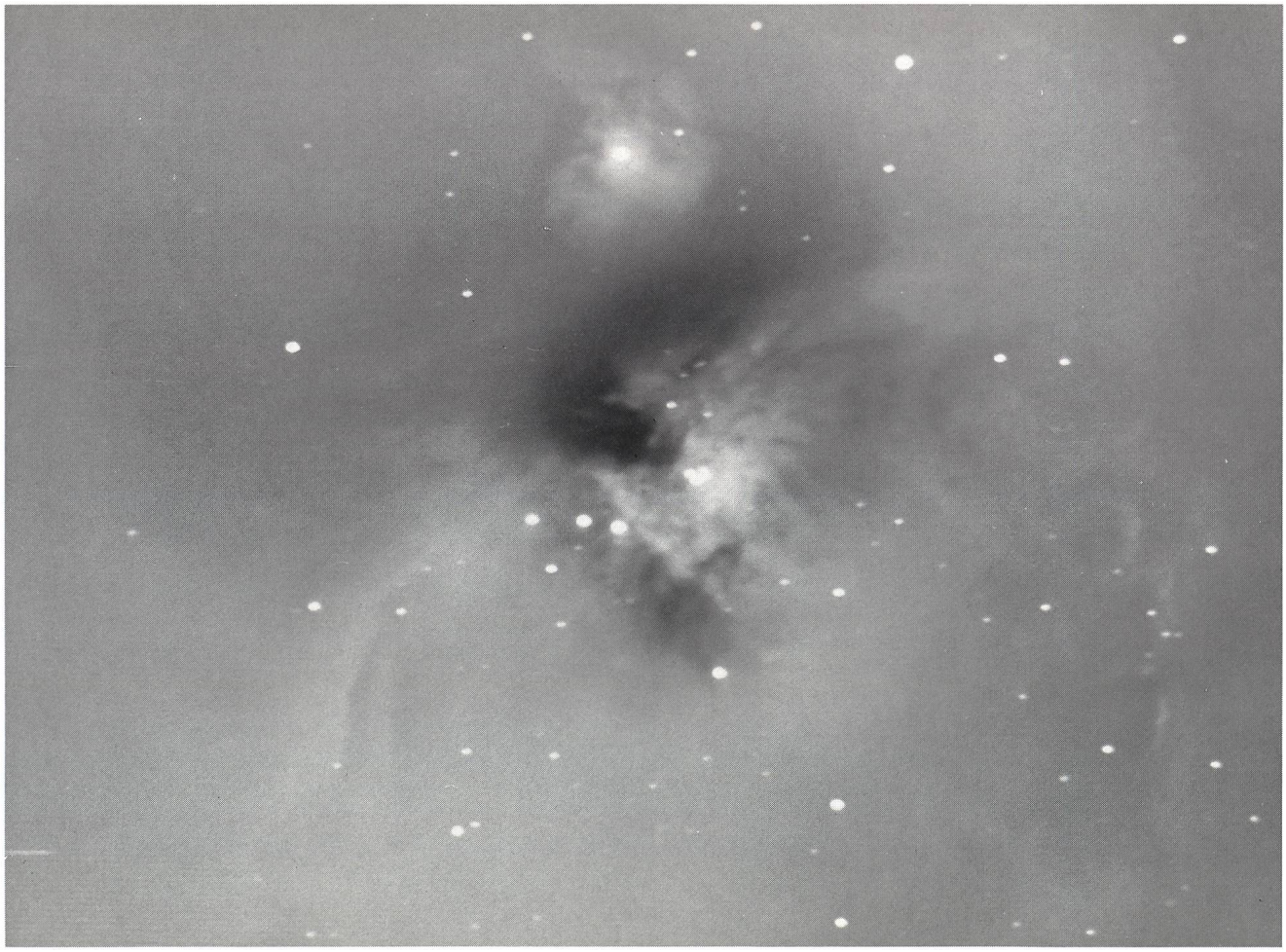


Astrophoto vom Orion-Nebel

Dr. Rinaldo Roggero, Locarno

Aufgenommen am: 7. Januar 1990 /0h 37min MEZ
(6. Jan. 23h37'/TU)
Film: TP 2415 hypersensibilisiert
Ort: Locarno-Maggia-Delta
Teleskop: C-11/Öffnung 280 mm/
Brennweite 2800 mm

Aufnahmedauer: 25 Minuten
Aufnahme: im Fokus
Himmel: ausserordentlich klar und ruhig/
Himmelshintergrund sehr dunkel



Orion-Nebel

Aufnahme:
J. ALEAN, Bülach

Aufnahme 15 Minuten auf hypersensibilisierten Konika 1600-Farbnegativfilm, anschliessend auf Kodak Vericolor SO 279 umkopiert (vergl. "Orion" **223**, Dezember 1987, S.221ff), durch Deep Sky-Filter, 50 cm-Teleskop der Sternwarte Bülach, bei 2.5 Metern Brennweite. Das Bild entstand nach dem Abzug einer Kaltfront, als der Himmel für rund eine Stunde aufklarte. Weil gleichzeitig die Luftunruhe sehr klein war, wurden die schwachen Sterne sehr gut punktförmig abgebildet. Da der Film Emissionslinien im grünblauen Spektralbereich schlecht "sieht", erscheint der Nebel etwas zu rot.

Zum Thema im Orion 240 habe ich hier doch auch noch eine Foto. Auch unsere Vierergruppe hatte die gleiche Gegend wie Herr Lüthi ausgesucht. Wir sind sehr nahe an die russische Grenze gefahren. Die Grenzposten mit den Wachtürmen hatten wir in Sichtweite. Das Problem mit der Sicht war auch bei uns. In Finnland sieht man ja vor lauter Bäumen den Horizont nicht. Nach stundenlangem Suchen haben wir dann einen geeigneten Hügel gefunden.

Das was sich während der Finsternis ereignete ist zur Genüge bekannt. Wolken, bedeckter Himmel usw usw. Mit dem C 90 ist aber meinem Sohn Andre doch noch eine ganz passable und etwas dramatische Foto gelungen.

Weiter nördlich, auf dem total überfüllten Berg Koli, soll es etwas besser gewesen sein. Auf jeden Fall war das Interesse der Finnen an der Finsternis sehr gross. Auch das Echo in der Presse am anderen Tag war bemerkenswert. Nun was solls ... im 99 ist das ganze Spektakel in der Nähe ... Bis dahin gut Finsternis in Mexiko.

ROMAN BÄTTIG
Mitteldorfstrasse 8, 5612 Villmergen.

Foto: Andre Bättig

NGC 2024

Photo: Armin Behrend

Cette magnifique nébuleuse diffuse se trouve juste à côté de Zéta Orion. Elle est bien visible dans un télescope de 20 cm de diamètre, à condition d'éclipser la brillante étoile par le bord de l'oculaire pour ne pas être ébloui. Dans de bonnes conditions, on distingue nettement les zônes sombres qui partagent la nébuleuse.

Pose 60 minutes au télescope de 350 mm de l'OMG, en ville.

Vision générale des grandes taches sur le disque solaire

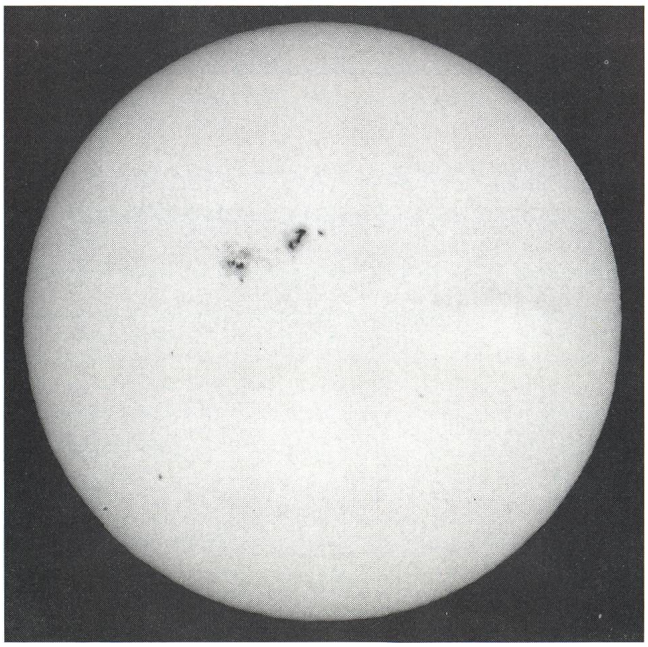


Photo des 2 grandes taches solaires du 19 novembre 1990

Date:	19 nov. 1990 à 13 h 19' MEZ
Exposition:	1/30 sec. au foyer
Film:	TMax 400 ISO professionel TMY 120
Appareil:	Pentax 5 x 7
Instrument:	Célestron C11 sur Atlux + filtre solaire
Temps:	vision avec un peu de vent du Nord
Photo:	Dr. Rinaldo Roggero, Locarno

11. Amateur Astronomie Tagung in Luzern

PETER ENS

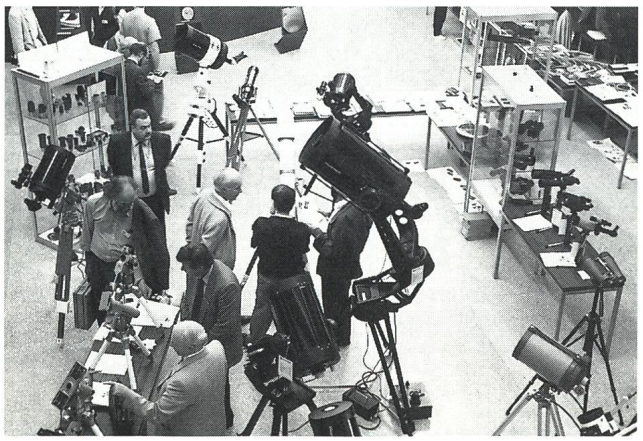
Am 13. und 14. Oktober 1990 fand die 11. Amateur Astronomie-Tagung in den Räumlichkeiten der Kantonsschule Alpenquai in Luzern statt. Der Organisator dieser Tagung, die Astronomische Gesellschaft Luzern (AGL), hatte Wetter und Tagungsmotto auf seiner Seite – die Sonne war zentrales Thema an diesem Wochenende! Da das Angebot an Referaten, Ausstellungen, Tonbildschauen und Videofilmen nebst der permanenten Ausstellung diverser Fachhändler sehr gross war, musste man Prioritäten setzen! Wer sich für die Referate in der Aula entschied, hatte gut gewählt!

Samstag

Den Start am Samstagmorgen machte der bekannte Raumfahrtpublizist Men J. Schmidt. Von ihm hörten wir viel über die Sonnen-Sonde Ulysses. So zum Beispiel, dass im Rahmen dieser «International Solar Polar Mission» ursprünglich der Start zweier identischer Sonden vorgesehen war (eine von der ESA, die andere von der NASA), die gleichzeitig den Nord- und den Südpol der Sonne erreichen sollten. Aus finanziellen Gründen musste die NASA ihr Projekt stark redimensionieren, sodass es sich um einen beinahe europäischen Alleingang handelt. Die USA ist mit 50% an den Experimenten beteiligt, lieferte dafür die nukleare Stromquelle und war für den Start und die Funkverbindung der Sonde besorgt. Anhand diverser Grafiken erfuhren wir einiges über die ungewöhnliche Flugbahn der Ulysses, die über den Sonnen-Südpol (Mai-Sept. 1994) und Nordpol führt (Mai-Sept. 1995), nachdem Jupiter den richtigen Schwung dazu geliefert hat.

Eine Vertiefung der Ulysses-Mission erhielten wir von Dr. Urs Mall vom Physikalischen Institut der Uni Bern. In seinem Vortrag behandelte und erklärte er einige Experimente an Bord der Sonde. Insbesondere das Ionen-Sonnenwind-Experiment, das ein Massenspektrometer mit einem kombinierten Beschleuniger enthält und an dem die Uni Bern beteiligt ist, wurde genauer «unter die Lupe genommen».

Photo 1: Ein Blick in die Halle der zahlreichen Aussteller.



Im Themengebiet der Zürcher Sonnenstatistik und deren Anwendung kamen die Wolf'schen Zahlen und deren Berechnungsgrundlagen zum Zuge. H.U. Keller zeigte diverse Sonnenstatistiken mit «allen Höhen und Tiefen». Imponierend ist die genaue Trefferquote und das Ermitteln der Vorhersage der Sonnenfleckenmaxima und der Steilheit der Anstiegsflanken. «Andere Länder» verschätzen sich hier um einiges mehr!

Dass die Sonne ein variabler Stern ist, dies meinte Dr. Claus Fröhlich vom Weltstrahlungszentrum des Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos. In seinem Vortrag streifte er auch die Problematiken der Klimaveränderung und des Treibhauseffektes. Ihm und allen andern Forschern, die diese Zeichen lange vor den Politikern erkennen und ernst nehmen, gebührt ein grosses Lob und Anerkennung.

Was ist mit unserer Sonne los, fragte sich Dr. Arnold Benz von der ETH Zürich.

Eruptionen, Sonnenflecken, Röntgenstrahlung und Radiobursts sind an der Tagesordnung, ein eindeutiges Zeichen eines Höchststandes des elfjährigen Sonnenzyklus. Die meisten Auswirkungen werden durch unsere Atmosphäre und die «noch vorhandene» Ozonschicht gemässigt. Eindeutige Zeichen findet man jedoch in Störungen im Kurzwellen (Radio)-Bereich. Die Nordlichter als Nebeneffekt der Sonnenaktivität sind ebenfalls sichtbare und herrliche Beispiele. Im Sonnenfleckenmaximum nimmt die Helligkeit unseres Zentralgestirns bis zu einem Promille zu. Diese klimatologischen Auswirkungen werden als Grenze des Spürbaren betrachtet.

Diejenigen Tagungsbesucher, die noch Energie und Aufnahmekapazität hatten, liessen sich anschliessend per Bus ins Verkehrshaus chauffieren – es waren nicht wenige! Vor gefülltem Haus, resp. im gefüllten Cosmorama sprach Dr. h.c. Alfred Waldis über die Anfänge und Entstehungsgeschichte der Weltraumfahrt. Ein Film, der dies alles noch verdeutlichte, rundete diesen Vortrag ab.

Als letzte Tagesaktivität konnte man in einer Spezialvorführung im Planetarium diverse Himmelsreisen unternehmen. Hier wurden noch sehr viele Informationen über die Astronavigation geboten.

Sonntag

Um neun Uhr am Sonntag-Morgen traf man sich zum Referat von T.K. Friedli aus Bern. Sein Thema war die theoretische Theorie der theoretischen Sonnenbeobachtung!

Unser Redaktor des Orion, Noël Cramer vom Observatoire de Genève, berichtete über die Europäische Südsternwarte (ESO) in Chile. Er behandelte, mit vielen und schönen Dias unterlegt (so dass einen das Fernweh plagte), den Werdegang und die verschiedenen Geräte auf La Silla. Dass die Suche nach einem noch optimaleren Platz für das VLT (Very Large Telescope) und die dazugehörigen Überlegungen und Abklärungen eine nicht zu unterschätzende Arbeit und Entscheidung ist, wurde wahrscheinlich allen Zuhören klar. Voraussichtlicher Standort könnte eine Trockenwüste einige hundert Kilometer nördlich von La Silla sein. Hier werden mit einer Niederschlagsmenge gegen 1 cm pro Jahr noch optimalere Bedingungen vorausgesagt.

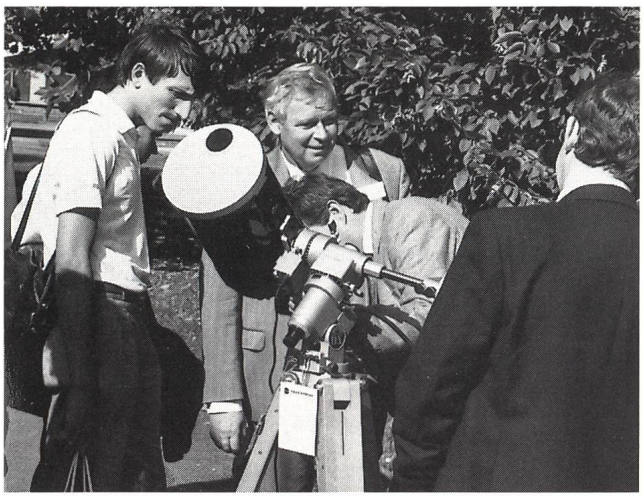


Photo 2: Sonnenfilter aktiv erleben, nicht nur das Sammeln von Unterlagen und Prospekten, dies wurde hier geboten!

Anstelle des Mittagessens konnte man die «Haussternwarte» der Astronomischen Gesellschaft Luzern besichtigen. Die Führung beinhaltete den Besuch des Spiegelschleifkellers und der zum Miniplanetarium umfunktionierten Kuppel der alten Sternwarte. In der «regulären» Sternwarte fand nebst den diversen Gerätschaften vor allem das Sonnenteleskop grosse Beachtung.

Der abschliessende Sonntagnachmittag gehörte Prof. Dr. Kippenhahn vom Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik aus Garching bei München. Ein energiereiches Thema wurde hier geboten. Quasare, seit 1963 bekannt, stellen so gewaltige Energiequellen dar, dass sie es in ihren Helligkeiten mit den hellsten Galaxien aufnehmen können. Woher diese Energie bezogen wird, ist heute noch, ebenfalls wie die schwarzen Löcher, ein Geheimnis. Beinahe unglaublich, dass Herr Kippenhahn bei einem so interessanten Thema hie und da wieder am Wachsein seiner Zuhörer zweifelte!

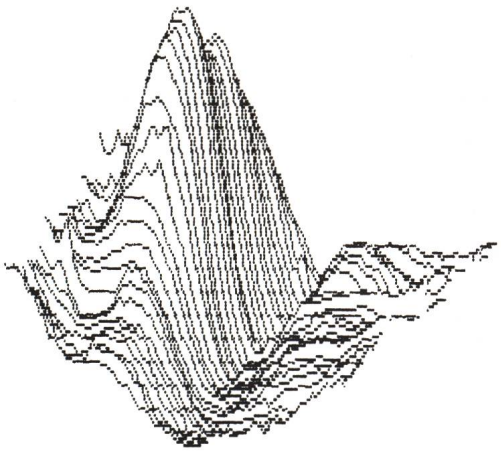
Nebst diesen Vorträgen, die das Wochenende beinahe alleine schon ausfüllten, konnte man einige Fachausstellungen besuchen. Sehr interessant war die Radio-Empfangsanlage von Ch. Monstein, die diversen Stellwände zum Thema Sonne sowie die «Auslagen» aller Aussteller. Parallel dazu fanden in regelmässigen Abständen diverse Tonbildschauen statt und ebenso wurden Videofilme gezeigt.

Schade, dass man sich hier nicht dreiteilen konnte. So hatte ich doch dass Gefühl, einiges an Sehenswertem verpasst zu haben, konnte ich doch nebenbei «nur» die Sonnentonbildschau besichtigen! Dafür war jederzeit für das leibliche Wohl gesorgt und über alles gesehen war dies ein von der AGL perfekt organisiertes Wochende. Bis zum nächsten mal in ...?

PETER ENS, Sternwarte Sursee

Amateur–Radio–Teleskop.

C. MONSTEIN



Vom 13. bis 14. Oktober 1990 war an der Amateuer-Astro-Tagung mein Amateur-Radio-Teleskop zur Beobachtung der solaren Radiostrahlung installiert. Durch die verhältnismässig günstige Südlage des Beobachtungsraumes war es möglich, die Sonne während längerer Zeit kontinuierlich zu beobachten. Dank störungsfreiem Gelände und vollautomatisch gesteuerter Anlage ist es nachträglich möglich, die in Luzern erfassten Daten auszuwerten und beispielsweise graphisch darzustellen.

Das Telskop war als Transit-Meridian-Instrument auf die Kulmination der Sonne ausgerichtet. Zusätzlich tastete das Instrument den Himmel in einem Elevationsscan zwischen 75° und 175° automatisch ab. Die dabei erfassten Daten wurden automatisch auf dem Harddisk des PC's abgespeichert. Alle zwei Minuten wurde eine solche Abtastung gestartet über die PC-interne Uhr. Jede Messung wurde mittels eines kalibrierten Rauschgenerators und einem definierten Abschlusswiderstand mit 300Kelvin Strahlungstemperatur automatisch kalibriert, so dass die Messwerte direkt in Kelvin äquivalenter Radiostrahlungstemperatur als Funktion von Elevation und Zeit abgespeichert werden konnten. Das Instrument arbeitete auf der Empfangsfrequenz von 500MHz, entsprechend einer Wellenlänge von 50cm. Die Beobachtungsbandbreite betrug circa 5,5 MHz und die Integrationszeit etwa 0,1 sec. Die analogen Messignale wurden mit einem 12-Bit Analog-Digital-Wandler digitalisiert, im Speicher abgelegt und in Echtzeit auf dem Bildschirm graphisch dargestellt. Allerdings konnte man dabei immer nur einen einzelnen Scan beobachten. Nachdem nun die Tagung beendet, die Instrumente abgebrochen und versorgt sind, können die Daten analysiert werden.

Mehr als 90% der erfassten Scans sind so störungsfrei, dass sie für eine 3D-Graphik verwendet werden können. Die unbrauchbaren Messungen sind offensichtlich durch die radioelektrischen Störungen eines Rasenmähers zerstört worden.

Die 3D-Graphik mit «hidden lines» ist eine Intensitätsverteilung über Zeit und Winkel, wobei links der Südhorizont mit sehr hoher Rauschtemperatur (circa 300Kelvin), rechts 15° nördlich des Zenits, vorne 1130 Uhr MEZ und hinten 16.22 Uhr MEZ dargestellt ist. Etwa in der Mitte erkennt man den Graben des «kalten» Himmels im Sinne der Radiostrahlung mit etwa 50-70Kelvin. Die Sonne selbst hat bei dieser Konfiguration etwa eine Radiotemperatur von circa 600Kelvin.

CHRISTIAN MONSTEIN,
Wiesenstrasse 13, 8807 Freienbach

Rôle des conditions primitives d'accrétion dans le disque solaire

SOLANGE CUÉNOD

Résumé: La distribution de la quantité de matière en orbite autour du Soleil est le reflet des conditions physiques qui régnaient dans le disque d'accrétion au moment où la matière condensée commençait à s'agglomérer. On y voit ce qui pourrait être l'empreinte du fort vent T Tauri émis par le Soleil dans sa jeunesse. La petite taille de Mars et la ceinture des astéroïdes sont expliqués par la lenteur du processus d'accrétion dans leurs régions respectives. La théorie exposée permet aussi d'expliquer la présence des anneaux entourant les planètes géantes ainsi que l'existence d'un immense anneau contenant la réserve des noyaux de comètes.

Introduction

Tout comme d'autres étoiles, le Soleil est issu de l'effondrement gravitationnel d'un nuage de gaz, composé essentiellement d'hydrogène moléculaire et, pour une plus faible part, d'hélium, ainsi que de traces d'autres gaz et de poussières de compositions chimiques variées. Une partie de la matière s'accumule au centre où naît une étoile, tandis que le reste, retenu par la force centrifuge, s'étale en un disque au sein duquel gaz et poussières sont vigoureusement brassés, permettant la formation d'un système planétaire tel que celui que nous connaissons.

Dans un premier temps, les poussières se concentrent dans le plan équatorial, non sans s'être, pour beaucoup d'entre elles, agglutinées les unes aux autres au cours de leur «chute», les plus gros amas arrivant les premiers (1).

Grâce à la viscosité du gaz, les amas les plus gros grossissent, formant des blocs peu compacts dont la taille est de l'ordre de plusieurs kilomètres, ce sont les planétésimaux.

Par la suite, ces planétésimaux engendrent des corps plus compacts appelés planétoïdes, qui, au cours de rencontres brutales, se fracturent, les débris pouvant être capturés par attraction gravitationnelle (2). Ainsi, au gré des probabilités de rencontres, qui dépendent vraisemblablement de la quantité de matière présente, dans certaines régions, une grosse planète pourra se former, alors que dans d'autres, seulement une petite planète naîtra ou même aucune. Existe-t-il une relation consistante entre la quantité de matière présente actuellement en diverses régions du système solaire et les conditions qui pouvaient régner dans le disque protoplanétaire au moment de l'élaboration des planétésimaux? C'est l'objet du présent article que de proposer une réponse positive à cette question. En supposant que là où l'accrétion de la matière condensée a pu se faire rapidement, beaucoup de matière est finalement présente, mais que, par contre, la petite taille de Mars et l'absence de planète dans la région de la ceinture des astéroïdes sont dues à la lenteur du processus dans cette région, on pourra expliquer pourquoi, au-delà de l'orbite de Pluton, seuls des planétésimaux peuvent être actuellement présents et pourquoi les planètes géantes sont entourées d'anneaux de matière peu accrétée .

Mécanisme de formation des planétésimaux

En l'absence de gaz, un corps solide (ou liquide) de masse m, tourne autour du Soleil (ou d'une autre étoile) dont la masse est M, à la vitesse, dite képlerienne, V_k. Cette vitesse varie avec la distance héliocentrique R suivant la loi: $V_k^2 = GM/R$, où G est la constante universelle de la gravitation.

En présence d'un gaz, il existe une poussée dirigée vers les pressions décroissantes que nous pouvons négliger car la densité de la matière condensée est bien supérieure à celle du gaz. Par contre, pour le gaz lui-même, cette poussée doit être prise en considération (3). Elle a pour effet de diminuer sa vitesse qui sera inférieure à V_k, cela tout au moins suivant l'hypothèse généralement admise de la décroissance de la pression quant R augmente. La valeur de cette poussée est égale au produit du volume de gaz considéré par le gradient de la pression P. Si ρ est la densité et en posant P' pour le gradient de P, la vitesse V du gaz est telle que:

$$V_k^2 = GM/R + (R/\rho)P'$$

Pour la différence u entre la vitesse des corps solides et celle du gaz, on peut faire l'approximation:

$$(I) \quad u = V_k - V \cong \frac{1}{2}\left(R^3/GM\right)^{\frac{1}{2}} \frac{-P'}{\rho} = -\frac{1}{2\Omega_k}\frac{P'}{\rho}$$

où Ω_κ est la vitesse angulaire képlerienne.

Comme on le remarque, les calculs précédents concernent des trajectoires circulaires et c'est la viscosité du gaz qui nous vaut cette appréciable simplification, car elle tend à arrondir les orbites des corps solides. Un autre effet simplificateur de la viscosité est qu'elle réduit l'inclinaison de ces orbites. Par contre, le problème se complique quand un autre effet doit être pris en compte, celui dû au cisaillement des couches adjacentes du gaz dont les vitesses angulaires diffèrent suivant les distances héliocentriques. Ce frottement du gaz sur lui-même engendre une perte d'énergie permanente dont la conséquence est de faire «tomber» vers le Soleil la partie intérieure du disque alors que la partie la plus éloignée est entraînée vers l'extérieur (4). Mais les vitesses ainsi induites sont extrêmement faibles et nous pouvons les négliger pour l'instant en oubliant que les trajectoires, plutôt que circulaires, sont des spirales.

Weidenschilling a étudié l'effet de la viscosité du gaz sur les corps solides qui répondent de manière différente à la vitesse relative u du gaz suivant leur dimension (5). Dans le cas qu'il a pris en considération, où u>0, les corps solides vont plus vite que le gaz et sont freinés. Il s'agit donc d'une perte d'énergie qui va les faire dériver sur des orbites plus intérieures, favorisant ainsi les rencontres. Cependant les particules les plus fines vont coller au gaz et seront entraînées par lui. Les corps les plus gros, étant soumis à une véritable tempête de sable, vont grossir, cette croissance étant d'autant plus rapide que les corps seront gros. Tout ce qui aura pu se déposer sur les planétésimaux contribuera à l'élaboration du système planétaire, alors que le reste sera finalement éliminé avec le gaz.

Ceci donne l'idée que le processus permettant aux planétésimaux d'acquérir de la matière est limité par la durée de la présence du gaz.

Montrons que, pendant une durée fixe Δt symbolisant la durée limitée de croissance des planétésimaux, leur rayon r augmente proportionnellement à ρu:

L'augmentation de matière est le produit du volume balayé $\pi r^2 u\ dt$ par la densité de matière condensée sous forme de grains dans le gaz $\mu\rho$, où μ est le volume des grains contenus dans 1g de gaz. On a donc:

$$\frac{d\omega}{dt} = \pi r^2 u \cdot \mu \rho$$

D'autre part, le taux d'accroissement de volume du planétésimal est

$$4\pi r^2 \frac{dr}{dt}$$

qui est égal à $\frac{d\omega}{dt}$. On en tire $\frac{dr}{dt} \sim \rho u$.

En intégrant sur la période Δt, il vient

$$(II) \qquad r \sim \rho u \Delta t$$

Si l'on suppose que la répartition des plus gros planétésimaux fut uniforme dans le disque, leur volume total qui, en fin de compte, se retrouvera dans une planète unique, serait proportionnel à la surface de son aire d'alimentation et à r^3. Ainsi r^3 serait-il proportionnel au rapport λ entre le volume d'une planète et la surface de son aire d'alimentation. En s'occupant du volume plutôt que de la masse de la matière accrétée, on atténue l'effet de la température sur la composition chimique et donc sur la densité. Suivant notre raisonnement très simplificateur, on voit, en appliquant la relation (II) que, pour une durée Δt fixée, $\lambda^{1/3}$ est proportionnel à ρu. Vu que λ fait partie des données actuellement disponibles, il est intéressant de pouvoir remonter à la répartition de ρu, même si c'est de manière imparfaite. Les résultats obtenus justifieront la méthode.

Interprétation des conditions actuelles

Une première remarque s'impose. Quand on considère l'étendue de la ceinture des astéroïdes, de 2,5 à 4 UA, on est amené à constater qu'elle correspond exactement à ce qu'aurait été la zone d'alimentation d'une planète qui s'y trouverait. Cela conduit à penser que les astéroïdes sont des planétoïdes dont l'accrétion n'a pu aboutir. On accuse souvent Jupiter d'avoir perturbé les mécanismes d'accrétion dans son entourage, à cause de son énorme masse (6). Mais cette explication comporte de lourd inconvénient de présupposer une croissance précoce de cette planète, ce qui est d'autant plus embarrassant que c'est à son atmosphère, et non à son noyau, que Jupiter doit son gigantisme. Alors, proposons une autre explication, non sans avoir remarqué au préalable que la quantité de matière constituant la ceinture des astéroïdes est extrêmement faible (environ 1/1000 de la masse terrestre). Supposons simplement que u avait une valeur très petite dans cette région. Qu'est-ce qui pouvait agir de la sorte sur la valeur de u? Un coup d'oeil à la relation (I) nous fait voir qu'il suffit que P' soit presque nul. Or cela peut se produire de deux façons: soit la pression passe par un maximum non loin de là, soit elle comporte une inflexion à tangente horizontale. La première possibilité paraît la plus vraisemblable, bien qu'elle implique alors que la pression ne soit pas décroissante pour toute valeur de R, ce qui est considéré comme une «hypothèse raisonnable» d'une façon générale (voir 5). Or il semble que le vent solaire, dans sa phase T Tauri, aurait bien pu repousser le disque, transformant la lente chute de matière due à la viscosité, en un flux dirigé en sens inverse. Ce reflux de matière aurait créé une zone de maximum de densité, celle-ci se serait alors éloignée à mesure que l'intensité du vent agissait. Les conditions dans la partie interne du disque évoluaient avec le temps. Nous sommes ainsi obligés de regarder u comme une fonction de R et de t, alors que λ n'est fonction que de R. Il ne faut donc pas perdre de vue que les valeurs de λ pour des distances héliocentriques < 5 UA ne représentent que le résultat final de conditions variables.

De la relation (I) on peut tirer $P' \sim \rho u \Omega_k$,

donc: $P' \sim \lambda^{\frac{1}{3}} \Omega_k$.

Tout se passe, en fin de compte, comme si P avait été croissante dans la région intérieure (à la ceinture des astéroïdes) et décroissante dans la région extérieure. Ceci implique que la poussée due au gradient de la pression aurait été héliocentrique dans la région intérieure, ce qui aurait donné au gaz une vitesse supérieure à la vitesse képlerienne. On aurait donc dans cette région $u<0$ ce qui nécessiterait de considérer que λ aussi y est négatif. Dans la région extérieure, P' est conforme au modèle stationnaire d'une pression décroissant suivant une loi $P/P_o=(R/R_o)^{-n}$, mais il faut reconnaître que l'incertitude est grande quant aux valeurs de λ, étant donné que les rayons des noyaux des planètes extérieures ne sont actuellement connus que très approximativement.

Un argument en faveur de l'hypothèse d'un maximum de pression aux environs de la ceinture des astéroïdes est que le maximum de densité doit se situer plus loin car la température décroît en s'éloignant du Soleil. Si Jupiter avait capté son atmosphère lors d'un maximum de densité, on comprendrait pourquoi elle est aussi énorme. En supposant que le maximum de densité soit resté assez longtemps au même endroit, cela pourrait servir à comprendre pourquoi l'axe de rotation de cette planète est presque parallèle à celui du disque. En effet, les noyaux planétaires se forment par rencontres brutales de planétoïdes. Dans un gaz de forte densité, ils avaient plus de chances d'avoir des orbites coplanaires.

La présence des planètes troyennes sur la même orbite que Jupiter ne serait possible en présence de gaz que si sa vitesse était képlerienne, car allant à la même vitesse que les corps solides, les traînées agissant sur des planètes de différentes tailles seraient toutes nulles, donc égales. Ceci nous porte à croire que, dans sa phase finale, le vent solaire aurait poussé le maximum de pression jusqu'à la distance de Jupiter. Dans ce cas, le maximum de densité se serait trouvé encore plus loin, ce qui pourrait avoir provoqué une nouvelle capture d'atmosphère. En effet, les satellites de Jupiter semblent avoir été formés par groupes, de manière épisodique.

Par contre, les satellites de Saturne, à part les deux plus éloignés, gravitent dans le plan équatorial de la planète, ce qui permet de penser qu'ils sont nés lors d'une même capture d'atmosphère. Voilà alors un bon modèle pour vérifier nos hypothèses! Il faut pourtant se garder de croire que le système saturnien est un système solaire en miniature. D'abord, l'astre central n'étant pas une étoile, il est exclu d'avoir une dépression centrale. Au contraire, on ne peut envisager autre chose qu'une pression fortement croissante en s'approchant du centre. Ensuite, la matière première était plus diversifiée que celle qui a engendré les planètes. De nombreux astéroïdes circulent

et les risques de captures gravitationnelles ne sont pas négligeables. Certains peuvent tomber sur la planète et faire grossir son noyau, d'autres peuvent se joindre au cortège des satellites en formation, comme il semble bien que ce soit le cas pour Hypérion, gros caillou de forme irrégulière. Mieux vaut ne pas en tenir compte si nous recherchons, dans le système saturnien, l'allure de la fonction λ en vue de la comparer à ce qu'elle est dans le système circumsolaire. Enfin, les valeurs de λ sont beaucoup plus élevées en moyenne. Comme elles représentent, rappelons-le, la densité superficielle de matière, comptée en volume accrété, pour chaque satellite, dans son aire d'alimentation, elles donnent l'idée d'une grande promiscuité dans laquelle des effets de marée et des interactions d'un satellite à l'autre n'ont rien d'étonnant. Alors que pour l'ensemble des planètes, la région la plus dense est celle de Vénus avec une valeur de 1,5 cm^3/cm^2, λ atteint son maximum à presque 500 dans le système saturnien (pour Téthys) et 5000 dans le système jovien (pour Io). La promiscuité des satellites, dans une région de forte densité du gaz ne peut que s'en trouver accrue car, allant plus vite que le gaz, les corps accrétés perdent de l'énergie par frottement, ce qui les fait dériver sur des orbites plus intérieures.

A partir des valeurs de $\lambda^{1/3}\Omega_k$, qui varient comme le gradient de la pression, si l'on néglige l'effet légèrement accélérateur de la viscosité, on obtient un profil relativement régulier, à condition de ne pas prendre en compte la valeur correspondant à Téthys qui est trop grande. Par intégration, on trouve le profil de P à une constante d'intégration près, mais on ne sait pas dans quel système d'unité, puisqu'on est parti d'une proportionnalité et non d'une égalité.

La formation des anneaux

Dans nos calculs relatifs au disque protoplanétaire, nous avons pu négliger l'effet de la viscosité du gaz. Nous allons voir que le phénomène de l'apparition d'anneaux proches de la planète peut s'expliquer par une diminution du gradient de pression dans le voisinage de l'orbite stationnaire. On appelle ainsi l'orbite pour laquelle la vitesse angulaire képlerienne est égale à la vitesse angulaire de la planète centrale. Par la suite, nous appellerons R_o le rayon de cette orbite. Ce rayon vaut 1,8 fois le rayon de Saturne et, pour Jupiter, il vaut 2,2 rayons jovien. Ce n'est certes pas un hasard si R_o est situé dans la région des anneaux. La viscosité du gaz est responsable d'un changement de régime dont la frontière est le cercle de rayon R_o.

Pour les distances $R>R_o$ le gaz tourne autour de la planète centrale à des vitesses qui dépendent de la distance. Les couches adjacentes frottent les unes sur les autres ce qui engendre une perte d'énergie. Le gaz, qui est contraint de graviter sur des orbites quasi-circulaires, va «tomber» sur une orbite plus intérieure. Remarquons en passant qu'une perte d'énergie, au lieu de le ralentir, va lui imprimer une vitesse plus grande, ce qui peut sembler paradoxal, mais cela contribue à entretenir le phénomène. L'effet global est un lent écoulement du gaz vers l'intérieur dont la vitesse radiale V_R est négative. Pringle (7) a établi, dans le cas d'un disque d'accrétion autour d'une étoile, en considérant le moment cinétique et en faisant l'hypothèse que les conditions ne changent pas avec le temps, une équation d'où nous pouvons tirer la densité superficielle du gaz:

$$(III)\quad \sigma = \frac{C/R^3}{(-V_R)\Omega - \gamma\left(-\frac{d\Omega}{dR}\right)}$$

où C est une constante d'intégration, Ω, la vitesse angulaire du gaz et γ, le coefficient de viscosité.

Nous allons voir que cette valeur de σ diminue assez brusquement quand le gaz arrive à une distance voisine de R_o.

Les considérations de Lynden-Bell & Pringle (4) au sujet de la couche frontière entre une étoile et son disque d'accrétion trouvent une application ici, et peuvent facilement être transposées.

Les couches de gaz qui entrent en contact avec la planète ont une vitesse angulaire Ω_o qui est la même que celle des couches en orbite à la distance R_o. La viscosité du gaz empêche la vitesse angulaire de croître au-delà d'une valeur maximale Ω_c, dite vitesse angulaire critique, Ω_c étant inférieur à la vitesse angulaire képlerienne à cette distance critique R_c.

On peut comprendre cela par une représentation très schématique: à l'extérieur de l'orbite stationnaire, le gaz dérive lentement en empruntant successivement des orbites circulaires, mais à partir de la distance R_o, il tombe radialement en rotation solide. Dans la réalité, il y a une transition entre les deux régimes, c'est pourquoi la vitesse angulaire du gaz continue d'augmenter après avoir atteint la valeur Ω_o, avant de décroître à nouveau. La vitesse $(-V_R)$ n'est plus une vitesse de dérive, mais presque une vitesse de chute libre. Elle devient donc beaucoup plus grande et diminue considérablement la valeur de σ donnée par l'équation (III) dans laquelle

$$\frac{d\Omega}{dR} \cong 0$$

Cette diminution de σ va se répercuter sur la valeur de la pression qui va baisser.

Dans la région extérieure à R_o, la pression augmente lorsqu'on se rapproche du centre, tout comme dans la partie extérieure du disque circumsolaire. Mais dans la région proche de R_o, la pression s'infléchit, entraînant une forte diminution de la valeur absolue de son gradient, peut-être même une annulation locale. L'effet ralentisseur du gradient de la pression peut, s'il est faible, être compensé par l'effet légèrement accélérateur dû au cisaillement du gaz, et ainsi le gaz peut approcher, atteindre ou même dépasser la vitesse képlerienne dans le voisinage de R_o. La matière va donc s'accréter très lentement formant un anneau dont la durée de vie va dépendre du taux de croissance de la planète centrale. A mesure que sa masse augmente, l'intérieur de l'anneau tombe, mais d'autre part la rotation de la planète ralentit, donc R_o augmente. L'anneau va naître par l'extérieur jusqu'au jour où, le gaz faisant défaut, les choses en resteront là.

On peut en conclure que les anneaux les plus extérieurs sont les plus récents. Ils se sont formés dans une région où la vitesse u avait précédemment une valeur plus élevée et qui a, par conséquent, permis l'accrétion de petits satellites. Il n'y a, finalement, rien de contradictoire dans la cohabitation de petits satellites avec de la matière qui n'a pas eu assez de temps pour évoluer au-delà du stade de planétésimaux.

On a découvert des satellites co-orbitaux à l'extérieur des anneaux de Saturne, mais aussi à l'extérieur de l'anneau de Jupiter. Cela fait penser aux planètes troyennes dont nous avons parlé plus haut, et nous pouvons y voir aussi l'effet d'une vitesse képlerienne commune au gaz et aux corps de matière condensée. Cependant, Téthys et Dione partagent aussi leurs orbites avec d'autres satellites. Il ne me paraît pas possible que u ait jamais pu avoir une valeur nulle à cette distance. Peut-être s'agit-il de captures ayant eu lieu après la disparition du gaz.

Les comètes

Au-delà de l'orbite de Neptune, seule une très petite planète a pu naître car le gradient de la pression tend vers zéro pour de grandes distances héliocentriques. Si on venait à découvrir une dixième planète, elle serait certainement encore plus petite que Pluton. Plus on s'éloigne du Soleil, plus les phénomènes d'accrétion sont lents. Aux confins du disque, la matière solide n'a pu dépasser le stade planétésimal, ce qui est bien confirmé par l'observation des comètes qui viennent jusqu'à nous. L'image du nuage de Oort paraît moins adéquate que celle d'un immense anneau contenant la réserve de comètes.

Comme tous les corps qui se sont formés loin de l'astre central, les inclinaisons de leurs orbites sur le plan médian sont considérables. On peut y voir, tout simplement, la preuve que la densité du gaz était trop faible pour offrir des forces de frottement capables de réduire les inclinaisons.

Conclusion

Moyennant l'hypothèse que la durée limite les possibilités d'accrétion dans les régions où elle se poursuit avec lenteur, alors que là où le processus se déroule rapidement, les planétésimaux grossissent sans épuiser les réserves, on est amené à en déduire que la quantité de grains qui alimentent le disque est bien supérieure à la quantité de matière actuellement présente. Nous sommes donc bien loin de la «nébuleuse minimale» dont on calcule la masse en ajoutant tout juste assez de composants chimiques à la matière actuellement présente, pour obtenir exactement la composition que la nébuleuse avait au départ (c'est-à-dire la composition du Soleil).

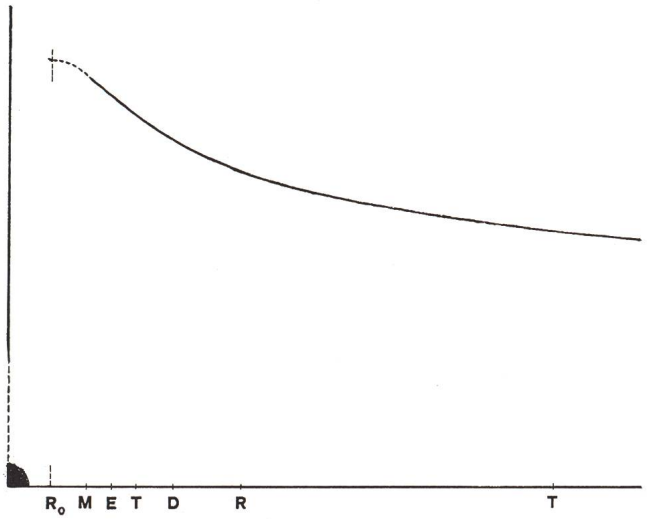
Cette hypothèse nous permet aussi de comprendre que la diversité des constituants du système solaire est due à différents stades d'évolution de la matière accrétée: planétésimaux (anneaux, comètes), planétoïdes et fragments (astéroïdes et météorites), planètes (planètes intérieures et Pluton ainsi que les noyaux des planètes extérieures), effondrements localisés du disque autour des noyaux des planètes extérieures (atmosphère et système de satellites).

Une dernière remarque s'impose. Si les grains contenus dans la nébuleuse ont pu s'agglomérer sous forme de planétésimaux, c'est à cause des propriétés physiques (mécaniques en particulier) du disque gazeux. Il y a donc tout lieu de penser que les autres systèmes planétaires doivent avoir quelque ressemblance avec le nôtre, du moins en ce qui concerne la répartition de la matière.

Système solaire		Système saturnien	
	λ cm		λ cm
Mercure	- 0.34	Anneaux	~ 0
Vénus	- 1.5	Petits sat.	~ 0
Terre-Lune	- 0.27	Mimas	60
Mars	- 0.05	Encelade	85
Ceint.	~ 0	Téthys	475
Jupiter	~ 1.3	Dione	256
Saturne	~ 0.44	Rhéa	105
Uranus	~ 0.13	Titan	460
Neptune	~ 0.1	Japet	0,8
Pluton	~ 0	Phoebe	~ 0
Comètes	~ 0		

SOLANGE CUÉNOD,
Ch. de la Roue, Villard, F-01220 Divonne

Mes remerciements vont au Pr B. Hauck pour les encouragements qu'il m'a apportés et pour l'opportunité de ce travail qui m'a été offerte au travers du séminaire d'Astronomie qu'il a créé à l'intention des maîtres du second degré.



La courbe en trait plein représente la valeur de la pression en fonction de la distance au centre de Saturne. Elle a été obtenue par intégration de

$$-\lambda^{1/3}\Omega_k$$

R_o représente le rayon de l'orbite stationnaire et les satellites sont indiqués par leurs initiales.

Bibliographie:

1. Weidenschilling S.J., 1980, Icarus 44: 172
2. HARTMANN W.K., 1978, ICARUS **33**: 50
3. WHIPPLE F.L., 1964, Proc. nat. Acad. Sci. **52**: 565
4. LYNDEN-BELL D. & PRINGLE J.E. 1974 Mon. Not. R. astr. Soc. **168**: 603
5. WEIDENSCHILLING S.J., 1977, Mon. Not. R. astr. Soc. **180**: 57
6. CAMERON A.G.W., 1988, Ann. Rev. Astron. Astrophys. **26**: 441
7. PRINGLE J.E., 1981, Ann. Rev. Astron. Astrophys. **19**: 137

15. Sonnentagung

der VdS-Fachgruppe Sonne vom 9.-12. Mai 1991

in Violau

Das Treffen für alle aktiven Sonnenbeobachter und jene, die es werden wollen.
Einführung in die Sonnenbeobachtung, Kurzberichte, Vorträge, Arbeitsgruppen Exkursionen, Beobachtungen, Kontakte

Organisation: Walter Diehl (Wetzlar), Kurt Hopf (VSW Hof)
Anmeldungen durch Überweisung von DM 160 auf folgendes Konto: Walter Diehl, Sparkasse Wetzlar, BLZ 515 500 35, Kto. Nr. 15317175

Informationen gegen Internationalen Rückantwortschein von W. Diehl Braunfelser Str. 79, D-6330 Wetzlar. Anmeldeschluss 31. 3. 1991

Computer zu jedem Teleskop !

(auch ältere Modelle !)

NGC-miniMAX

mit 1600 gespeicherten Objekten

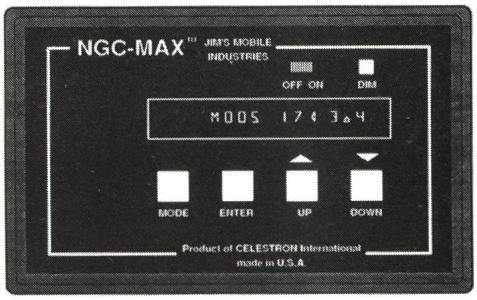
Fr. 1290.-

Alle Messier Objekte ! Die besten Objekte aus dem NGC-Katalog und dem IC-Katalog wie folgt :
- Über 900 Galaxien
- 400 offene Sternhaufen
- 140 Kugelsternhaufen
- 130 Gasnebel
- 110 Messier Objekte
- 31 eigene Eingaben
- 50 Mehrfach oder variable Sterne
- 30 Eichsterne.

NGC-MAX

mit über 8000 gespeicherten Objekten !

- Alle 110 Messier Objekte
- Alle 7840 NGC Objekte
- 8 Planeten
- 363 interessante Sterne
- 25 eigene Eingaben
- RS232C Anschluss an PC
- 27 Eichsterne



DS 16"

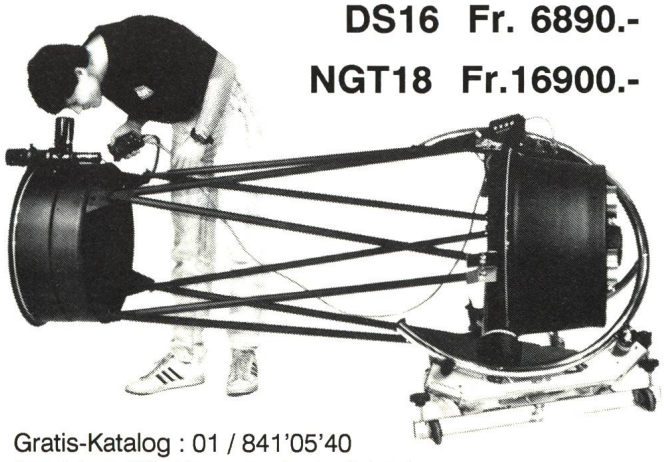
Extrem preiswertes 40cm Deep Space Teleskop auf parallaktischer deutscher Montierung für nur Fr. 6890.-

NGT 18" = 45cm Newton

kein Dobson sondern ein sehr transportables 45cm Teleskop mit sehr präziser parallaktischer Nachführung für die Astrofotografie !

DS16 Fr. 6890.-

NGT18 Fr.16900.-



Gratis-Katalog : 01 / 841'05'40

Autorisierte JMI - Vertretung in der Schweiz:

E. Aeppli, Astro-Optik, Loowiesenstr.60, **8106 ADLIKON**

PREMIER - PPEC

permanente periodische Fehler Korrektur !

F/10 und F/6.3

sind beide mit der LX6-Elektronik mit permanenter periodischer Fehler-Korrektur erhältlich ! Die Korrektur bleibt beim Ausschalten erhalten !
Die Perfektion jeder Optik kann ich Ihnen mit Ronchi - und Foucault-Test beweisen !

Meade Teleskope sind nicht "billiger" - sie kosten nur weniger ! (kein Vertrieb durch Optiker !)

Grosses, 9x60mm Sucherfernrohr mit beleuchtetem Polarsternkreis

Grosser, 2" (50.8mm) Zenit-Spiegel

Erhältlich in 3 Ausbau-Stufen ab

Fr. 3942.- incl. Stativ + Wiege !

Meade 20 und 25cm Teleskope kann man zu einem sehr niedrigen Preis kaufen und später ausbauen !

Alle Erweiterungen sind im Grundmodell bereits integriert ! Anschlüsse für Deklinations-Motor / Fokussier-Motor / variable Fadenkreuz-Beleuchtung / elektronische Handsteuerung bei Langzeitfotografie / Schnellgang zum Spazieren auf dem Mond / variable Frequenzen für Sterne, Sonne oder Mond / Computer / digitale Koordinaten - Anzeige sind an der durch Mikroprozessor gesteuerten Elektronik bereits vorhanden

Modell 'STANDARD'

Fr. 2910.-

mit verstellb. Stativ !
mit Polwiege !
mit elektr. Antrieb !
mit Vergütung !

Besichtigung nur nach Vereinbarung jederzeit von 9-21 Uhr möglich ! Tel.: 01/841'05'40. Gratis-Katalog anfordern ! (Ausland 4 int. Antwortcoupons von Post)

Einzige autorisierte Direktimport-MEADE-Vertretung Schweiz:

E. Aeppli, Astro-Optik, Loowiesenstr.60, **8106 ADLIKON**

CELESTRON® C8

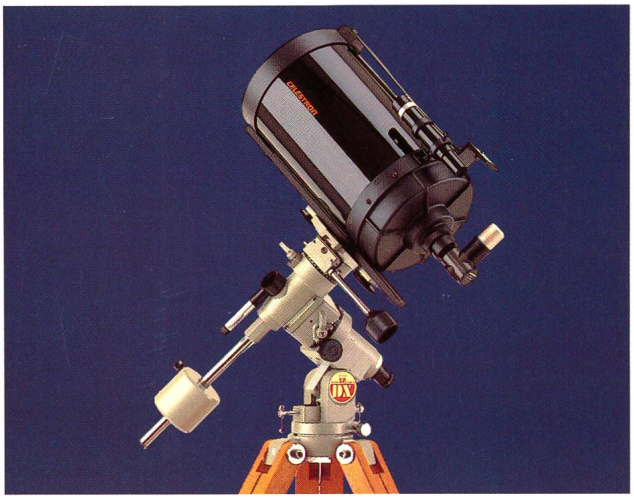
Ø 203 mm / Brennweite 2030 mm / Lichtstärke f/10

Das exzellente optische System "Schmidt-Cassegrain" von CELESTRON mit dem besten Kontrast und der besten Auflösung.

Celestron 8 Super Polaris

Die Grundausstattung enthält ein komplettes Teleskop mit folgenden Teilen: Tubus mit **‹Starbright› Coating**, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel MC 1¼", Okular 26 mm Plössl (78x), Sucherfernrohr 6 x 30, Montageschlitten, Super Polaris Montierung, Polsucherfernrohr mit Beleuchtung, Holzstativ (höhenverstellbar), Transport-/Aufbewahrungskoffer.

C 8 Super Polaris ‹Starbright› **Fr. 3 990.–**



Celestron 8 Super Polaris DX

Die Grundausstattung enthält ein komplettes Teleskop mit folgenden Teilen: Tubus mit **‹Starbright› Coating**, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel MC 1¼", Okular 26 mm Plössl (78x), Sucherfernrohr 6 x 30, Montageschiene, Montagegriff mit Kamerahalter, **Super Polaris DX Montierung** mit Holzstativ, Höhe ca. 110 cm, Polsucherfernrohr mit Beleuchtung, Transport-/Aufbewahrungskoffer.

C 8 Super Polaris DX ‹Starbright› **Fr. 4 950.–**

NEU! · Celestron 8 ULTIMA-PEC

Die Grundausstattung enthält: Tubus mit **‹Starbright› Coating**, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel MC 1¼", Sucherfernrohr 8 x 50 mit Polsucher, beleuchtet, 90°-Einblick oder gerade, Okulare 1¼" 30 mm Plössl (68x) und 7 mm Ortho (290x). Neue extra stabile Gabelmontierung mit 2 Handgriffen, Transport-/Aufbewahrungskoffer.

PEC (= Periodic Error Control) reduziert den periodischen Fehler um über 70%. Der Computer merkt sich die Nachführkorrekturen, welche Sie während einer Initialisierungsphase von ca. 5 Minuten ausgeführt haben. Vier verschiedene Grundgeschwindigkeiten für Sterne, Mond, Sonne und sogar die Einstellung der King'schen Nachführrate ist möglich. 9V Batterie für 30-50 Stunden Betriebsdauer.

C 8 ULTIMA-PEC ‹Starbright› **Fr. 5 990.–**

Celestron 8 COMPUSTAR

Die Grundausstattung enthält: Tubus mit **‹Starbright› Coating**, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel 2", Okular 2" 50 mm Plössl (40x), Sucherfernrohr 8 x 50 mit Polsucher, beleuchtet, 90°-Einblick oder gerade, verstärkte Gabelmontierung mit elektr. Antrieb (12V Gleichspannung), Schrittmotoren in Rektaszension und Deklination, Präzisionsschneckentrieb, Computer mit komplettem Astronomieprogramm (rote LED-Anzeige). 8190(!) Objekte eingespeichert. Transport-/Aufbewahrungskoffer.

C 8 COMPUSTAR ‹Starbright› **Fr. 10 900.–**

Generalvertretung für die Schweiz:

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstrasse 124, Postfach,
8034 Zürich, Tel. 01/383 01 08