Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 53 (1995)
Heft: 269

Heft

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

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

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

Download PDF: 11.08.2025

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

269

August · Août · Agosto 1995

ORION

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

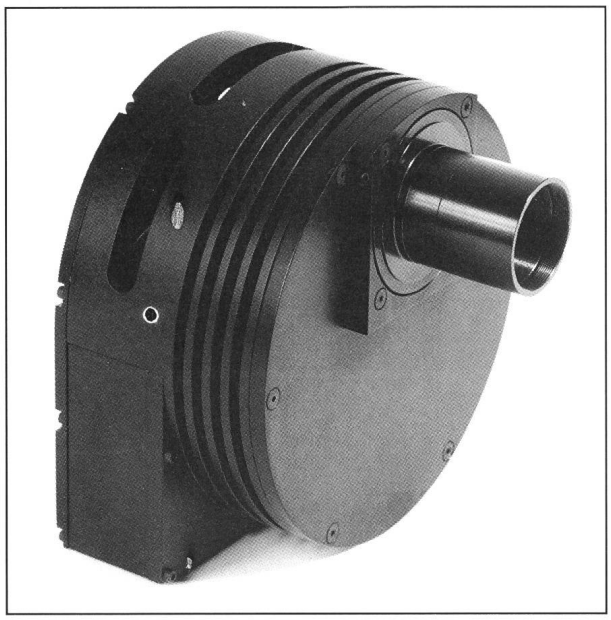
SBIG
ASTRONOMICAL
INSTRUMENTS

NIE MEHR...

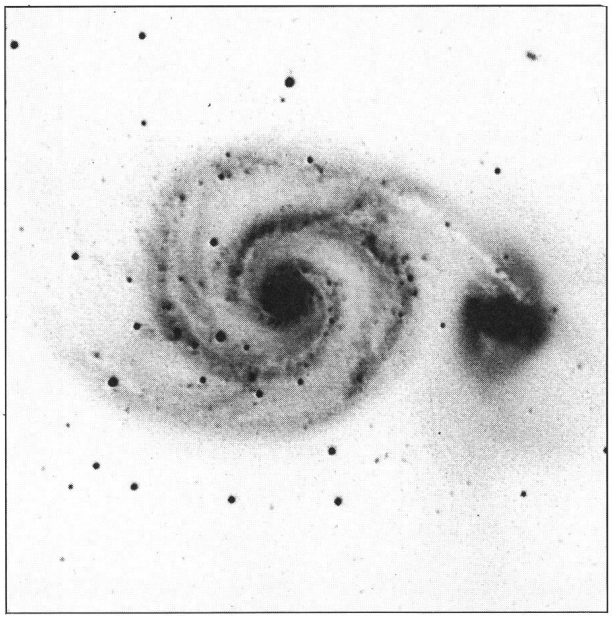
Leitfernrohre!
Off Axis Nachführ-Systeme!
Parallaxenfehler!
Leitsternsuche!

SBIG revolutioniert die CCD-Technik erneut - mit den beiden patentierten, dualen CCD Kameras ST-7 und ST-8.
Jede der beiden Kameras besitzt zwei unabhängige CCD-Detektoren, einen zur automatischen Nachführung, den anderen zur Bildintegration. Es ist uns in den vergangenen Monaten schwergefallen, über diese nunmehr patentrechtlich geschützte Entwicklung absolutes Stillschweigen zu bewahren.
Die CCD-Chips sind auf engstem Raum, in der exakt gleichen Bildebene nebeneinander angeordnet. Auf diese Weise kann der bildgebende Chip Integrationszeiten zwischen 0.11 sec. bis zu einer Stunde nutzen, während der zweite, kleinere Detektor das Teleskop kontinuierlich nachführt.
Beide Kameras nützen KODAK-Chips mit 9 Mikron quadratischen Pixeln - bei 16 bit Bildtiefe!
Für Fernrohre mit langen Brennweiten o.ä. gibt es eine rauschfreie "2x2 On-chip binning" - Option, so kann die Chipfläche auf Wunsch in effektiv 18 Micron große Pixel unterteilt werden. Die ST-7 Kamera besitzt 768 x 512 Pixel, die ST-8 1536 x 1024 Pixel. Beide Kameras sind mit superschnellen, parallelen Schnittstellen ausgerüstet, dies erbringt eine 20x höhere Übertragungsgeschwindigkeit als bei der Nutzung einer RS-Schnittstelle.
In Zusammenarbeit mit SOFTWARE BISQUE (The SKY) wurde ein ganzes Software-Paket neu erstellt, welches unter Windows läuft und alle Kamera - und Nachführfunktionen, eine revolutionäre Bildverarbeitung sowie das Filterrad CLA-6A automatisch kontrolliert.
Diese neue Windows-Software ist unübertroffen in punkto ÜBERSICHTLICHKEIT und ANWENDERFREUNDLICHKEIT.
Zur Leitsternsuche und Teleskopsteuerung steht über "The Sky" der gesamte Fundus des SAO und Hubble Guide Star-Kataloges, sowie die Objekte der Kataloge NGC, IC, PGC, PK, WDS u. GCVS zur Verfügung.

Technische Unterlagen u. DEMO-Diskette - kostenlos anfordern bei:
SAG Materialzentrale: Tel. 053/223869 u. 225416



ST-7/ST-8 CCD Kamera
mit komplett integrierter Elektronik, inkl. vibrationsfreiem Lüfter. Mit einem Celestron 8 Teleskop wurden Sterne 19ter Größe aus typischer Großstadtlage heraus problemlos aufgenommen. Die 18te Größe wird am C8 bereits bei 1 Min. Belichtungszeit erreicht!
Mit dem variablen ALAN GEE TELEKOMPRESSOR von Baader Planetarium läßt sich am C8 mit dem ST-7, bei f=4.7 ein Bildfeld von fast 1/2 Grad Seitenlänge erreichen - und mit MOSAIK-PC lassen sich sogar so große Dateien noch miteinander verknüpfen!



M 51 Galaxie in den Jagdhunden
Zwanzigminütiges Einzelbild, aufgenommen mit ST-7 CCD-Kamera und 180 mm ASTRO PHYSICS Apochromat bei mäßigem Seeing. Aufnahme und Bildverarbeitung mit "The Sky"-Software von Tony Hallas.

baader planetarium ®

SBIG - Generalvertretung für Deutschland, Österreich und die Schweiz:

BAADER PLANETARIUM GMBH
Zur Sternwarte • 82291 Mammendorf • Tel. 0 81 45/88 02 • Fax 0 81 45/88 05

53. Jahrgang
53e Année
Nr. 269 August 1995
No. 269 août 1995

Seiten 157-216
Pages 157-216

ORION

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

Inhaltsverzeichnis/Sommaire

Daniel Chalonge/ 1895-1977:
P. Wild: Erinnerungen an Daniel Chalonge 203
F. Egger: Heureuses rencontres 204

Neues aus der Forschung • Nouvelles scientifiques

F. Richter: Der Quantensprung des Wissens – ROSAT 193
A. Tarnutzer: W. Liller entdeckt drei Novae am Südhimmel 199
N. Cramer: Les planètes du pulsar PSR B1257+12 – Simple coïncidence? 208
G. Fischer: Le système solaire est-il chaotique? 210

Instrumententechnik • Techniques instrumentales

H. Jost-Hediger: Astrowerkstatt: Film versus CCD in der Amateurastronomie 161

Sonnensystem • Système solaire

F. Dorst: Sonnenring über Peru 168
A. Tarnutzer: Die ringförmige Sonnenfinsternis vom 29. April 1995 171
M. Griesser: TV-Satelliten am Schweizer Nachthimmel .. 172
F. Egger: Sonnengranulation 173
F. Barblan: Planètes, épisode 5, deuxième partie 175
C. Nitschelm: Mise au point – la date et l'heure de la fin du XXe siècle et du IIe millénaire 180

Astrofotografie • Astrophotographie

E. Recourt: Die Galaxien NGC 4725 und 4712. Der Galaxienhaufen in Corona Borealis 190
A. Behrend: Nébulosités dans la Voie Lactée 201

Mitteilungen/Bulletin/Comunicato

A. Tarnutzer, F. Egger: Die 51. Generalversammlung der SAG / 51e Assemblée générale de la SAS 181/17
H. Strübin: Jahresbericht des Präsidenten der SAG .. 184/20
P.-E. Muller: Rapport du secrétaire central 185/21
H. Bodmer: Bericht des Technischen Leiters 186/22
B. Zurbriggen: Membre d'honneur: Claude Nicollier / Ehrenmitgliedschaft an Claude Nicollier 187/23
A. von Rotz: Hans Baumann zum Gedenken 188/24
Th. Jost-Hediger: 40 Jahre «Astronomische Gesellschaft Rheintal» 188/24
E. Recourt: Die Galaxien NGC 4725 und 4712. Der Galaxienhaufen in Corona Borealis 190/26
Veranstaltungskalender / Calendrier des activités 191/27
H. Bodmer: Planetendiagramme / Diagrammes planétaires 192/28
H. Bodmer: Sonne, Mond und innere Planeten / Soleil, Lune et planètes intérieures 192/28

An- und Verkauf / Achat et vente 174

Buchbesprechungen • Bibliographies 212

Titelbild/Couverture

Jupiter dans le Scorpion (fin mai 1995). La Voie lactée se lève derrière la Sierra del Toro dans les Andes chiliennes. Au premier plan sont les télescopes NTT et 3.6m de l'ESO à La Silla.
Jupiter im Skorpion (Ende Mai 1995). Die Milchstrasse geht auf hinter die Sierra del Toro in den chilenischen Anden. Im Vordergrund stehen die ESO NTT und 3.6m Teleskope von La Silla.
(Photo/Foto: N. Cramer. Fuji HG1600. 28mm f: 2.0)

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

Postfach 126 CH-8750 Glarus
Tél. 077/57 26 01 – Fax: 058/61 86 38

Impressum Orion

Leitender Redaktor/*Rédacteur en chef:*
Dr. 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.

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.

Auflage/*Tirage*:
2800 Exemplare, *2800 exemplaires.*

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

Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Copyright/*Copyright*:
SAG. Alle Rechte vorbehalten. SAS. *Tous droits réservés.*

Druck/*Impression*:
Imprimerie Glasson SA, CH-1630 Bulle

Redaktionsschluss **ORION 270: 04.08.1995** ***Dernier délai pour l'envoi des articles*** ***ORION 270: 04.08.1995***
ORION 271: 06.10.1995 ***ORION 271: 06.10.1995***

Ständige Redaktionsmitarbeiter/*Collaborateurs permanents de la rédaction:*

Astrofotografie/*Astrophotographie:*
Armin Behrend, Les Parcs, CH-2127 Les Bayards /NE
Werner Maeder, 1261 Burtigny

Neues aus der Forschung/*Nouvelles scientifiques:*
Dr. Charles Trefzger, Astr. Inst. Uni Basel, Venusstrasse 7, CH-4102 Binningen
Dr. Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
Dr. Fabio Barblan, Ch. Mouille-Galand 2a, CH-1214 Vernier/GE

Instrumententechnik/*Techniques instrumentales:*
H. G. Ziegler, Ringstrasse 1a, CH-5415 Nussbaumen

Sektionen SAG/*Section SAS:*
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern

Sonnensystem/*Système solaire:*
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Burgdorf
Jean-Gabriel Bosch, Bd Carl Vogt 80, CH-1205 Genève

Sonne/*Soleil:*
Hans Bodmer, Schlottenbüelstrasse 9b, CH-8625 Gossau

Weitere Redaktoren/*Autres rédacteurs:*
M. Griesser, Breitenstrasse. 2, CH-8542 Wiesendangen
Hugo Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

Reinzeichnungen/*Dessins:*
H. Bodmer, Gossau; H. Haffter, Weinfelden

Übersetzungen/*Traductions:*
Dr. H. R. Müller, Oescherstrasse 12, 8702 Zollikon

Inserate/*Annonces:*
Kurt Niklaus, Gartenstadtstrasse 25, CH-3097 Liebefeld

Redaktion ORION-Zirkular/*Rédaction de la circulaire ORION*
Michael Kohl, Hiltisbergstrasse, CH-8637 Laupen

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements auf ORION (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an:
Für Sektionsmitglieder an die Sektionen.
Für Einzelmitglieder an das Zentralsekretariat der SAG, Paul-Emile Muller, Ch. Marais-Long 10, 1217 Meyrin (GE).
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:
Urs Stampfli, Däleweidweg 11, (Bramberg) 3176 Neuenegg, Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.
Einzelhefte sind für SFr. 9.– zuzüglich Porto und Verpakkung beim Zentralsekretär erhältlich.

ISSN 0030-557 X

Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions *(ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser:*
à leur section, pour les membres des sections,
au secrétariat central: Paul-Emile Muller, Ch. Marais-Long 10, 1217 Meyrin (GE), pour les membres individuels.
Cotisation annuelle SAS *(y compris l'abonnement à ORION)*
Suisse: Frs. 52.–, étranger: Frs. 55.–.
Membres juniors (uniquement en Suisse): Frs. 25.–.
Le versement de la cotisation n'est à effectuer qu'après réception de la facture.
Trésorier central: Urs Stampfli, Däleweidweg 11, (Bramberg) 3176 Neuenegg. Compte de chèque SAS: 82-158 Schaffhouse.
Des numéros isolés *peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs. 9.– plus port et emballage.*

ISSN 0030-557 X

Astrowerkstatt

Film versus CCD in der Amateurastronomie

(Versuch eines Vergleichs)

H. JOST-HEDIGER

Seit mehreren Jahrzehnten wird auch in der Amateurastronomie der Film zur Dokumentation von Beobachtungen oder einfach aus Freude am schönen Bild verwendet. Waren anfänglich nur wenige, teilweise auch schlecht geeignete Filme verfügbar, so verfügen wir heute sowohl in der Schwarz/Weiss- Fotografie als auch in der Farbfotografie über eine Vielzahl von verschiedenen Filmen und die Astrofotografie lässt auch für uns Amateure fast keine Grenzen offen. Demgegenüber steht die noch junge Technik der CCD-Fotografie, die seit einigen Jahren auch dem Amateur zu mehr oder weniger erschwinglichen Preisen zur Verfügung steht und welche manchmal fast den Eindruck erwecken könnte, der gute «alte» Film habe ausgedient.

Wo liegen nun die Unterschiede, Vorteile, Nachteile der zwei verschiedenen Aufnahmetechniken. Wo ergänzen sie sich? Wo gibt es Überschneidungen? Für welche Möglichkeit soll sich der Amateur überhaupt entscheiden?

Diesen Fragen wollen wir in diesem Artikel anhand von einigen ausgewählten Kenndaten nachgehen und dabei versuchen, die grössten Unterschiede in der Anwendung der zwei Techniken zu erkennen.

Weshalb überhaupt Astrofotografie

Was treibt uns überhaupt dazu, Himmelsobjekte zu fotografieren. Ist es die Freude am schönen Bild, die Sammelleidenschaft oder liegt der Grund darin, dass wir die Objekte unserer Begierde (für eine beschränkte Zeit) unsterblich machen wollen? Oder liegt der Grund in der Faszination der vielen Techniken, deren man sich bedienen kann?

Nein! der Grund liegt vor allem darin, dass die meisten Objekte, die uns interessieren, visuell so schwach sind, dass sie von blossem Auge auch mit den grössten Instrumenten schlichtweg nicht zu beobachten sind. Der wahre Beweggrund der Astrofotografie ist also darin zu suchen, dass wir *Unsichtbares sichtbar machen* wollen. Mit der Fotografie gewinnt man bei gleicher Optik ca. 5 Grössenklassen (Faktor 100). Währenddem das Auge nur das Licht eines kurzen Augenblicks wahrnimmt, wird bei der Fotografie das Licht während der unter Umständen Stunden dauernden Belichtung addiert und lässt uns dadurch noch Dinge erkennen, welche weit jenseits unserer visuellen Wahrnehmung liegen. Nur dadurch ist es uns überhaupt möglich, einen Blick in die Vergangenheit und damit auch Zukunft des Universums zu werfen und zu erkennen, dass wir nur während einer kurzen Zeit, einem Augenblick in der Unendlichkeit, Wanderer in einem für uns unendlichen Raum und einer unendlichen Zeit sind.

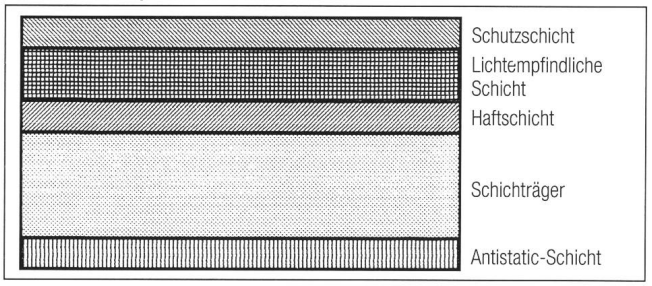
Und dann gibt es natürlich auch einen praktischen Grund: Eine Foto oder gespeicherte CCD-Aufnahme ist ein Dokument, welches wir jederzeit wieder zur Hand nehmen und auswerten können. Wer hätte vor Jahrzehnten daran gedacht, dass die vielen tausend Platten von Himmelsüberwachungsprogrammen von z.B. Sonnenberg oder Mount Palomar später einmal digitalisiert würden und dadurch damals ungeahnten, neuen und äusserst effizienten Auswerteverfahren zugänglich gemacht werden könnten?

Der Film

Die Geschichte der Fotografie und mit ihr die des Films beginnt nicht mit einer grossen Erfindung an einem bestimmten Tag. Sie hat vielmehr mit ihrer langen Geschichte dort angefangen, wo Menschen damit begannen, Gesehenes zeichnerisch und unter der Verwendung von Hilfsmitteln wie Licht, Optik und Chemie festzuhalten. Die Suche nach lichtempfindlichen Substanzen hat dabei während Jahrhunderten Alchimisten und Naturwissenschaftler beschäftigt. Johann Heinrich Schulze entdeckte 1727, dass sich Kreidepulver und Silbernitrat unter Lichteinwirkung schwärzen. Carl Wilhelm Scheele wies 1777 die höhere Aktinik blauer Strahlen mit Chlorsilber nach, und Tom Wedgwood und Sir Humphrey Davy experimentierten im Jahr 1802 ausgiebig mit Silbernitrat. Beinahe hätten sie den Film erfunden, doch konnten sie ihre ersten Photogramme nicht fixieren. Nach 1835 lag dann die Fotografie sozusagen in der Luft. Am 19. August 1839 kam dann das Verfahren von Louis Jacques Mandé Daguerre mit Hilfe der französischen Regierung zuerst an die Öffentlichkeit. Dieses Datum gilt als die Geburtsstunde des Films. Daguerre benutzte Silberplatten, die er mit Joddämpfen sensibilisierte und nach der Belichtung mit Quecksilberdämpfen entwickelte. 1871 wurde dann der eigentliche Durchbruch geschafft. Richard Leach Maddox erfand die Bromsilbergelatine-Platte und legte damit den Grundstein für sämtliche auch heute noch gebräuchlichen Verfahren.

Der fotografische Film ist ein äusserst kompliziertes Gebilde, das in heiklen Prozessen mit sehr engen Toleranzen entsteht (Bild 1). Zunächst wird beim *Schwarzweiss* Film ein nicht lichtempfindlicher, durchsichtiger Träger aus z.B. Polyester in einer Dicke von etwa 0,1mm bei Kleinbild- und Rollfilmen und von 0,25mm bei Planfilmen hergestellt. Dann

Bild 1. Der Aufbau des Films



wird die Emulsion aus ihren Komponenten Silbernitrat und Alkalihalogenide in Gelatine gemischt, gereift und mit verschiedenen Zusätzen zur Empfindlichkeitssteigerung, Stabilisierung und Sensibilisierung versehen. Danach folgt der Giessprozess, bei welchem auf dem Schichtträger zuerst eine Haftschicht und dann eine oder mehrere Emulsionsschichten und zum Schluss eine Schutzschicht aufgebracht werden. Zur Verhinderung von Reflexionen werden Planfilme hinten mit einer sogenannten Lichthofschutzschicht versehen, während bei Kleinbildfilmen Schichtträger mit einer lichthofvermindernden Graufärbung gewählt werden.

Bei der Belichtung werden nun einzelne in der Emulsion (Bild 2) verteilte Bromsilbermoleküle durch das einfallende Licht teilweise oder ganz zu metallischem Silber reduziert. Bei der anschliessenden Entwicklung werden die «angefressenen» Körner zu Silberkristallen reduziert. Durch die Fixierung und Wässerung werden danach unbelichtete oder unentwickelte Bromsilbermoleküle aufgelöst und mit Wasser weggespült. Da metallisches Silber lichtundurchlässig ist, erscheint es in der Durchsicht dunkel. Überall dort, wo Licht auftraf, resultieren deshalb dunkle Bildstellen d.h. ein negatives Bild: Sterne sind schwarz, der Himmel ist weiss.

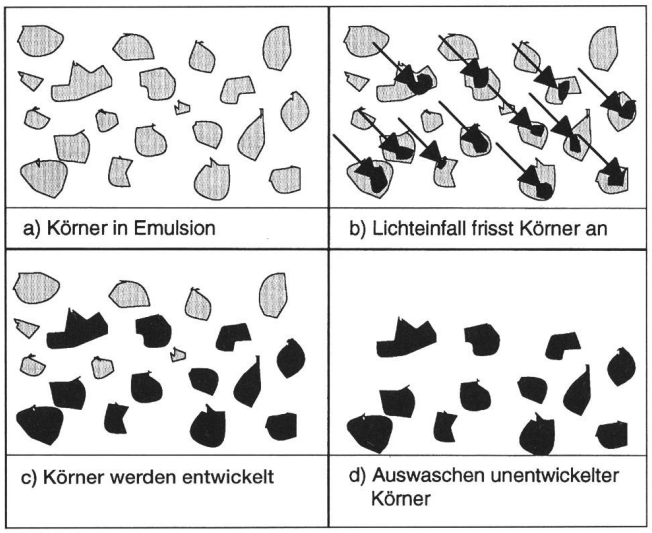


Bild 2. Die Filmentwicklung

Der *Farbfilm* ist im Prinzip identisch wie der Schwarzweissfilm aufgebaut. Anstelle nur einer Emulsion werden aber drei rot-, grün-, blau-empfindliche Emulsionen übereinander gegossen. Die drei verschiedenen Teilbilder ergeben dann zusammen das Farbbild. Da aber die Farbe der drei Emulsionen auf Tageslicht abgestimmt ist, sind Astrobilder nur in den seltensten Fällen absolut farbgetreu.

Die CCD-Kamera

Im Gegensatz zum Film stehen den Astroamateuren die CCD-Kameras erst seit einigen wenigen Jahren zur Verfügung. Während dieser paar Jahre hat die Entwicklung dieser Technologie riesige Fortschritte gemacht und ein Ende ist noch nicht abzusehen

Wie funktionieren nun eigentlich CCD-Chips? Sie bestehen aus einer Anordnung von lichtempfindlichen Dioden, welche in Zeilen und Kolonnen angeordnet sind. Wenn Licht auf diese Photodioden fällt, so werden aus den Atomen der Photodioden Elektronen herausgeschlagen, welche eine elektrische Spannung aufbauen. Diese elektrische Spannung kann dann aus jedem Pixel seriell ausgelesen und gemessen werden. Pro Pixel können zum Beispiel bei der LYNXX2 150'000 Elektronen sehr genau gezählt werden.

Wie ist nun die Kamera aufgebaut (Bild 3)? Sie besteht aus einem CCD-Chip, welcher in einem luftdichten und evakuierten Gehäuse eingebaut ist. Da die CCD-Chips sehr temperaturempfindlich sind (8 Grad Temperaturerhöhung verdoppelt das thermische Rauschen), wird der Chip in der Regel mit einer thermoelektrischen Kühlung (Peltier Element) je nach Chip zwischen 30 Grad bis 60 Grad unter die Umgebungstemperatur abgekühlt. Dann ist selbstverständlich im Kamerakopf eine Steuerelektronik eingebaut, welche die Aufnahmedaten entweder direkt über eine in aller Regel serielle Schnittstelle in den PC überträgt, oder aber dann mit einer zusätzlichen Elektronikkarte im PC zusammenarbeitet. Schlussendlich ist im PC noch die jeweilige Steuersoftware für die entsprechende Kamera geladen, welche erst die Bedienung der Kamera ermöglicht.

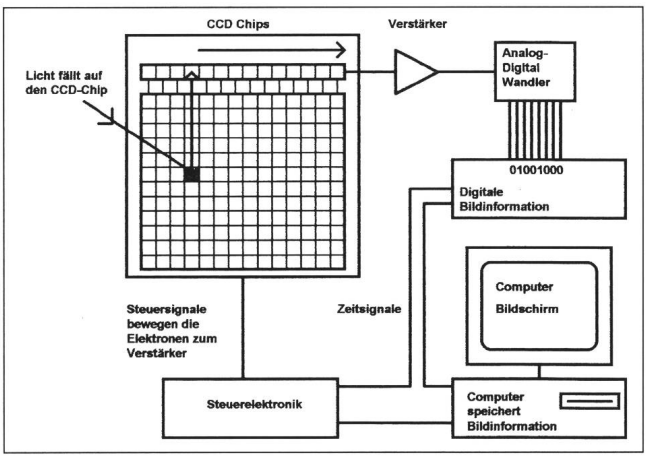


Bild 3. Der Aufbau der CCD-Kamera

Die Limiten der CCD Kamera werden durch die verschiedenen Arten des Rauschens bestimmt. Es sind dies: das thermische Rauschen, das Ausleserauschen und das «Glühen» des Ausleseverstärkers. Die Grösse dieser «Fehler» kann aber (in der Regel pro Aufnahme) mit geeigneten Korrekturaufnahmen ermittelt und korrigiert werden. Eine weitere Limite stellt die variable Empfindlichkeit der einzelnen Pixel dar, haben doch kein zwei Pixel die exakt identische Empfindlichkeit. Die Streuung beträgt bei einem guten Chip ca. 1%. Auch dies kann mit einer Korrekturaufnahme, der sogenannten Flat-Field Aufnahme korrigiert werden. Schlussendlich wird der mögliche Kontrast, das heisst die Anzahl der erzielbaren Graustufen, durch die sogenannte Quantisierung der Kamera (256, 4096 oder 16 000 Schritte) bestimmt.

Vom Negativ zum Bild

In der Regel werden wir als Amateurastronomen vom Filmnegativ ein Bild herstellen wollen. Da wir bereits durch die Wahl des Films (kontrastreicher oder weicher Film) und des Entwicklers einen wesentlichen Teil der Eigenschaften des

zukünftigen Bildes bestimmt haben, stehen uns bei der weiteren Verarbeitung nicht mehr beliebig viele Möglichkeiten offen. Im allgemeinen können wir den bereits durch das Negativ vorbestimmten Kontrast gleich lassen, verstärken oder abschwächen. Wir erreichen das durch die Verarbeitung der Bilder auf weichem, mittlerem oder hartem Papier. Müssen aber auf einem Bild sehr lichtschwache Teile verstärkt und sehr kontrastreiche Teile abgeschwächt werden, so bleibt uns nur die aufwendige und schwierige Methode des Abwedelns oder des Maskierens offen. Mit diesen Methoden gelingt es gut, den unterschiedlichen Anforderungen der verschiedenen Motive (z.B.Sonne Weisslicht mit viel Kontrast, Sonne Protuberanzen mit wenig Kontrast, deep sky Objekte mit wenig Kontrast) zu genügen.

Die Arbeit in der Dunkelkammer ist, auch nach viel Übung, durch den Kampf gegen den allgegenwärtigen Staub, welcher auch die schönsten Bilder ruinieren kann, bestimmt. Das Motto von G.Klaus «Wie Don Quichote gegen die Windmühlen, so kämpfen wir Fotolaboranten heroisch gegen den Staub», stimmt wahrhaftig. Das immer wiederkehrende Ritual Belichten, Entwickeln, Wässern, Fixieren, Wässern, Trocknen kann aber durch Übung recht gut erlernt und perfektioniert werden.

Die Bildverarbeitung bei der CCD

Die «Entwicklung» der CCD-Aufnahmen erfolgt im Personal-Computer (PC). Die Voraussetzung für eine optimale Verarbeitung wird bereits bei der Aufnahme geschaffen. Sie besteht darin, dass sehr saubere und klare Aufnahmeprotokolle mit eindeutigen Bildbezeichnungen geführt werden. Alle Rohbilder und Korrekturbilder müssen in unverarbeiteter Form gespeichert werden. Niemals dürfen Bilder bereits bei der Aufnahme skaliert werden! Zu gross ist die Gefahr, dass falsche Korrekturbilder verwendet werden und die Rohdaten nicht mehr hergestellt werden können.

Zuerst müssen die Rohbilder, welche noch mit allen kamerabedingten Fehlern behaftet sind, kalibriert werden. Es wird nacheinander das BIAS-Bild zur Korrektur des Nullpunktes und dann das thermische Bild zur Korrektur des thermischen Rauschens vom Rohbild subtrahiert. Danach wird das erhaltene Bild durch das Flat-Field-Bild dividiert, um die variable Emfindlichkeit der einzelnen Pixel zu korrigieren. Jetzt steht uns ein kalibriertes Rohbild zur Verfügung, welches nun weiterverarbeitet werden kann.

Während uns beim Film als mögliche Bildbearbeitung nur eine Veränderung des Kontrastes zur Verfügung steht, kommen nun hier die grossen Vorteile der Bildverarbeitung per PC voll zur Geltung. Der Kontrastumfang kann auf sehr viele verschiedene Arten (linear, logarithmisch, exponentiell usw.) verändert werden. Ebenso ist es möglich, kontrastschwache oder kontrastreiche Bildelemente zu maskieren (auszuschneiden), separat zu verarbeiten und dann wieder zusammenzusetzen. Dem Erfindungsreichen sind fast keine Grenzen gesetzt. In den Aufnahmen verborgene Details können mit verschiedenen unscharfen Masken (lineare, binomiale, gaussförmige usw.) zum Vorschein gebracht werden. Auch Rauschen oder einzelne helle Pixel können mit geeigneten Filtern (Hochpass, Tiefpass, Geräuschfilter) beseitigt werden.

Das bearbeitete Bild ist jetzt im PC gespeichert und kann jederzeit wieder auf dem Bildschirm betrachtet werden. Will man auch von diesen Bildern Fotos, so muss der Bildschirm fotografiert werden. Auch da sind dann die von der Fotografie her bekannten Probleme mit dem Kontrast zu beachten.

Der Vergleich: Die Formate

Einer der auffallendsten Unterschiede zwischen dem Film und der CCD-Kamera besteht im unterschiedlichen Format der zwei verwendeten Medien. Während dem Amateur bei den Filmen Formate bis 100 x 125 mm zugänglich sind, liegen die Formate bei den CCD-Kameras durchwegs im Bereich von einigen Millimetern (Tabelle 1) (Bild 4). Entsprechend klein sind die daraus resultierenden Bildfelder, was den durch grosse Bildfelder verwöhnten Amateur vor völlig neue Herausforderungen stellt (Tabelle 2). Abhilfe schaffen würden nur neue, grossflächige CCD-Chips, welche dann aber auch wieder neue Probleme stellen können (benötigter Speicherplatz, Verarbeitungszeit).

Tabelle 1: Formate

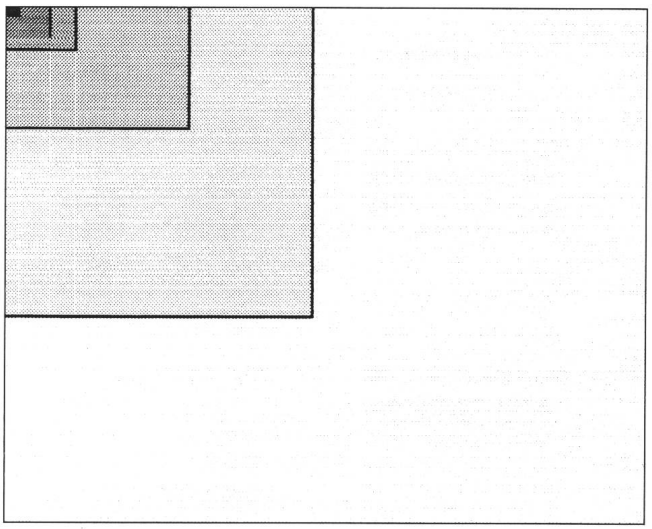
Medium	Format
Film Kleinbild	24 x 36 mm
Film Mittelformat	60 x 60 mm
Planfilm	100 x 125 mm
CCD LYNXX2	2,5 x 2,5 mm
CCD ST6	8,6 x 6,6 mm
CCD Meade Pictor 1616	9,2 x 13,8 mm

Tabelle 2: Bildfeld

Brennweite	CCD LYNXX2	Kleinbild	Planfilm
135 mm	1 Grad	10 Grad	40 Grad
1250 mm	6,6'	64'	4 Grad
5000 mm	1,6'	16'	64'

Auch die bei den kleinen Bildformaten notwendigen Vergrösserungen sind nicht unproblematisch, vergrössern wir den Film zum Papierbild in der Regel 10 bis 15 fach, so ist bei der CCD eine ca. 60 fache Vergrösserung notwendig. Bei der Dia-Projektion ist die Vergrösserung bei Kleinbildfilmen ca. 100-fach, bei der CCD ca. 1000-fach. CCD-Aufnahmen können in der Regel nicht projiziert werden, da bei dieser Vergrösserung ein Pixel 2-3 cm gross wäre!

Bild 4. Der Vergleich der Formate



Der Vergleich: Das Korn

Wie beim Film kann man auch bei der CCD-Kamera von Korn, bei der CCD-Kamera sind es die Pixel, sprechen (Tabelle 3). Während beim Film die Körner regellos und in verschiedenen, um einen Mittelwert streuenden Durchmessern, verteilt sind, sind die Pixel in der CCD-Kamera schön in Reih und Glied mit immer derselben Grösse angeordnet. Um einen einigermassen angemessenen Vergleich zu erhalten, müssen aber die bei den Filmen angegeben Korngrössen ca. mit 5 multipliziert werden, da die Körner in der Regel eher als Kornhaufen denn als einzelne Körner in Erscheinung treten.

Für beide Techniken gilt bezüglich des Korns dasselbe Gesetz: Je gröber das Korn, desto geringer die Auflösung; je gröber das Korn, desto schneller der Film; halb so grosses Korn = vier mal längere Belichtungszeit; man kauft feineres Korn mit längerer Belichtungszeit. Die Wahl der Korngrösse und somit, ob langsamer oder schneller Film, erfolgt durch die Wahl des Films. Bei den meisten CCD-Kameras ist die Korngrösse und somit die Empfindlichkeit fix vorgegeben und nicht änderbar. Neuere Kameras können nun aber die Korngrösse durch elektronisches Zusammenschalten von mehreren Pixeln zu einem Pixel in bestimmten Grenzen (Faktor 2, 3, 4, 9) ändern. Dadurch können das Korn und die Empfindlichkeit jeweils dem aufzunehmenden Objekt angepasst werden. Wie Tabelle 3 zeigt, sind trotz beträchtlichen Fortschritten bei der Herstellung von CCD-Chips noch wesentlich grössere «Körner» als beim Film vorhanden.

Tabelle 3: Die Korngrössen

Medium	Korngrösse
Film: TP 2415, 4415	ca. 1 µm *
Film Tmax 100 ASA	ca. 2 µm *
Film Tmax 400 ASA	ca. 5 µm *
CCD LYNXX2	13,75 x 16 µm
CCD ST6	23 x 27 µm
CCD Meade Pictor 1616	9 x 9 µm

* Kornhaufen mit ca. 5fachem Korndurchmesser

Der Vergleich: Das Auflösungsvermögen

Eines der wichtigsten Charakteristika eines Films oder einer CCD-Kamera ist das Auflösungsvermögen, die Fähigkeit, eng beieinanderliegende Einzelheiten richtig abzubilden. Um die Fähigkeit des Filmes abzuschätzen, muss man Testbilder mit einer unregelmässigen Abfolge von schwarzen und weissen Strichen fotografieren. Kann man auf einer Fotografie zum Beispiel pro Millimeter 100 einzelne Striche deutlich erkennen, dann sagt man, dass der Film eine Auflösung von 100 Linien pro Millimeter hat. Man kann also Einzelheiten von 10 Mikron erkennen. Filme mit sehr guter Auflösung wie z.B. der TP2415 haben eine Auflösung von bis zu 500 Linien, während schnelle Filme (z.B. 3200 ASA) ca. 30 Linien pro Millimeter auflösen können. Die Auflösung wird stark durch die Korngrösse, den Kontrast und dann natürlich vor allem durch die Luftunruhe beeinflusst.

Bei der CCD-Kamera lässt sich die Auflösung aufgrund der Pixelgrösse berechnen. Gemäss dem Informationstheorem von Shannon muss eine Information mindestens auf 2 Pixel abgebildet werden, um sicher erkannt zu werden. Die Auflösung kann deshalb als Anzahl Pixel pro Millimeter geteilt durch 2 definiert werden. Sie beträgt z.B. bei der LYNXX2 ca. 30 Linien pro Millimeter, entsprechend einem schnellen Film. Gegenüber dem Film hat die CCD-Kamera aber den Vorteil, dass dank den hervorragenden Möglichkeiten der Bildverarbeitung auch noch Linien mit sehr geringen Kontrasten (Helligkeitsunterschiede im Bereich von 1/2 Promillen) sicher hervorgehoben und somit auch erkannt werden können.

Der Vergleich: Die Schwärzungskurve

Die Schwärzungskurve des Films ist eine graphische Darstellung, welche die Zusammenhänge von Belichtung (log E * t auf der Abszisse) und Dichte (auf der Ordinate) aufzeigt und Filmcharakteristiken und Entwicklungseinflüsse verdeutlicht (Bild 5): A-B = Schleier; Grunddichte ohne Belichtung. B = Schwellwert, erste messbare Schwärzung über dem Schleier; B-C = Durchhang, Bereich der Unterbelichtung und Schattenzeichnung; C-D = geradliniger Teil, Bereich des korrekten Belichtungsumfanges; D-E = Schulter, Bereich der Lichterzeichnung und Überbelichtung; E = Scheitel oder maximale Dichte; E-F = Solarisation, Bereich der Schwärzungsabnahme; α = Steigungswinkel (alpha), $\gamma = tg\alpha = a/b$ (Gamma, Gradation). Als Gamma-Wert eines Films bezeichnet man seine Fähigkeit, Helligkeitsabstufungen des Objektes originalgetreu wiederzugeben. Gamma-Wert >1: kontrastreicher Film; Gamma-Wert = 1: originalgetreue Wiedergabe der Helligkeitsabstufungen; Gamma-Wert <1: weicher Film. In den meisten Fällen wird die Aufnahme in den Bereich des Teiles C-D gelegt. Sind jedoch kontrastschwache Details vor einem gleichmässigen Hintergrund zu fotografieren, muss aus Gründen der optimalen Übertragungsfunktion im Bereich B-C gearbeitet werden.

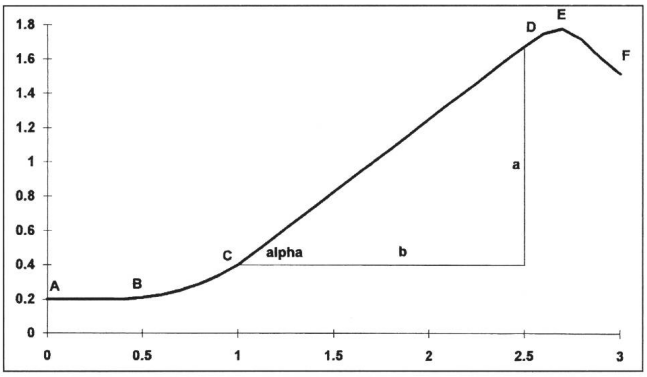
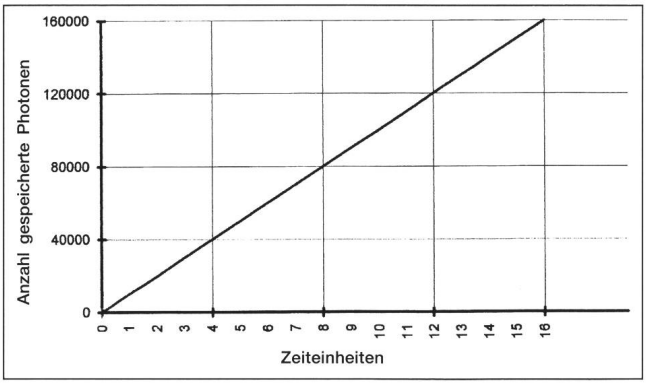


Bild 5. Die Schwärzungskurve des Films

Bild 6. Die «Schwärzungskurve» der CCD



Auch bei der CCD-Kamera kann von einer Schwärzungskurve (Bild 6), in diesem Fall wohl richtiger von einer Übertragungsfunktion, gesprochen werden. Sie ist, vom Nullpunkt ausgehend, absolut gerade, also optimal für die Aufzeichnung auch feinster Helligkeitsabstufungen. Das Einbringen von grösseren oder kleineren Gamma-Werten zur Kontrastverarbeitung erfolgt dann später im PC.

Der Vergleich: Die Empfindlichkeit

Eine immer wieder kontroverse Diskussion ist die Frage nach dem Vergleich der Empfindlichkeiten. Sie kann nicht eindeutig beantwortet werden. Bei der von mir verwendeten Kamera vom Typ LYNXX2 beträgt die Empfindlichkeit der CCD bei identischem Signal/ Rauschverhältnis und Kontrast ca. 100 ASA. Wird vom ganzen Empfindlichkeitsbereich der CCD nur ca. 1% benützt, so kann man natürlich auch behaupten, die CCD habe eine Empfindlichkeit von bis zu 40 000 ASA. Diese Art Aufnahmen zu machen, ist aber weitgehend sinnlos.

Der Vergleich: Der Schwarzschild-Effekt

Als Reziprozitätsfehler oder Langzeitverhalten (Bild 7) eines Films bezeichnet man die Tatsache, dass eine kurze Belichtungszeit und eine hohe Beleuchtungsstärke nicht dieselbe Schwärzung des Films ergeben, wie eine lange Belichtungszeit mit der entsprechenden geringen Beleuchtungsstärke. Nach dem Gesetz von Bunsen und Roscoe müsste dies der Fall sein. Der Astronom Karl Schwarzschild (nach ihm die Bezeichnung «Schwarzschild-Effekt») stellte 1899 fest: «je länger man belichtet, desto unempfindlicher wird die fotografische Schicht». Der Effekt ist beim Film unter anderem abhängig von: Filmempfindlichkeit, Emulsion, Langzeitbereich, Temperatur bei der Belichtung. Filme können zur Verminderung des Schwarzschildeffektes optisch oder chemisch (Forminggas) behandelt werden.

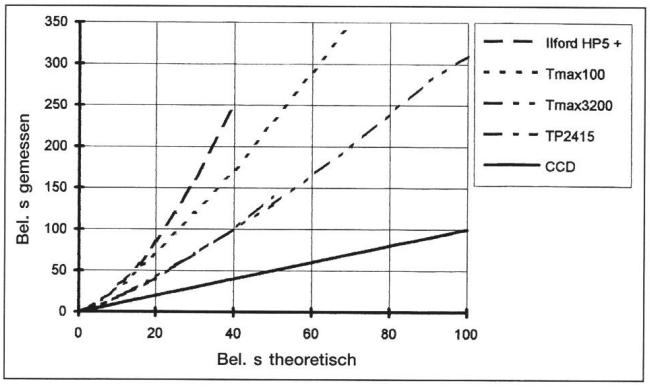


Bild 7. Der Schwarzschildeffekt

Dieser beim Film zu beachtende Effekt fehlt bei der CCD-Kamera vollständig. Da Photonen in Elektronen umgewandelt werden, spielt es absolut keine Rolle, ob in kurzer Zeit viele Photonen gesammelt werden oder ob während längerer Zeit wenig Photonen gesammelt werden.

Der Vergleich: Die spektrale Empfindlichkeit

Als spektrale Empfindlichkeit bezeichnet man die Fähigkeit eines Films oder eines CCD-Chips, Licht unterschiedlicher Wellenlänge abzuspeichern. Der bei Filmen lichtempfindliche Rohstoff Silberhalogenid ist nur für ultraviolettes und blaues Licht bis ca. 470 nm empfindlich. Durch das Beimengen bestimmter Farbstoffe, ein Prozess, den man in der Fachsprache optische Sensibilisierung nennt, wird die Emulsion für weitere Spektralbereiche empfindlich. Heute kennen wir im wesentlichen zwei verschiedene Filme: die orthochromatischen Filme, welche von blau (ca. 370 nm) bis gelb (ca. 600 nm) empfindlich sind und die panchromatischen Filme, welche von blau (ca. 370 nm) bis rot (ca. 680nm) empfindlich sind.

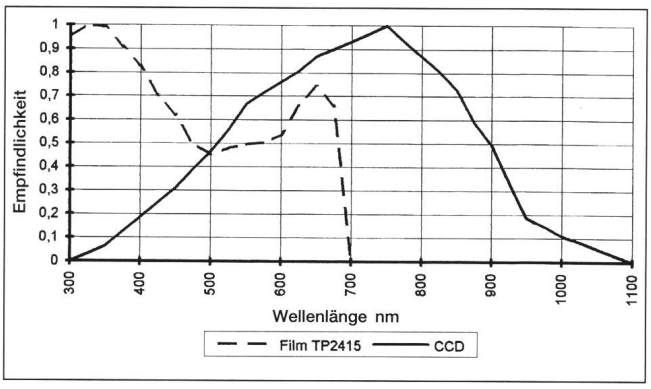


Bild 8. Die Spektrale Empfindlichkeit

Ganz im Gegensatz dazu stehen die CCD-Chips. Sie sind im blauen Bereich sehr unempfindlich und erreichen erst im Infraroten bei ca. 800 nm ihre maximale Empfindlichkeit um dann bis ca. 1100 nm empfindlich zu bleiben. Sie weisen somit gegenüber dem Film eine total andere spektrale Empfindlichkeit (Bild 8) auf, was vor allem bei der Verwendung von Refraktoren ohne Farbfilter zu Fokussier-Problemen führen kann (unser Auge ist leider für Infrarot unempfindlich).

Der Vergleich: Die Belichtungszeiten

Soll bei einer CCD-Aufnahme das gleiche Signal/Rauschverhältnis wie beim Film erreicht werden, so können nach meinen bisherigen Erfahrungen die Belichtungszeiten gegenüber dem Film um ca. den Faktor 5 verkleinert werden (Tabelle 4). Eine weitere Verkürzung ist, da bei der CCD-Kamera in der Regel mit Öffnungsverhältnissen im Bereich von 1:50 (Abhängig von Objekt, Brennweite und Pixelgrösse der CCD-Kamera) gearbeitet wird, nicht sinnvoll. Der grosse Vorteil der CCD-Kamera liegt jedoch darin, dass mehrere Aufnahmen mit kurzen Belichtungszeiten (z.B. 1/10 der notwendigen Soll-

Tabelle 4: Beispiele Belichtungszeiten

Objekt	Blende	Film SW 100 ASA	Blende	CCD LYNXX2
Halbmond Terminator	15	1 / 30 s	50	1 / 50 s
Vollmond	15	1 / 125 s	50	—
Jupiter	15	1 s	50	1 / 5 s
Saturn	15	2 s	50	1 / 3 s
Mars	15	4 s	50	1 / 2 s
Orion Nebel	3,5	30 mn	15	1 mn
Galaxien	3,5	30 mn	15	5 mn
Sonne Weissl.	15	1 / 125 s	15	1 / 100
Sonne H-alpha	22	1 / 2 s	22	1 / 2 s

Belichtungszeit, was beim Film hoffnungslos unterbelichtet wäre) zusammenaddiert und so zu einem voll belichteten Bild addiert werden können. Zu beachten ist aber bei diesem Verfahren, dass die Teilbilder die gleiche Qualität bezüglich Rauschen haben müssen, da sonst die Qualität des ausbelichteten Bildes nicht optimal ist und der Verarbeitungsaufwand am PC beträchtlich ansteigen kann.

Der Vergleich: Welche Technik für welches Objekt?

Eine Beurteilung, ob für die Fotografie eines bestimmten Objektes wohl die CCD-Technik oder das Fotografieren mit Film vorzuziehen ist, kann kaum abschliessend beantwortet werden. Sicher kann mit beiden Techniken fast jede dem Amateur zugängliche Arbeit mehr oder weniger gut durchgeführt werden. Trotzdem habe ich versucht, in der Tabelle 5 die

Objekt	Film	CCD
Optisch «schöne» Bilder	++	—
Wissenschaftliche Bilder	+	++
Sonne Total Weisslicht	++	—
Sonne Einzelflecken	++	+
Sonne Protuberanzen	+	+
Sonne Filamente	+	+
Mond Total	++	—
Mond Details	++	+
Mars	–	++
Jupiter	–	++
Saturn	–	++
Deep Sky (Nebel, Galaxien usw.)	++	+
Suche nach Super-Novae	++	+
Photometrie Variable	–	++
Photometrie Kleinplaneten	–	++
Photometrie Kometen	–	++

Tabelle 5: Welche Technik für welches Objekt?

für mich im Moment geltenden Regeln zusammenzufassen. Unbestreitbare Vorteile gegenüber dem Film weist die CCD-Kamera im Bereich der Planetenphotographie und der Photometrie auf. Für grossformatige, optisch schöne Bilder ist für mich aber immer noch die Schmidt-Kamera die einzige wirklich gute Lösung.

Der Vergleich: Die notwendige Optik

Die Anforderungen, die an die Optik gestellt werden, sind in etwa vergleichbar. Bei der CCD-Kamera werden aber aufgrund des sehr kleinen Formates kürzere Brennweiten verwendet. Hinzu kommt, dass wegen des sehr grossen Spektralbereiches Spiegeloptiken verwendet werden sollten. Werden Refraktoren verwendet, so müssen in jedem Fall Filter eingesetzt werden, da sonst das Fokussieren auch bei Optiken mit guter Farbkorrektur fast unmöglich wird.

Der Vergleich: Die Kosten

Die Kosten der zwei Techniken, selbst ohne Berücksichtigung der Optiken, miteinander zu vergleichen, ist sehr schwierig. Zu unterschiedlich sind die Anforderungen für die verschiedenen Arbeitsgebiete und zu unterschiedlich sind wohl auch die Anforderungen des Amateurs. Bei der ganzen Kostenfrage lasse ich die Kosten der Optik unberücksichtigt.

Film	CCD	
Kamera	CCD-Kamera:	3'000 - 15'000
Dunkelkammer	PC:	2'500 - 4'500
Vergrösserungsapparat	Software:	100 - 2'000
Total ca. 1'500 - 3000	Total	5'600 - 21'500

Tabelle 6: Anschaffungskosten

Tabelle 7: Jährliche Kosten

Tätigkeit	Film	CCD
20 Schmidt Aufnahmen Negativ	100	
15 Kleinbildfilme	500	
Photopapier	100	
Entwickler	100	
Speicherplatz für ca. 1500 Bilder		100
Total ca.	800	100

Die ganze Aufstellung der jährlichen Kosten konnte ich nur aufgrund meiner persönlichen Erfahrung machen. Die Unterschiede werden je nach Arbeitsgebiet und Technik sehr gross sein. Bei den CCD-Aufnahmen ist besonders zu beachten, dass z.B. 1500 Bilder mit der Meade Pictor 1616 einen Speicherplatz von ca. 4,5 Gigabyte bei heutigen Kosten von ca. 4500Fr. bedingt. Da würde man dann vermutlich doch etwas weniger Aufnahmen machen und aufbewahren.

Film oder CCD für den Amateur?

Welche Technik soll ich als Amateur nun anwenden? Soll ich mit dem Film fotografieren oder soll ich mir eine CCD-Kamera anschaffen?

Dies hängt meiner Erfahrung nach davon ab, an was man Freude hat und was man wirklich gut kann oder können will. Auch der Geldbeutel ist sicher zu Rate zu ziehen, wie auch zu überlegen sein wird, wieviel Zeit man investieren kann. Es ist sicher wichtiger, vielleicht einmal etwas weniger zu tun, das dafür aber mit Engagement und wirklich gut. Vergessen wir nicht, jahrtausendelang haben die Menschen den Himmel von blossem Auge beobachtet, und das nicht schlecht. Erst ab ca. 1600 stand dann das Fernrohr zur Verfügung. Die Fotografie steht dem Astroamateur erst seit diesem Jahrhundert zur Verfügung und die CCD-Kamera erst seit einigen Jahren. Und trotzdem konnten Amateure auch ohne moderne Techniken wertvolle Erkenntisse gewinnen und an ihrem Hobby Freude haben.

Ich finde, alle Techniken, sei es die Beobachtung von Auge, das Zeichnen, das Fotografieren mit Film oder mit CCD-Kameras sind faszinierend und können das Leben voll ausfüllen. Möge jeder vor allem das tun, was ihm persönlich am meisten Freude und Befriedigung verschafft.

Quellenangaben

Schwarzweiss Photoschule, Verlag Photographie, ISBN 3-7231-0009-0

Astro-Photographie, PATRICK MARTINEZ, ISBN 3-87139-081-X

Astronomical Image Processing, RICHARD BERRY, Willmann-Bell Inc, ISBN 0-943396-32-8

Choosing and Using a CCD Camera, RICHARD BERRY, Willmann Bell Inc, ISBN 0-943336-39-5

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, 2540 Grenchen

Weil die Sterne nicht am Himmel stehen

Wenn Sie mit hochwertigen Objektiven den Himmelskörpern auf ihren Bahnen folgen wollen, sollten Sie nicht auf eine gute Montierung verzichten. Denn mit der neuen PaMont II von Carl Zeiss für Tuben bis zu 20 kg Masse können Sie jetzt die Leistungskraft Ihres Teleskops voll ausschöpfen. Die quarzstabilisierte Steuerung der 12 V Schrittmotoren in beiden Achsen sorgt für bequeme Positionierung und professionelle Nachführgenauigkeit. Ausgefeilte Technik, Robustheit und Präzision garantieren die notwendige Stabilität. So können Sie mit Vergnügen beobachten und Nachführproblemen selbst bei langen Belichtungszeiten ein Schnippchen schlagen.

Technische Daten:

Belastbarkeit:
20 kg (Refraktoren bis ca. 150 mm Öffnung bzw. Reflektoren bis ca. 300 mm Öffnung)

Masse:
12,5 kg
zzgl. Gegengewichte

Spannung:
12 V DC

Leistungsaufnahme:
max. 10 W

Antriebe in α und δ:
12 V Schrittmotoren, hochauflösend

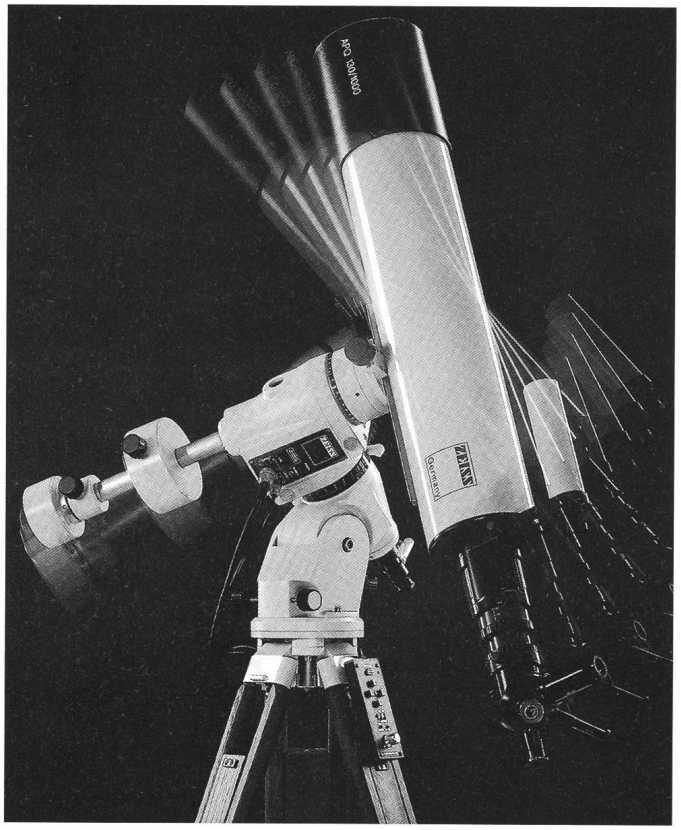
Nachführung:
siderisch, lunar, synodisch

periodischer Fehler:
$\leq \pm 5''$

Positionier-geschwindigkeit:
2x, 8x, 16x (15"/sec.)

Polsucher:
optional

Startracking:
vorbereitet



ZEISS

Carl Zeiss AG
Postfach
8021 Zürich
Telefon 01/465 91 91

Av. Juste-Olivier 25
1006 Lausanne
Téléphone 0 21/320 62 84

Sonnenring über Peru

F. DORST

Es passiert nicht gerade oft, daß ein Land innerhalb eines halben Jahres gleich zweimal eine zentrale Sonnenfinsternis erlebt. Überstrich am 3. November 1994 der Mondkernschatten noch den Süden von Peru, so eilte am 29. April 1995 die zentrale Partie seines Halbschattens über den Norden des Landes. Der knapp 3minütigen Totalität von 1994 stand diesmal eine ca. 6 $^1/_2$ minütige Ringförmigkeit zur Finsternismitte gegenüber. In der Sechura-Wüste westlich der Anden verlief die Zentralzone durch die zu dieser Jahreszeit regenreiche Amazonasregion, verbunden mit einer in dieser Hinsicht ungünstigen nachmittäglichen Ortszeit.

Dieses relativ eindeutig erscheinende Bild wurde jedoch von zwei Fakten bedroht: Zum 4. Mal in Folge hatte sich im Spätjahr der El Nino-Effekt etabliert und Ende Januar kam noch der kriegerische Grenzkonflikt zwischen Peru und Ecuador hinzu, der zunächst die nahebei verlaufende Zentralzone der Finsternis unzugänglich machte. Glücklicherweise schwächte sich der noch im April in Form geschlossener Bewölkung spürbare El Nino-Effekt ab und wie nachträglich zu erfahren war, dauerte die Flughafenschließung gerade einmal drei Tage.

Informationen durch die peruanische Botschaft ließen Mitte März die Gewißheit aufkommen, mit Piura wohl die richtige Wahl getroffen zu haben. Damit konnten alternative Optionen wie Iquitos (Peru), Belém und Fortaleza (Brasilien) ad acta gelegt werden.

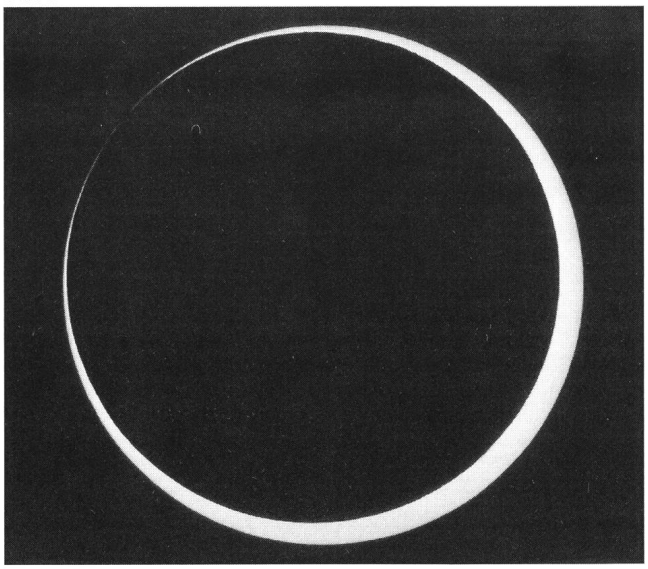
Die mitternächtliche Ankunft in Lima und der am gleichen Morgen (28. April) fällige Weiterflug nach Piura zeigten die Landeshauptstadt im derzeit noch typischen Nebel. Die geschlossene Wolkendecke blieb bis in die Gegend von Chiclayo nahe dem Südrand der Ringdörmigkeitszone treuer Begleiter, dann lag, wenn auch in starkem Dunst, die Sechura-Wüste im Blickfeld. Vereinzelt waren kleine Wölkchen und deren Schatten erkennbar. Aus der Bodenperspektive bestätigte sich dieser Eindruck und in Sonnennähe war das Himmelsblau doch recht blaß, vergleicht man es mit den texanischen Verhältnissen am 10. Mai des Vorjahres. Immerhin waren die Wolken auch in geschlossenen Feldern so transparent, daß auf ein Neutralfilter zur Sonnenbeobachtung nicht verzichtet werden konnte.

Am Flughafen hatten mich derweil Dr. Hopfer und Frau Mittag aus Leipzig begrüßt. Eine mittags begonnene Erkundungsfahrt nach Sechuraließ erkennen, daß die nahe dieser Stadt gelegene Zentrallinie frei von Bewölkung blieb und sich daher als Beobachtungsstandort für den folgenden Tag empfahl. Der für den folgenden Morgen angesetzte Aufbruch um 8 Uhr ließ uns kurz nach 9 Uhr am Ziel angelangen; früh genug, um sich um den in der Praxis meist länger als gedachten Aufbau der Instrumente kümmern zu können. Der unerwartet starke und böige Wind zwang mich zu zweimaligem Ortswechsel, bei dem ich im Windschatten eines großen Sandhügels landete. Derweil hatte die partielle Phase bereits begonnen.

Anders als am Vortage zogen es die kleinen Konvektionswolken diesmal vor, die Gebiete abseits der Zentrallinie zu meiden, so daß wir häufiger ihre die Sonne filternde Wirkung verspürten. Venus – beim vorjährigen Sonnenring in El Paso auch ohne Finsternis mit dem bloßen Auge auffindbar und 10 Minuten vor dem 2. Kontakt leicht zu erspähen – ließ sich trotz angestrengter Suche bei fast gleicher Elongation und wesentlich größerer Höhe über dem Horizont nicht ausmachen. Dieser Umstand dämpfte deutlich meine wichtigste Hoffnung: Würden kurz vor und nach der Ringphase nicht nur Chromosphäre und Protuberanzen, sondern auch die innere Korona als den Mondrand silhouettierende Hintergrundaufhellung in Erscheinung treten? Meine deutlich größere Aufnahmebrennweite von 1400 mm gegenüber 800 mm in El Paso war jedoch ein Argument für zarten Optimismus. Wichtiger schien da wohl das Verhalten der sporadisch die Sonne überquerenden kleinen, aber stets sehr transparenten Wolkenfelder.

Die veränderte Beleuchtung und das noch auffälligere Nachlassen der Wärmeeinstrahlung beeindruckten erneut wie bei jeder Finsternis genügend hohen Bedeckungsgrades. Ca. $^1/_4$ Stunde vor Beginn der Ringphase zog aus Westen das letzte Wolkenfeld an der Sonne vorüber; dahinter kam nur noch ungetrübtes Blau. Ein vergleichender Blick zeigte auch, woher der Mondschatten kam: Im Westen war es merklich dunkler als im Osten. Die Nervenanspannung legte sich, die Instrumente waren alle korrekt ausgerichtet und auch der Wind hatte erfreulicherweise empfindlich nachgelassen. Doch wie würde die weiter absinkende Temperatur die Tendenz zur Wolkenbildung beeinflussen? Ein aus zurückliegender Erfahrung herrührendes Mißtrauen gegenüber dieser arglos wirkenden Situation wollte nicht weichen. Etwa 5 Minuten später fiel auf, daß das zuletzt Richtung Osten über die Sichel gedriftete Wolkenfeld in seiner Weiterbewegung stagnierte, sich dann auszubreiten begann und den «Rückwärtsgang» einlegte. Nun begann ein mit innerem Zittern begleiteter Wettlauf der nach links ziehenden Sonne mit der ebenfalls nach links tendierenden Wolkenvordergrenze.

Bild 1



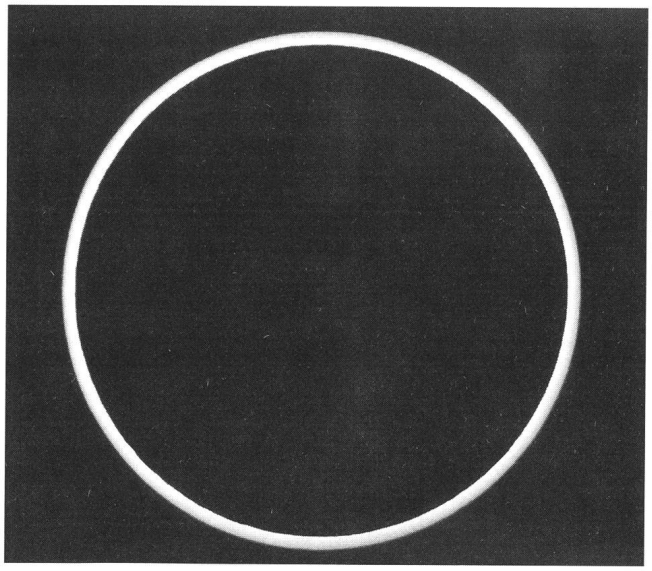
Meine filterlose Aufnahmeserie sollte schon 130 Sekunden vor der Ringphase beginnen, und ebenso lange danach enden. Diese Entscheidung war aufgrund der vorjährigen Ergebnisse nicht aussichtslos. Alle 15 Sekunden war eine Aufnahme geplant. Der Gebrauch eines ND4-Graufilters blieb dem Perlschnurphänomen und der Ringphase vorbehalten.

Das Abzählen der noch verbleibenden Minuten war emotionsgeladen. 1/2 Minute vor der geplanten Aufnahmeserie hatten die ersten Wolkenfetzen die Sonnensichel erreicht. Ob bei der 1. Aufnahme der Bogen zwischen den Sichelhörnern noch verschont wurde, war nicht zu beurteilen, hingegen konnten alle bis zur Ringphase folgenden Bilder eigentlich allenfalls einen Hauch von Chromosphäre zeigen.

Die letzten Sekunden vor dem 2. Kontakt wurden am Kamerasucher (selbstverständlich mit aufgestecktem Objektivfilter!) verfolgt, und boten ein packendes Schauspiel, das die zugehörige Bildausbeute nicht entfernt so brillant wiederzugeben vermag, wie es sich dem Auge darbot. Doch wie mochte es weitergehen? Die vorgesehenen Belichtungszeiten wurden vorerst verdoppelt, um der Absorption des nach wie vor im Mittel dünnen Gewölks Rechnung zu tragen. Die zentrale Phase beeindruckte nicht nur durch ihre perfekte Symmetrie, sondern tat mir auch den Gefallen, sich praktisch wolkenlos zu präsentieren. Doch das war schnell vorbei. Als jedoch der 3. Kontakt nicht mehr lange auf sich warten ließ, kam unvermutet eine respektable Wolkenlücke in Sicht, die genau das zu ermöglichen versprach, was die 2 Minuten vor der Ringphase vermissen ließen. Natürlich kam Freude auf. Als es jedoch so weit war, hatte sich das Wolkenloch wieder gänzlich aufgefüllt. Erneut war eine Hoffnung zerstört, und die 15s-Abstände zwischen den Aufnahmen wurden angesichts der augenscheinlichen Sinnlosigkeit solchen Tuns willkürlich verändert und die Aufnahmeserie vorzeitig beendet.

Für mich war damit zwar ein brillantes Himmelsschauspiel zu Ende (jeder Finsternisanfänger hätte zu Recht von einem vollen Erfolg gesprochen), aber auch alle Hoffnung auf eine Wiederholung des texanischen Erfolges zerschmettert! Der Bildzähler zeigte noch einen Vorrat von mindestens 2 Bildern an. Rund 3 1/2 Minuten nach dem 3. Kontakt war die Sonnensichel wieder wolkenfrei. Zu spät für das, was mir in den Minuten zuvor vorenthalten worden war und was man zu gern auf jetzt verschoben hätte. Dennoch entschloß ich mich zu einer nur irrational zu begründenden «Verzweiflungsaufnahme», das Entgangene noch «zurückzuzwingen».

Bild 2



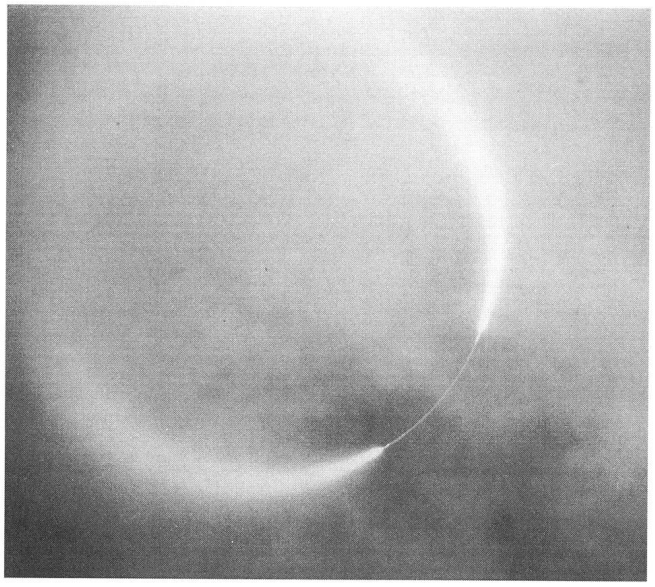


Bild 3

Ein abschließender Blick durch den Sucher (jetzt natürlich wieder mit aufgesetztem Objektivfilter) zeigte, daß die Sichel gerade das Gesichtsfeld verließ. Also das Ganze noch einmal, diesmal gut zentriert. Die letzte noch vorhandene Aufnahme galt dem um sein Glück betrogenen Fotografen, dann wurde eingepackt.

Auch Dr. Hopfer klagte über Probleme mit dem Wind und bestätigte den herrlichen Beginn der Ringphase, den man eigentlich bei hoher Vergrößerung durch ein Fernrohr hätte beobachten sollen. Das Ende der Finsternis erlebten wir in La Union, 4 Stunden und 6 Minuten nach ihrem Beginn (für alle Beteiligten ein persönlicher Rekord) auf halbem Wege zurück nach Piura, der durch zahlreiche Foto- bzw. Videostops unterbrochen wurde. Am Flughafen eingetroffen, erbrachte ein Gespräch mit einer japanischen und peruanischen Beobachtergruppe, daß zur Finsternis an der Zentrallinie beim neuen Verlauf der Panamerikana komplette Wolkenabstinenz herrschte, auf dem Campus der Universität von Piura jedoch nach dem 3. Kontakt kurz Bewölkung aufkam. Den Zeitungsberichten des 30. April war zu entnehmen, daß ca. 1000 bis 2000 Beobachter in die Region um Piura geströmt waren. Am Flughafen wurden kostenlos Broschüren mit Beobachtungshinweisen und den Kontaktzeiten für mehrere Orte angeboten, ebenso sehr preiswerte dunkelgrüne Schweißgläser zur ungefährdeten und bequemen Beobachtung des Finsternisspektakels, ein Beweis für die vorbildliche Einstimmung der Bevölkerung auf das Ereignis. Selbst in Lima lichtete sich der Nebelvorhang für die Finsternis. Größtes mit eigenen Augen gesehenes Instrument war ein C 14 der peruanischen Astronomen. Ob damit allerdings ein sinnvollerer Einsatz möglich war als mit Instrumenten kleinerer Dimension, bleibt angesichts der an meinen Beobachtungsplatz nur durchschnittlichen Luftruhe fraglich. Vor Ort kann die Situation jedoch deutlich besser gewesen sein.

Die Sichtung der eigenen Ergebnisse brachte einige erfreuliche Überraschungen:

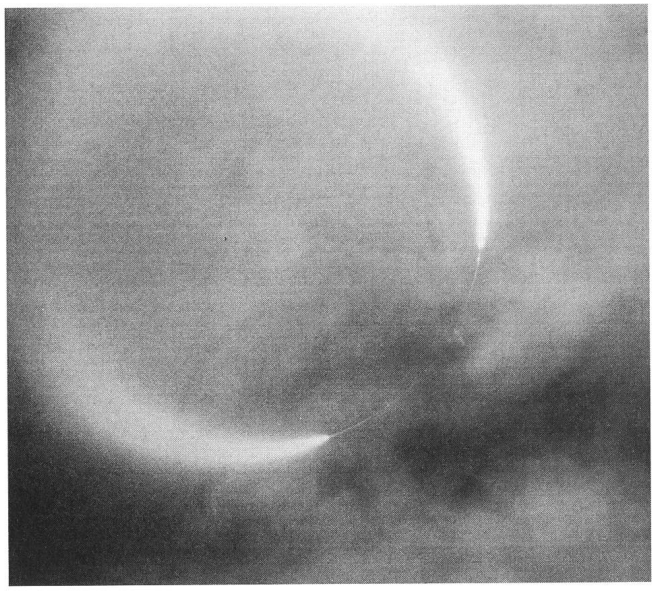


Bild 4

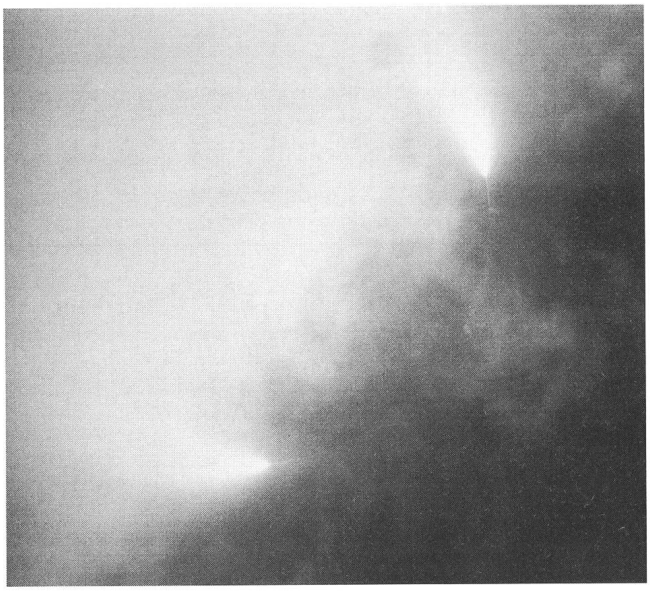


Bild 5

Bild 1. zeigt kurz vor dem 2. Kontakt den noch nicht ganz geschlossenen Ring (B1.16,18 DIN, 1/125 s, ND4-Filter)

Bild 2. entstand im Moment der zentralen Phase (wie oben, jedoch 1/250 s)

Bild 3. wie die beiden folgenden Bilder ohne Filter 1/1000 s lang belichtet, wie alle Aufnahmen mit Nikon 1000 mm 1/11 mit 1,4-fach Konverter auf Fijichrome Velvia. 10 Sekunden nach dem 3. Kontakt ist außer der Chromosphäre auch eine ca. 50'000 km lange Protuberanz zu erkennen.

Bild 4. 23 Sekunden später erhalten, ist gerade noch der ganze Chromosphärenbogen zu erkennen, ebenso einige photosphärische «Perlen» am südlichen Sichelhorn.

Bild 5. hat wider Erwarten eine Wolkenlücke erfaßt. 87 Sekunden nach dem 3. Kontakt ist in dieser schönsten meiner Aufnahmen neben den herrlichen Protuberanzen auch der koronale Hintergrund der Mondrandsilhouette zu erkennen, dies sogar durch eines der Wolkenfilamente hindurch wie übrigens auch auf einigen anderen hier nicht gezeigten Aufnahmen. Die Mitte zwischen den Sichelhörnern zeigt die Korona ab 15'000 km Höhe über der Photosphäre.

Die letzte, hier nicht abgebildete Aufnahme entstand gerade 4 Minuten nach dem 3. Kontakt. Sie zeigt (ohne Streulichtreduktion einer durch Gewölk gefilterten Sichel) ebenfalls noch die innere Korona gut 42'000 km über der Photosphäre (dies sind 6% des Sonnenradius).

Die letzte Aufnahme beweist auch, daß man immer noch nach Abschluß des gesamten Programms einige Bilder zur Verfügung haben sollte um Unvorhergesehenes aufnehmen zu können. Abschließend sei festgestellt, daß der Aufnahmekontrast der vorjährigen wie auch der diesjährigen Finsternis, obwohl gerade diesmal vom Wetter her (Dunst!) keineswegs optimal, auch bei Sonnenringen maximaler Breite wie 1973 in Mexiko bzw. Afrika und 1992 in Mikronesien bzw. Kalifornien ausgereicht hätte, die innere Korona ebenso wie hier nachzuweisen.

Ob dies im Einzelfall auch gelingt, hängt sicher auch von der jeweiligen Leuchtdichte der inneren Korona ab. So etwa gab es 1987, Sept. 23 aus meinen mit f = 1130 mm gewonnenen Aufnahmen ($\varsigma = 0.963$ gegenüber $\varsigma = 0.941$ in El Paso und $\varsigma = 0.950$ bei Sechura) keinerlei schlüssigen Hinweis auf die Präsenz der Korona, obwohl das Wetter damals erheblich besser war als bei dieser Finsternis. Es bleibt daher reizvoll, die Korona auch anläßlich künftiger Sonnenringe aufzuspüren, ganz abgesehen davon, daß allein die Aussicht auf eindrucksvolle Protuberanzen und die noch hellere Chromosphäre zwischen den Spitzen der «naturbelassenen» Sonnensichel den gefilterten Aufnahmen glatt den Rang ablaufen kann.

Literatur

The Astronomical Almanac 1995

FRIEDHELM DORST
Kiefernweg 10, D-58452 Witten

SAG-Rabatt-Katalog «SATURN»
für Marken-Teleskope inkl. Selbstbau-Programm
«URANUS» gegen Fr. 3.80 in Briefmarken:

Inbegriffen das gesamte Astro-Programm von BAADER-PLANETARIUM:

Refraktoren von Astro-Physics, CCD-Kameras ST4X, ST5, ST6, ST7, ST8 (in unseren Preisen sind MWST und Zoll inbegriffen!)

Profitieren Sie vom kostengünstigen 7%-SAG-Rabatt.

Nur Selbstbau-Programm «URANUS» gegen Fr. 1.80 in Briefmarken. Neu mit Parabolspiegel (ø 6" bis 14"), Helioskop, Fangspiegel u. -zellen, Hauptspiegelzellen, SPECTROS-Okulare, Prismen, Okularschlitten, Deklinations- u. Stundenkreise, etc.

Unsere Renner:
Selbstbau-Fernrohr «Saturn» netto Fr. 238.–
Spiegelschleifgarnituren

Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM
Postfach 715 CH 8212 Neuhausen am Rheinfall
Schweiz, Tel 053/22 38 69

Die ringförmige Sonnenfinsternis vom 29. April 1995

Nach knapp einem halben Jahr kam der südamerikanische Kontinent wieder in den Genuss einer Sonnenfinsternis. Da die Mondbahn exzentrisch ist und der Mond am 29. April 1995 verhältnismässig weit von der Erde entfernt war, reichte sein scheinbarer Durchmesser nicht um die Sonne voll zu bedecken. Es blieb immer ein schmaler, ringförmiger Rand der Sonne sichtbar. Dementsprechend musste man zur Beobachtung der Finsternis immer ein Filter verwenden, und die Corona war, da überstrahlt, nicht sichtbar.

Die Zone der Ringförmigkeit begann im Pazifik, überquerte den nördlichen Teil des Kontinentes mit Ecuador, Peru, Kolumbien und Brasilien, um im Atlantik zu enden.

In Rio de Janeiro war die Finsternis nur *partiell.* Sie begann dort um 14 Uhr 32 Lokalzeit (UT3) und endete um 17 Uhr 18. Im Maximum um 15 Uhr 55 bedeckte der Mond 41% des Sonnendurchmessers. Ich hatte Gelegenheit, diese Finsternis vom Strand aus mittels meines Schweissfilters zu beobachten und manchen Leuten das ihnen unverhoffte Schauspiel zu zeigen.

Fast gleichzeitig beobachteten zwei Mitarbeiter des Planetariums von Rio die Finsternis in Belém, im Norden Brasiliens. Belém liegt praktisch am Äquator an der Mündung des Rio Tocantins und auch des Amazonas und nahe der Zentrallinie. Das Wetter ist dort recht tropisch, und um diese Jahreszeit gibt es täglich kurze, aber recht heftige Regengüsse, die fast zur gleichen Tageszeit erfolgen. Termine werden dort oft nicht mit Zeitangaben, sondern «nach dem Regen» vereinbart! Gladys L. Vieira und Domingos J. Bulgarelli hatten Glück: Es regnete vor und nach der Finsternis, doch während der zentralen Bedeckung der Sonne durch den Mond war der Himmel klar!

Die drei nebenstehenden Fotos, aufgenommen von den beiden Beobachtern aus Rio auf Film Velvia Fujichrome 50 ISO mit einem Teleobjektiv von 300 mm Brennweite, zeigen die Entwicklung der Finsternis.

A. TARNUTZER

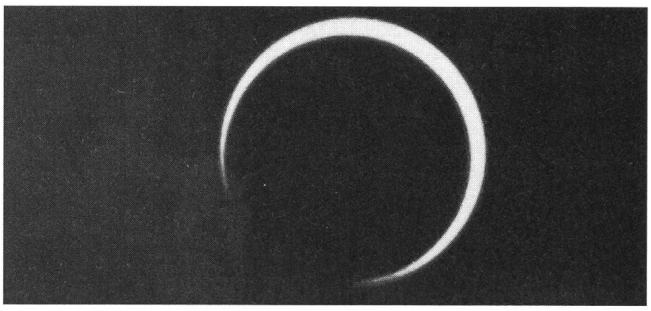


Bild 1: Kurz vor dem zweiten Kontakt

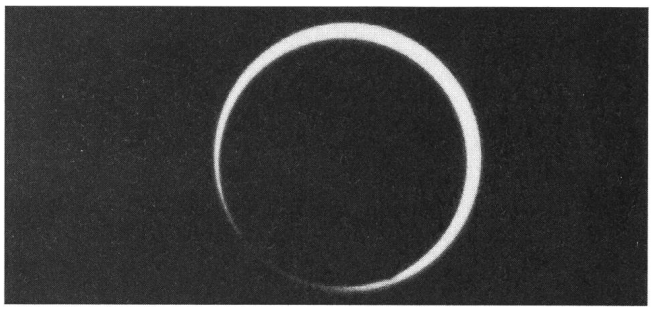


Bild 2: Zweiter Kontakt

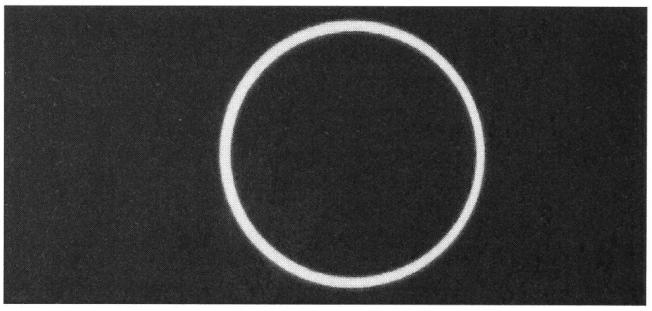
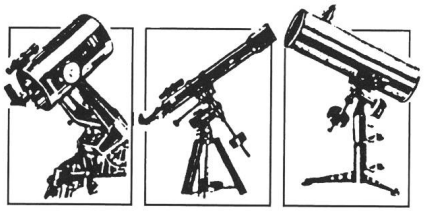


Bild 3: Mitte der Finsternis

TIEFPREISE für Teleskope und Zubehör



Tel. 031/3112113 Fax 031/3122714

FOTO VIDEO
Zumstein
Casinoplatz 8 Bern

- Grosse Auswahl
- Zubehör, Okulare, Filter
- Telradsucher
- Sternatlanten
- Sirius-Sternkarten
- Astronomische Literatur
- PC-Astro Programme
- Kompetente Beratung!

CELESTRON
AOK
BORG
Tele Vue
Kowa

TV-Satelliten am Schweizer Nachthimmel

Satellitenjagd auf der Winterthurer Sternwarte Eschenberg

M. GRIESSER

In der modernen Kommunikationslandschaft zählen die Fernsehsatelliten schon längst zu den unentbehrlichen Requisiten. Dutzende von ihnen umkreisen auf geostationären Bahnen unseren blauen Planeten. Aus rund 36 000 Kilometern Höhe empfangen und verteilen sie hunderte von Fernseh-und Radio-Programmen in ausgezeichneter Qualität: Nicht zuletzt dank ihnen ist die Erde heute kommunikationstechnisch zum Dorf geworden! Einzig die polnahen Gebiete können diese über dem Erdäquator schwebenden Satelliten nicht bestrahlen.

Ärgerliche Strichspuren

Für uns Amateurastronomen zählen die normalen Satelliten ja eher zu Ärgernissen. Da tausende dieser Vehikel auf Bahnen von meist nur wenigen hundert Kilometern Höhe die Erde umrunden, hinterlassen auf astronomischen Weitwinkel- und Normal-Fotografien fast immer einige von ihnen ihre Strichspuren. Gerade unter den erdnahen Satelliten hat es gar so manche Hinterlassenschaft aus der Zeit des kalten Krieges und dazu auch manches Stück Weltraumschrott. Und gerne wird auch übersehen, dass sich die Militärs hüben wie drüben nach wie vor fleissig der Überwachung potentieller Gegner mittels Satellitenkameras bedienen.

Immer am gleichen Ort

Die Kommunikations-Satelliten sind hingegen so positioniert, dass sie immer an der gleichen Stelle der Himmels zu schweben scheinen. Da sie die Erde in genau 24 Stunden umrunden, muss man gezielt nach ihnen Ausschau halten. Ihre komplizierte Tragstruktur und die ausgedehnten Sonnenzellenflügel reflektieren das Sonnenlicht und machen sie so mit ihren Helligkeiten ab etwa der 10. Grössenklasse zumindest mittleren und grösseren Beobachtungsinstrumenten optisch zugänglich.

Besonders bequem sind sie mit langbrennweitigen Kameras, d.h. mit Teleobjektiven und Teleskopen ab etwa 300 mm Brennweite, vom Erdboden aus fotografisch zu orten. Allerdings muss auf jeden Fall zuvor ihre je nach Beobachtungsort unterschiedliche Position am Himmel exakt berechnet werden. Dies ist auch mit nur elementaren raumgeometrischen Kenntnissen keine Hexerei.

Ausrichten mit Teilkreisen

Parallaktisch montierte Instrumente mit einigermassen gut justierten Teilkreisen sind dann anhand der berechneten Daten über die Deklination und den Stundenwinkel rasch ausgerichtet. Die Ausrichtung des Instrumentes erfolgt in der Regel «blind», also ohne vorgängige visuelle Identifikation der Satelliten, was aber besonders bei langbrennweitigen Aufnahmegeräten besondere Sorgfalt verlangt.

Bei den geostationären Satelliten ist die anschliessende Belichtung sehr bequem: Im Unterschied zu den Sternen können «Astra», «Kopernikus», «Olympus» und wie diese Vermittler weltweiter TV-Sensationen sonst noch heissen, ohne spezielle Nachführvorrichtungen fotografisch erfasst werden. Der Astrofotograf kann sich also für einmal während seiner Tätigkeit in Ruhe einem Kaffee oder einer Lektüre widmen!

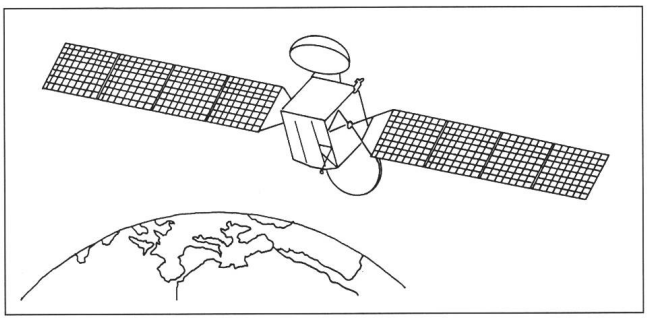
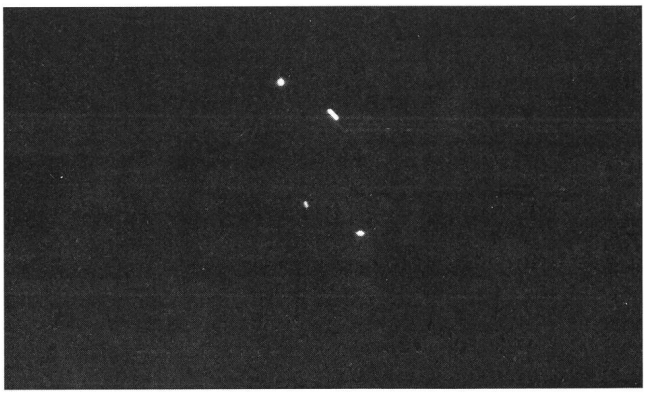


Bild 1
Kommunikationssatelliten mit weit ausladenden Sonnenzellenflügeln (um 25 Meter Spannweite) umkreisen heute zu Dutzenden die Erde. Ihnen allen ist eines gemeinsam: Sie bewegen sich auf geostationären Bahnen.

Mit zwei Metern Brennweite

Auf der Winterthurer Sternwarte Eschenberg gelangen erste Versuche zur Erfassung einiger bekannter TV-Satelliten auf Anhieb. Zum Einsatz kam das 25cm-«Friedrich-Meier»-Teleskop, ein RC-System, das mit seinen zwei Metern Basisbrennweite eine recht hohe Auflösung bietet. Anderer-

Bild 2
Fotografisches «Porträt» der vier Astra-Satelliten, aufgenommen am späten Abend des 28. April 1995 mit dem 250/2000mm-«Friedrich-Meier»-Teleskop der Sternwarte Eschenberg in Winterthur. Einstelldaten: Stundenwinkel 47 Minuten östl. des Meridians, Deklination – 7.05 Grad. Während der 25minütigen Belichtungszeit auf einen Farbnegativfilm Film Kodak Gold 200 zeigten die Satelliten deutliche Eigenbewegungen. Die (berechnete) Aufnahmentfernung betrug 37 164 km. *(Foto: mgr)*



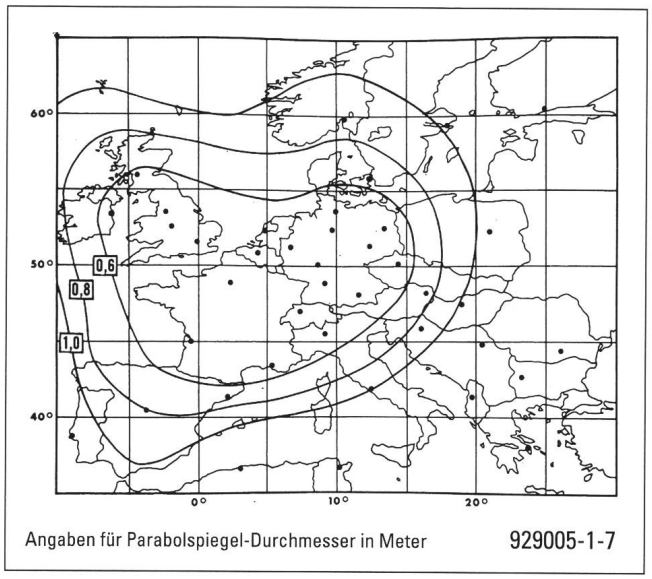


Bild 3
Ausleuchtungszonen des Satelliten «ASTRA 1A» mit Angaben der Parabolspiegel-Durchmesser in Meter: Sogar Südskandinavien und Mittelitalien liegen noch in Reichweite.

seits stellt dieses bewährte Gerät mit seinem entsprechend eingeschränkten Gesichtsfeld im Kleinbildformat auch besondere Ansprüche an die Genauigkeit der Ausrichtung. Eine vorgängige Justierung der Teilkreise anhand von Sternen aus der Aufnahmegegend erwies sich dabei als hilfreich.

Auf Filmfehler achten

Zur Kontrolle und einwandfreien Identifizierung kam auf dem Gegengewicht des Hauptinstrumentes eine parallel montierte Tele-Kamera mit einem 4,5/300-Objektiv zum Einsatz. Auch sie erfasste die anvisierten Satelliten problemlos. Allerdings wird es bei kürzeren Brennweiten schon deutlich schwieriger, die Satellitenspuren von Filmfehlern und anderen kleinen Unreinheiten auf der Filmschicht zu unterscheiden. Jedenfalls empfiehlt es sich, Satellitenfotos immer in Serien anzufertigen, und dabei aus Gründen des Kontrastes nicht höchstempfindliches Aufnahmemeterial einzusetzen. Filme mit Nennempfindlichkeiten um 200 ASA reichen in der Regel aus.

«Astra 1A – 1 D» im Visier

In Winterthur dienten als Objekte für erste Aufnahmeversuche die vier von einer luxemburgischen Gesellschaft betriebenen sogenannten Medium-Power-Satelliten «Astra 1A – 1D». Astra-1A wurde bereits am 11. Dezember 1988 vom Startgelände Kourou in Französisch-Guyana mit einer Ariane-Rakete der ESA gestartet. Astra 1B, 1C und 1D mit Startgewichten um je 2 500 kg folgten 1991, 1993 und 1994. Allen vier Astras wird eine Lebenserwartung von über zehn Jahren attestiert, wobei die Lebensdauer massgeblich von den Treibstoffvorräten der Hydrazin-Steuertriebwerke abhängt, mit denen die Satelliten am Abdriften gehindert werden.

Die Astra-Satelliten stehen nur wenige dutzend Kilometer auseinander «geparkt» bei 19,2 Grad östlicher Länge. Wie alle Kommunikations-Satelliten empfangen sie die Signale von ihrer Bodenstation, verstärken sie und strahlen sie dann wieder ins Empfangsgebiet ab. Ihre Ausleuchtungszonen, die sogenannten Footprints, decken ganz West- und Mitteleuropa und sogar noch Teile von Osteuropa ab. Für den Empfang der von diesen Satelliten verbreiteten zahlreichen TV- und Radioprgramme reichen in der Zentralzone nur 60cm kleine Parabolschüsseln aus.

Deutliche Eigenbewegungen

Die Flugdaten aller Astra-Satelliten werden Tag und Nacht durch ein international zusammengesetztes Spezialistenteam vom etwa 25 Kilometer ausserhalb von Luxemburg-Stadt gelegenen Kontrollzentrum überwacht. Bei unzulässigen Abweichungen aktivieren diese Fachleute die entsprechenden Bahnkorrektur-Triebwerke. Doch nicht nur deshalb zeigen diese für die deutschsprachige Fernsehzuschauer wohl wichtigsten Satelliten vor den langen Strichspuren der Sterne deutlich erkennbare Eigenbewegungen. Auch die mit der Erdrotation zusammenhängenden Nickbewegungen in Form einer Acht (Analemma) machen sich bemerkbar.

MARKUS GRIESSER
Leiter der Sternwarte Eschenberg, Breitenstrasse 2
CH-8542 Wiesendangen

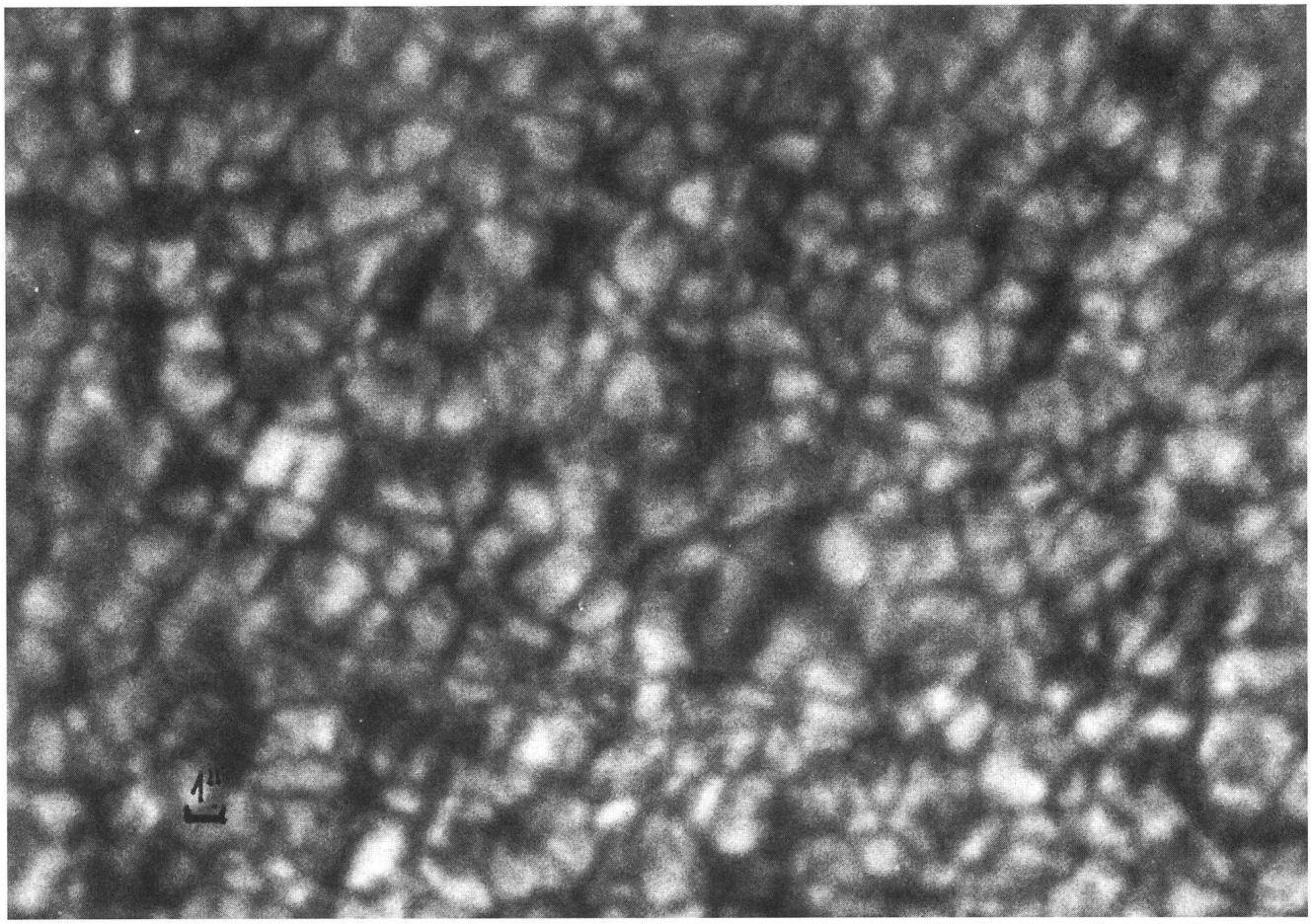
Sonnengranulation

19. SONNE-Tagung

F. EGGER

Unter den Referaten an der diesjährigen SONNE-Tagung waren jene besonders eindrücklich, welche sich mit der Sonnen-Granulation befassten. Wolfgang LILLE, aus Stade (Hamburg), zeigte dazu Aufnahmen mit erstaunlicher Auflösung, aufgenommen mit seinem Refraktor von 30 cm Öffnung und bis zu 120 m Brennweite (chromatische Einzellinse, Zwischenschaltung einer Negativlinse mit Wärmereflexionsschicht, f = -600 mm, Okularprojektion, 0.5nm-Filter bei 590 nm, Abwarten von Augenblicken optimaler Bildruhe und Schärfe; s. Abbildung).

Michael KÖHL, ein junger Sonnenbeobachter aus Amöneburg (bei Marburg), hat Lilles Granulationsaufnahmen auf die vorkommenden Grössenstrukturen untersucht (Digitalisieren der Fotos und Bestimmen des Ortsfrequenzspektrums mittels Fourier-Transformation). Die Granulen haben einen mittleren Durchmesser von 1,5-2" (ca. 1000 km) und zeigen eine interne Struktur (Abildung). Ihre Grösse nimmt mit der Annäherung an einen Sonnenfleck ab. Die Enden der dunkeln Striemen der Penumbra verzweigen sich und verlieren sich in den intergranularen Räumen. Diese Beob-



Sonnengranulation, aufgenommen im Juli 1994 mit dem 30cm chromatischen Refraktor von Wolfgang LILLE (Stade/Hamburg), 60 m Äquivalentbrennweite und 13.5fache Nachvergrösserung (Filmkorn wird sichtbar), 0.5nm-Filter bei 590 nm. Die Auflösung beträgt ca. 0.17", die Dicke des intergranularen Raumes ca. 0.40" und der innergranularen Teilungslinien ca. 0.22" d.h ca. 160 km auf der Sonne (das Bild der ganzen Sonne hätte hier 9,6 m Durchmesser).

achtungen aufgrund von «Amateur»-Fotografien sind bestätigt durch «professionelle» Aufnahmen die mit den Sonnenteleskopen des Observatorio del Teide auf Teneriffa (450mm Gregory Teleskop, 700mm Vakuum-Turmteleskop) unter Einsatz der aufwendigen «Speckle»-Interferometrie erhalten wurden. Die Bilder von Lille, auf Meeresniveau und in Stadtnähe gemacht, halten durchaus den Vergleich mit jenen von Teneriffa (2500 m) aus, die Axel WITTMANN, Eberhard WIEHR und Claus-R. DE BOER, von der Sternwarte Göttingen, vorführten, besonders was die Rohbilder, vor der Behandlung mit der Speckle-Technik, betrifft.

Über das Auffahrts-Wochenende vom 25. bis 28. Mai 1995 trafen sich, diesmal in Göttingen, rund 50 Beobachter des «SONNE-Netzes» der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) zu ihrer 19. Tagung. Das Netz umfasst nun weltweit gegen 150 regelmässige Beobachter; es ist damit die grösste derartige Organisation. Unter den Beobachtungsprogrammen figurieren die Bestimmung von Relativzahl und Pettiszahl, Beobachtung von Fackeln (auch Polfackeln), Protuberanzen und Flares, Flecken von blossem Auge. Über die Beobachtungen und ihre Auswertung berichtet das vierteljährlich erscheinende Mitteilungsblatt SONNE. Wir haben uns über das reichhaltige und informative Programm mit gegen 20 Referaten, z.T. von Astronomen der Sternwarte Göttingen, die meisten aber von aktiven Beobachtern vorgetragen, gefreut, vor allem aber über den Einsatz, den Enthusiasmus und den Einfallsreichtum der zahlreichen jüngeren Teilnehmer. Es wurde erneut deutlich, wie weit ernsthafte Amateurarbeit führen kann.

Die nächste SONNE-Tagung wird vom 16. bis 19. Mai 1996 in Violau stattfinden.

F. EGGER

An- und Verkauf • Achat et vente

Zu verkaufen:
SPIEGELTELESKOP TYP NEWTON 400/1650 mm. Neu mit Optik von D. Cardoen. Offener Aluminiumtubus auf Knicksäulenmontierung. Schrittmotoren auf beiden Achsen. Auswechselbare Fangspiegel 55 und 100 mm. Komakorrektor und Binokularansatz. Beschränkt transportabel. Kleine Schiebehütte gratis. Preisvorstellung: FRF 50'000.–. Nähere Auskunft F/D/E: Lennart Dahlmark, Montlaux, F-04230 SAINT-ETIENNE-les-ORGUES, Südfrankreich.

L'Univers, dis-moi ce que c'est?

Planètes: épisode 5, deuxième partie

F. BARBLAN

Les satellites de Jupiter

En 1610 Galilée découvre, en scrutant le ciel avec sa lunette de 2,5 centimètres qu'il venait de construire, les quatre satellites majeurs de Jupiter: Europa, Io, Callisto et Ganymède (tabelle 1). Il aura fallu attendre 369 ans pour que ces quatre points lumineux dansant autour de leur planète acquièrent, grâce aux sondes Voyager 1 et 2, une carte d'identité les plaçant au même rang que les planètes de type terrestre. En effet, Europa, le plus petit d'entre eux, est presque aussi grand que la Lune et Ganymède (le plus grand) est à peine inférieur à Mars (figure 1). Solides, constitués de roches et de glace d'eau, la ressemblance avec les planètes internes est frappante (figure 2). Ce système est complété par trois petits satellites, situés à l'intérieur de l'orbite de Io, à des distances allant de 1,76 à 3,17 fois le rayon de la planète. L'ensemble de ces sept satellites constitue un système cohérent (orbites dans le plan équatorial pratiquement circulaires et sens de rotation prograde), formé probablement en même temps que Jupiter et partageant une histoire commune de 4,5 milliards d'années. On pourrait considérer Jupiter et ses sept satellites comme un minisystème solaire, dont l'étude contribuerait à la compréhension de la formation des systèmes planétaires et de leur évolution. Il semble pourtant que les mécanismes d'accrétion qui donnent naissance aux lunes autour d'une planète ne sont pas exactement les mêmes que ceux qui engendrent les planètes; il n'est donc pas certain que l'on puisse extrapoler d'une situation sur une autre.

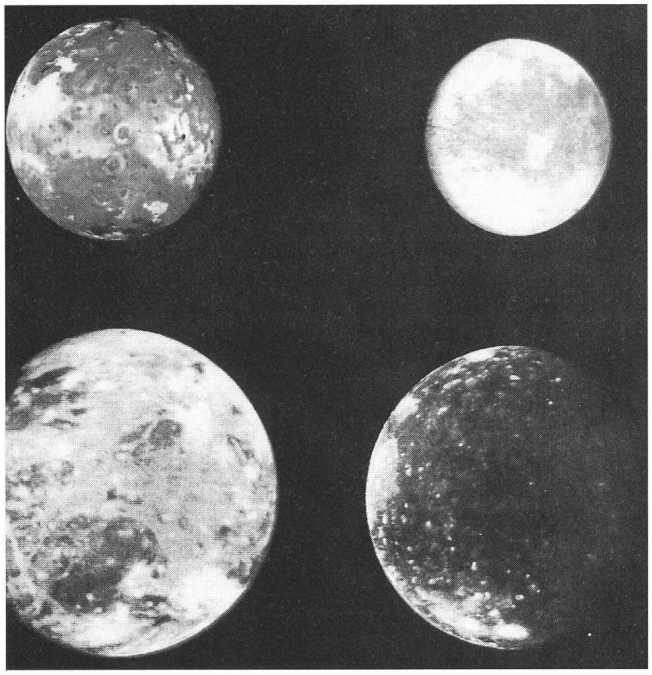
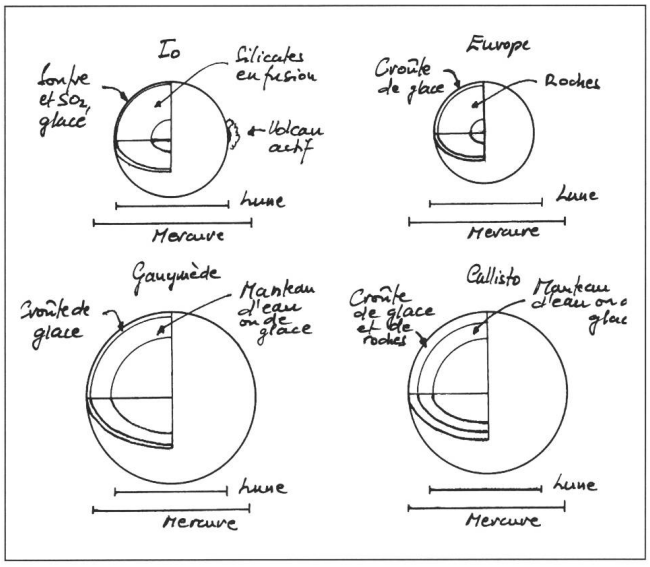


Fig. 1. Les quatre satellites galiléens. Image composite prise par Voyager 1. Les proportions relatives sont respectées et ils sont vus d'une distance de 1 million de kilomètres. De haut en bas, dans le sens des aiguilles d'une montre : Io, Europe, Callisto et Ganymède. (Source [2]).

Tab. 1. Les caractéristiques astronomiques et physiques des satellites galiléens.

	Io	Europe	Ganymède	Callisto
demi-grand axe (km)	422000	671000	1070000	1880000
période sidérale (jours)	1,769	3,551	7,155	16,69
excentricité	0	0	0,001	0,01
inclinaison	0	0	0,2	0,2
rayon (km)	1816	1563	2638	2410
masse (10^{20} kg)	892	487	1490	1075
densité (g/cm^3)	3,55	3,04	1,93	1,83
dist. observation Voyager 1 (km) Voyager 2 (km)	 21000 113000	 734000 206000	 115000 62000	 126000 215000
Résolution max. Voyager 1 (km) Voyager 2 (km)	 1 20	 33 4	 2 1	 2 4

Fig. 2. Structures comparatives des quatre satellites galiléens. Dessin selon source [2].



A l'extérieur des lunes galiléennes, huit satellites de petite taille (au maximum 170 km de diamètre) possèdent des orbites excentriques et très inclinées sur le plan équatorial avec pour certains d'entre eux des mouvements rétrogrades. On peut émettre l'hypothèse qu'il s'agit d'astéroïdes capturés par Jupiter ou des restes d'une collision entre des astéroïdes et un satellite externe de grande taille. Pour pouvoir trancher, une plus grande connaissance des ces corps est nécessaire.

Revenons maintenant aux satellites galiléens pour une brève description de chacun d'entre eux.

Callisto

Le caractère saillant de la morphologie de Callisto est une surface entièrement recouverte de cratères d'impacts d'un diamètre moyen de l'ordre de 100 km (figure 3). Cette régularité, la seule de tout le système solaire, laisse supposer que la couche de terrains constituant sa surface n'a pas sû conserver l'empreinte des impacts anciens. On observerait actuellement uniquement les traces laissées par une phase tardive du bombardement météoritique par des corps de petite taille. Cette situation peut s'expliquer en admettant que les matériaux constituant la croûte sont composés d'un mélange de roches et de glaces. La glace coulant lentement sur des millions d'années efface progressivement les traces des impacts géants en comblant les cratères. D'autre part l'absence totale de montagnes indique que cette croûte glacée possède une faible épaisseur. Malgré cela des traces visibles de grands bassins d'impact subsistent (figure 4). Ces bassins fantômes ont pratiquement perdu tout leur relief vertical, la seule chose qui reste visible est une partie centrale ayant une coloration claire et une série d'anneaux concentriques de rides entourant cette partie centrale. Cette structure est, selon les géologues, une preuve supplémentaire du mélange de roches et de glace dont est constitué Callisto, hypothèse qui vient de sa faible densité 1,8 grammes par centimètre cube.

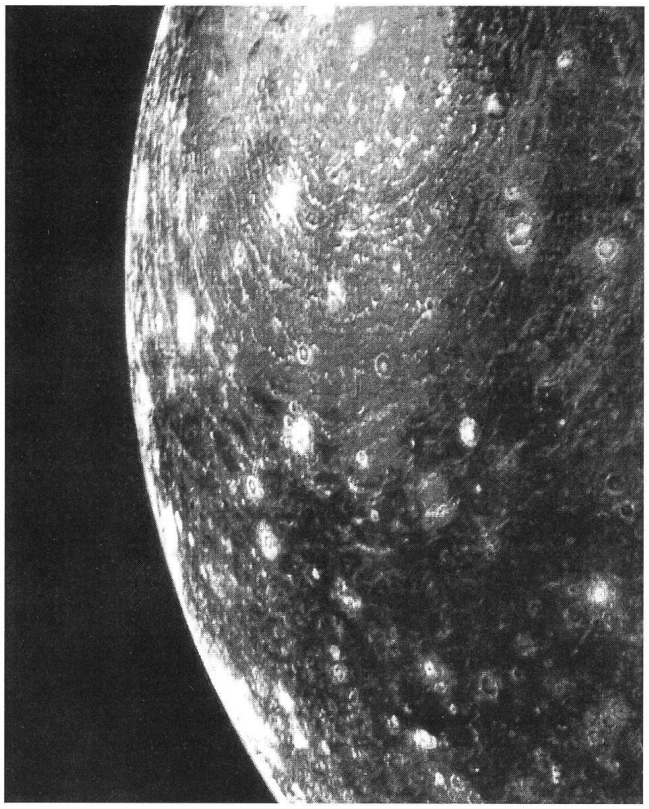
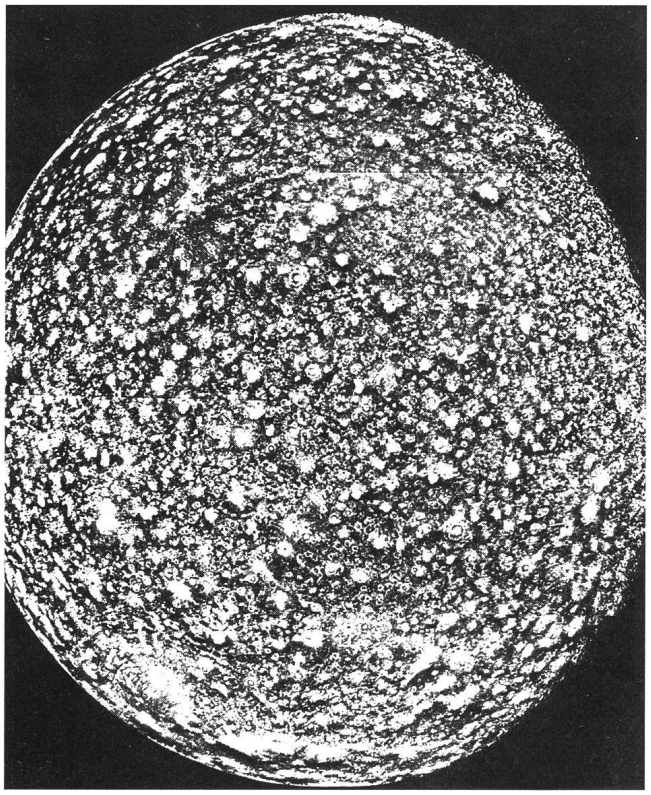


Fig. 4. Trace d'un impact géant sur Callisto. La région centrale a un diamètre de 300 km et la structure en anneaux concentriques s'étend sur environ 1500 km. (Source [1]).

Fig. 3. Callisto dont la surface est entièrement recouverte de cratères. Une vue de Voyager 2 depuis 400000 km de distance. (Source [2]).



Ganymède

Comme pour Callisto, la densité de 1,9 grammes par centimètre cube indique que Ganymède est constitué pour une moitié de roches et pour l'autre moitié de glace d'eau. La surface de ce satellite montre une grande diversité qui temoigne de différentes périodes d'activité géologique (figure 5). Les types de terrains que l'on peut globalement distinguer à la surface gelée de Ganymède sont:

- Des terrains sombres, anciens, avec un albedo et une densité de cratérisation comparables à celles de Callisto. Leur âge est estimé à quatre milliards d'années.
- Des terrains de couleur plus claire, constitués de structures parallèles de chaînes de montages et de vallées, témoins d'une intense activité géologique interne. Les chaînes de montagnes ont typiquement une largeur de 10 à 15 kilomètres pour une hauteur d'environ 1000 mètres (il y a là une ressemblance avec certaines sections des Appalaches). A beaucoup d'endroits, ces terrains accidentés se trouvent enfermés entre des régions sombres plus anciennes; on dirait que Ganymède a subi plusieurs épisodes d'orogenèse.

– Des halos et rayons blancs entourant les cratères de plus grande taille; ce phénomène suggère que l'impact a fait gicler de grandes quantités d'eau ou de glace par dessus la surface (figure 6).

Une multitude d'autres structures géologiques visibles laissent penser qu'elles ont été provoquées par cassure, plissement ou soulèvement de la croûte. Dans quelques cas, il semble y avoir des indications de glissements tangentiels le long de failles. Tout cela indiquerait une activité proche d'une tectonique de plaques, fait mis en évidence sur aucun autre corps du système solaire, sauf la Terre.

La présence de glace à la surface du satellite a amené les astronomes à penser que Ganymède pouvait avoir une atmosphère extrêmement ténue, mais les mesures faites par Voyager 1 en observant l'occultation de l'étoile Kappa Centauri par le satellite n'ont pas confirmé cette hypothèse.

Europe

Sa densité de 3 grammes par centimètre cube indique qu'il est constitué principalement de roches. Il est caractérisé par l'absence de toute morphologie à sa surface. Celle-ci est lisse (on a trouvé seulement trois cratères météoritiques avec des diamètres extrêmement faibles de l'ordre de 20 km) et parcourue par de nombreuses lignes régulières et irrégulières que l'on peut assimiler a des «fractures», dont certaines atteignent 3000 km de longueur (figure 7). En effet, tout laisse supposer que la croûte d'Europe est constituée de la surface gelée d'un océan qui a recouvert toute la planète très tôt dans son processus de formation. La couche de glace est estimée à une centaine de kilomètres et flotte peut-être sur une couche d'eau liquide. Ce qui est absolument étonnant avec les «fractures» c'est qu'elles ne possèdent aucun relief, on dirait des traits tracés au pentel sur une surface lisse. On pense qu'il existe un flux de chaleur suffisamment important, provenant de l'intérieur, qui provoque des mouvements et des dislocations de la couche de glace. Ainsi, ces lignes sombres sont les temoins d'une activité interne du satellite. D'une façon générale, l'absence de cratères d'impacts permet, soit d'affirmer que la surface d'Europa est jeune, soit qu'elle n'a pas gardé la trace de ces impacts.

Io

Ses brillantes couleurs rouge, orange, jaune et blanc en font le satellite le plus spectaculaire du système solaire (figure 8). L'étude minutieuse des images des sondes Voyager montre que sa surface ne porte aucune trace de cratères météoritiques, ce qui laisse supposer qu'elle est très jeune et en évolution rapide. En effet Io est le corps le plus volcanique du système solaire, les volcans prennent en général la forme de taches noires de quelques dizaines de kilomètres de diamètre et occupent environ le 5% de la surface du satellite (figure 9). Voyager 1 a pu identifier huit éruptions volcaniques géantes avec des panaches allant de 70 à 280 km de hauteur. Cette intense

Fig. 5. Cette image mosaïque, prise par Voyager 2 depuis une distance de 300000 kilomètre, montre la grande variété de terrains qui existent sur Ganymède. (Source [2]).

Fig. 6. Les impacts avec la surface glacée de Ganymède produisent des cratères entourés de giclures de glace propre en provenance du sous-sol. (Source [1]).

activité volcanique est probablement due aux forces de marée que Io subit de la part de Jupiter et des autres satellites galiléens. Un effet de marée variable agit comme une pompe qui injecte de l'énergie à l'intérieur du satellite. Des calculs théoriques montrent que la quantité de chaleur ainsi développée pourrait atteindre 10^{13} watts. Cette source de chaleur étant probablement active depuis la création du satellite il y a 4 milliards d'années, son intérieur est complètement fondu et une activité volcanique continue a complètement dégazé le corps, ce qui explique l'absence de toute atmosphère. A la périphérie des caldeiras on observe de grandes coulées de lave. Les sondes ont mis en évidence des régions chaudes ayant une température de 17 °C alors que la température des surfaces environnantes est de -146 °C. On suppose qu'il s'agit de lacs de lave fondue, la coloration rouge vif de ces régions suggérant une composition riche en soufre.

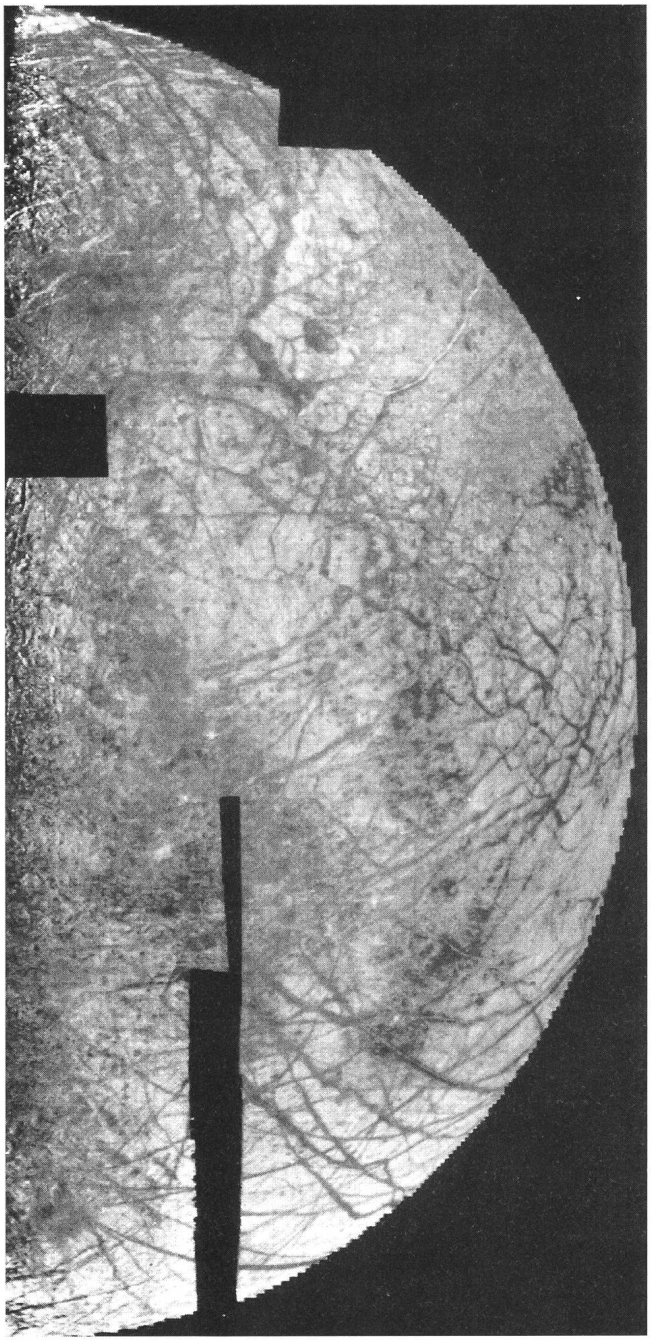


Fig. 7. Europe, une surface lisse comme une patinoire. Les différents types de «lignes» sont des «craquelures» dans la surface glacée d'Europe mais sans relief aucun. C'est la meilleure image prise par Voyager 2, à une distance de 250000 kilomètres avec une résolution de 5 kilomètres. (Source [2]).

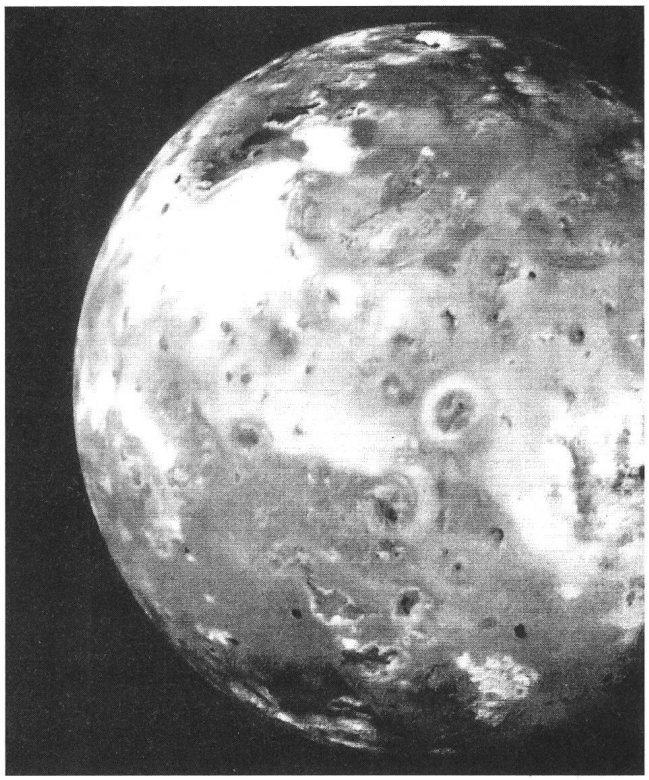
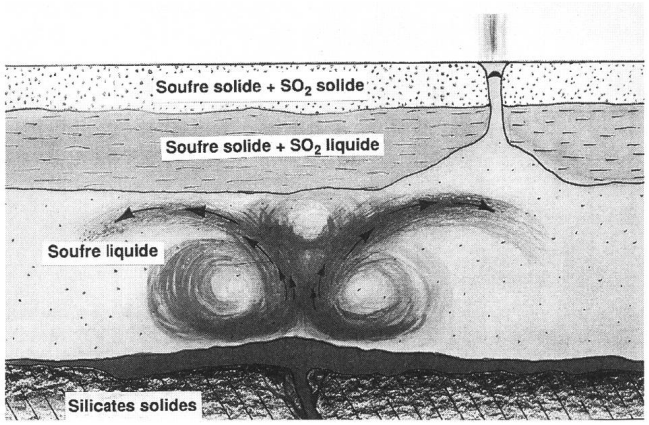


Fig. 8. Io, le satellite le plus volcanique du système solaire. Cette coloration vive est probablement due à une quantité importante de soufre contenue dans les matériaux de surface. La majorité des taches circulaires sont probablement des volcans. (Source [1]).

Fig. 9. Ce dessin montre un modèle possible pour la structure de Io. Un océan de soufre liquide, sous une croûte de soufre solide, recouvrant la majorite de la surface du satellite. (Source [2]).



La matière expulsée par les volcans de Io, ionisée et capturée par le champ magnétique de Jupiter, forme un anneau de plasma autour de ce dernier. Ce tuyau de matière ionisée possède une épaisseur correspondante au rayon de la planète et est situé à une distance de 5,9 rayons. Pour expliquer sa brillance ultraviolette observée par le spectromètre de la sonde il faut admettre que la température des électrons du plasma est de l'ordre de 100 000 degrés. Les éléments détectés sont de l'oxygène doublement ionisé et du soufre doublement et triplement ionisés.

Une autre particularité associée à ce monde étrange de Io est un tube de flux entre le satellite et la planète qui transporte un courant électrique dont la puissance est équivalente à celle de toutes les centrales électriques terrestres.

Les anneaux de Jupiter

Ils ont été découverts en mars 1979 par la sonde Voyager 1; leur densité est environ un milliard de fois plus faible que celle des anneaux de Saturne, ce qui explique qu'il était impossible de les observer depuis la terre (figure 10). Les anneaux sont très ténus à bords nets; des satellites évoluent dans leur voisinage. Ils sont entièrement contenus à l'intérieur de la magnétosphère et donc probablement constitués de particules chargées. On distingue deux anneaux brillants, respectivement de 5000 km de largeur et de 800 km de largeur, à une distance comprise entre 47 000 et 53 000 km au-dessus de la couche de nuages.

Des matériaux plus dispersés s'étendent vers l'intérieur jusqu'à la limite de l'atmosphère jovienne. L'épaisseur des anneaux reste inconnue mais on pense qu'elle ne de doit pas dépasser les 30 kilomètres. On pense qu'ils sont constitués de poussière de roches sombres faisant le tour de la planète en 5 à 7 heures. De telles trajectoires sont instables et on émet l'hypothèse que les anneaux sont constamment régénérés ce qui pose, on s'en doute, le problème de la source d'approvisionnement.

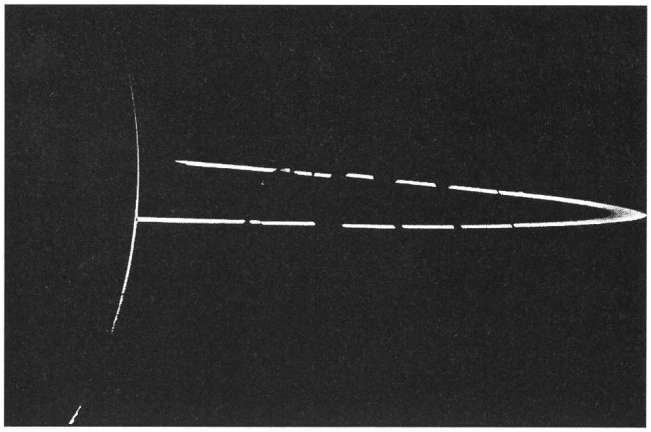


Fig. 10. Les anneaux de Jupiter vus en contre-jour (les particules constituant les anneaux diffusent particulièrement bien la lumière vers l'avant). La sonde Voyager 2 se trouvait à 2 degrés au dessus de l'équateur et à 1,5 millions de kilomètres des anneaux. (Source [2]).

Bibliographie

[1] *The Cambridge Photographic Atlas of the Planets*, G. A. BRIGGS and F. W. TAYLOR, Cambridge University Press, 1982

[2] *Voyage to Jupiter*, D. MORRISON and J. SAMZ, NASA SP-439, 1980.

FABIO BARBLAN
2a Ch. Mouille-Galand
1214 Vernier

Feriensternwarte – Osservatorio – CALINA

Programm 1995

25.-30. September:

Elementarer Einführungskurs in die Astronomie, mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte. Leitung: Dr. Mario Howald-Haller, Dornach

9.-14. Oktober:

Wetterkunde für Amateurastronomen. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH

Anmeldungen für alle Kurse und Veranstaltungen bei der Kursadministration:
HANS BODMER, Schlottenbüelstrasse 9b, CH-8625 Gossau / ZH, Tel. 01/936 18 30 abends. Für alle Kurse kann ein Stoffprogramm bei obiger Adresse angefordert werden.

Unterkunft: Im zur Sternwarte gehörenden Ferienhaus stehen Ein- und Mehrbettzimmer mit Küchenanteil oder eigener Küche zur Verfügung. In Carona sind gute Gaststätten und Einkaufsmöglichkeiten vorhanden.

Hausverwalterin und Zimmerbestellung Calina: Frau Brigitte Nicoli, Postfach 8, CH-6914 Carona, Tel. 091/68 52 22 oder Feriensternwarte Calina: Tel. 091/68 83 47

Mise au point:

Quelles seront les dates et heures exactes de la fin du XXe siècle et du IIe millénaire?

C. NITSCHELM

Au fur et à mesure que la fin du XXe siècle se rapproche, les médias se font l'écho de certaines affirmations péremptoires nous annonçant la fin du siècle pour la fin de l'année 1999. Ces affirmations, sans aucun fondement et totalement erronées, provoquent beaucoup d'étonnement et de stupéfaction, aussi bien chez l'auteur de ces lignes qu'à travers l'ensemble de la communauté astronomique, montrant en effet une grande méconnaissance et une incompréhension flagrante des différents calendriers et systèmes de comptage du temps en vigueur en astronomie. Cette erreur, très grossière, ne peut que se propager et se répandre par le fait de médias mal informés. Ce texte constitue donc une mise au point quant aux dates et heures exactes de la fin du XXe siècle et du IIe millénaire (de l'ère chrétienne).

L'Annuaire du Bureau des Longitudes, publié chaque année par le Bureau des Longitudes, à Paris, donne les concordances entre les différents calendriers en vigueur, en particulier les calendriers julien et grégorien, le premier en vigueur sous l'Empire romain et durant tout le Moyen-Age jusqu'à la Renaissance, le deuxième depuis lors. A ce propos, il ne faut pas confondre le calendrier julien, effectivement entré en vigueur en 46 avant J.C. et établi par l'astronome alexandrin Sosigène, à la demande de Jules César, par utilisation d'une année de 365 jours 1/4, pour remplacer l'ancien calendrier romain de type luni-solaire, alors très imprécis, mais tout en conservant comme date origine la fondation de Rome, et le comptage julien, entré en vigueur au XVIe siècle, qui compte les jours écoulés depuis une date origine, le premier janvier 4713 avant J.C. à midi temps universel, choisie pour couvrir toute l'époque historique. Le Ier janvier 2000, à Oh temps universel, est alors représenté par 2451544.5 dans le comptage julien (et non pas l'ère julienne!).

Ce n'est qu'au début du Moyen-Age que la date origine du calendrier julien fut modifiée et ramenée à la date supposée de la naissance du Christ. Cette date, notée année 1, se trouve être cependant totalement fantaisiste par suite d'une erreur de comptage, le Christ étant en fait forcément né entre 12 avant J.C., date du recensement ordonné par l'empereur Auguste, et 4 avant J.C., date de la mort du roi Hérode le Grand. L'erreur sur la durée de l'année inhérente au calendrier julien (365.25 jours au lieu de 365.242199 jours, durée réelle de l'année) et la dérive de ce calendrier par rapport aux saisons ne furent corrigées que vers la fin du XVIe siècle, après plus d'un siècle et demi de tentatives avortées, par un collège de religieux et d'astronomes sous la houlette du pape Grégoire XIII. Le jeudi 4 octobre 1582 julien fut donc suivi par le vendredi 15 octobre 1582 grégorien à Rome, l'année grégorienne étant alors portée à 365.2425 jours, nettement plus proche de la valeur réelle. La France, pays dominé à l'époque par le catholicisme, suivit la même année en décembre, alors que l'Angleterre, très opposée à Rome, ne réforma son calendrier qu'en 1752 et que la Russie orthodoxe ne vit cette réforme qu'en 1917, juste après la révolution d'octobre.

Le premier jour de l'année a également changé plusieurs fois en quelques siècles entre le premier mars et le premier janvier avant et durant la république romaine pour être définitivement fixé en 153 avant J.C. au premier janvier. Au IVe siècle de notre ère, l'église chrétienne adopta tacitement cette convention déjà généralement utilisée durant tout l'Empire romain. Depuis cette époque, le Nouvel An a toujours été célébré à cette date dans tous les pays de la chrétienté...

L'année 0 ne fut introduite que récemment en astronomie afin de faciliter le décompte des années aux dates antérieures à l'an 1 de notre ère. L'an 1 avant J.C. fut donc noté année 0, alors que l'an 2 avant J.C. fut écrit année -1 et ainsi de suite, par exemple 100 avant J.C. et -99. Les archéologues et les historiens conservèrent cependant l'ancienne notation pour les années précédant l'ère chrétienne. L'année origine de notre calendrier resta donc bien l'an 1 et le comptage des siècles ne fut pas modifié dans le calendrier, les astronomes n'ayant pas changé l'usage.

Le Ier siècle avant J.C. s'est donc déroulé entre l'an 100 avant J.C. et l'an 1 avant J.C. inclus, c'est à dire entre -99 et 0, alors que le Ier siècle après J.C. s'est bien déroulé entre l'an 1 et l'an 100 inclus, que ce soit dans le comptage astronomique ou dans le comptage historique et archéologique. Ceci implique que le comptage des siècles postérieurs suit la même règle, en particulier le XXe siècle est bien compris entre le premier janvier 1901 à 0h temps universel et le 31 décembre 2000 à 24h temps universel. Le XXIe siècle ne commencera donc que le premier janvier 2001 à 0h temps universel, et certainement pas un an avant. Le comptage des millénaires suivant la même règle, le IIe millénaire, commencé le premier janvier 1001 à 0h temps universel, ne se terminera pas avant le 31 décembre 2000 à 24h temps universel pour immédiatement laisser la place au IIIe millénaire, lequel commencera bien le premier janvier 2001 à 0h temps universel.

Remarquons pour finir que la notion de date origine, bien qu'utilisée conventionnellement pour des raisons historiques, est totalement stupide dans n'importe quel calendrier en vigueur actuellement ou par le passé. Les seules dates origines ayant éventuellement un sens sont celles liées à l'histoire de notre Univers, de notre Terre et de l'espèce humaine. Notre Univers a en effet un âge d'environ 17 milliards d'années, alors que notre Terre s'est formée il y a 4.56 milliards d'années et que l'espèce humaine a commencé à se séparer totalement de celles des grands singes il y a environ 5 millions d'années. Nous sommes donc actuellement en environ 5 millions après le début du rameau humain, en environ 4.56 milliards après la naissance de la Terre ou en environ 17 milliards après la naissance de l'Univers!

CHRISTIAN NITSCHELM
89, rue de Talant
F-21000 Dijon, France

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato 4/95
Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

SAG · SAS

Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

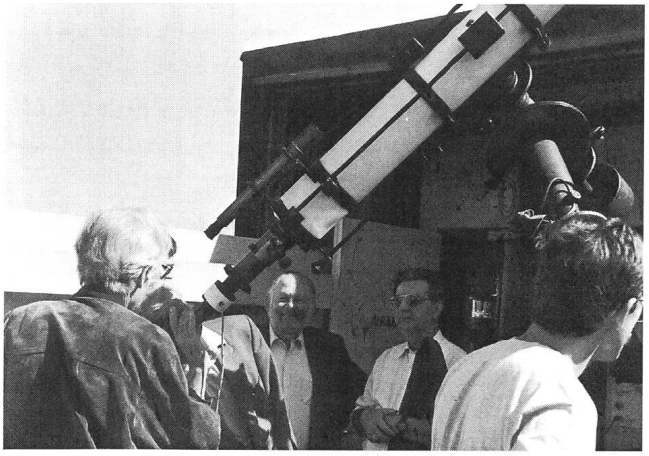
Die 51. Generalversammlung der SAG in Burgdorf am 6. und 7. Mai 1995

Die Generalversammlungen der SAG sind jeweils eine gute Gelegenheit, alte Freunde und Gleichgesinnte zu treffen, neue Bekanntschaften anzuknüpfen und mit ihnen astronomische Probleme, kleine und grosse, zu besprechen. Das Programm der diesjährigen Veranstaltung bot dazu für die gegen 100 Teilnehmer ideale Gelegenheiten.

Dieser Bericht soll einen allgemeinen Überblick über den gesellschaftlichen Teil der Veranstaltung geben, aus der Sicht eines Teilnehmers. Über den geschäftlichen Teil gibt ja das Protokoll der GV Auskunft, das ebenfalls in den MITTEILUNGEN publiziert wird. Nur soviel sei hier erwähnt: Der statutengemäss zurücktretende Technische Leiter Hans BODMER wird durch Hugo JOST aus Grenchen ersetzt, der zurücktretende Protokollführer Kurt SCHÖNI durch Michael KOHL aus Laupen ZH. Beide Posten sind also wiederum in besten Händen. Der Robert A. Naef-Preis wurde Herrn Jacques GUARINOS von Genf/Lyon verliehen, die Hans Rohr-Medaille Herrn Herwin ZIEGLER.

Nach der offiziellen Begrüssung der Teilnehmer zeigte Hugo JOST die Vor- und Nachteile der CCD-Technik am Beispiel seiner eigenen photometrischen Beobachtungen des Veränderlichen DY Pegasi. Peter FENNER berichtete über die Geschichte der 75 Jahre alten Urania-Sternwarte Burgdorf, die man ja auch besuchen und wo man dank des wolkenlosen Himmels die Sonne im Ha-Licht beobachten konnte. Walter STAUB gab Hinweise über die Sonnenfinsternisreise 1995 nach Indien.

1. Urania Sternwarte, ZEISS-Refraktor mit H-alpha Filter.
Observatoire «Urania», réfracteur Zeiss avec filtre H-alpha.



51e Assemblée générale de la SAS 6/7 mai 1995 a Berthoud

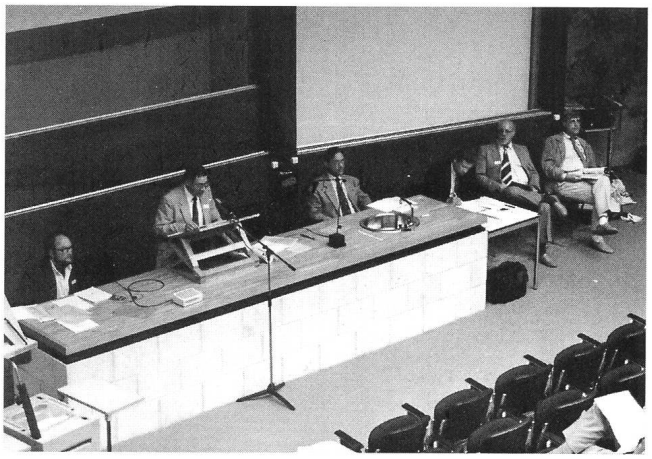
La 51e Assemblée annuelle de la SAS s'est déroulée à Berthoud les 6/7 mai 1995 dans des conditions idéales, tant en ce qui concerne l'organisation que la météorologie. Le nombre de participants lors des différentes phases oscillait entre 50 et 80.

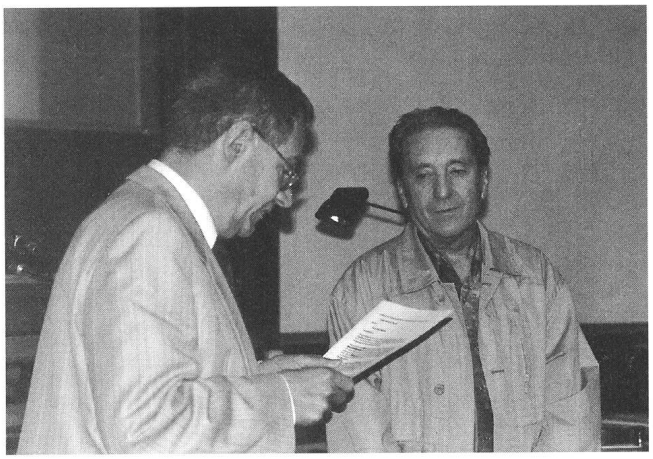
Dès l'ouverture, on pouvait observer le Soleil en H-alpha et Vénus aux différents instruments de l'Observatoire Urania situé sur une terrasse du Gymnase. Cet observatoire scolaire et public fête actuellement le 75e anniversaire de sa fondation en 1921. M. Peter FENNER, son directeur, en retraça l'histoire.

La partie scientifique de l'Assemblée comportait les conférences suivantes:

- Hugo JOST, responsable de la Jurasternwarte au Grenchenberg: *Application de la technique CCD*, à l'exemple de la photométrie de la variable DY Peg (cf. ORION 268, p. 118). Ce travail est succeptible d'encourager d'autres amateurs à se lancer dans ce genre d'études de plus longue haleine.
- Walter STAUB: *Les projets de voyages pour l'observation d'éclipses du Soleil*, en particulier de celle visible en Inde le 24 octobre 1995 (cf. ORION 267, p. 68).
- Paul WILD, professeur honoraire de l'Université de Berne: *Vie et œuvre du grand astronome Jan OORT*. Le conférencier réussit à tracer une image vivante et très personnelle de ce chercheur hors pair qui est à l'origine du développement foudroyant de la radioastronomie.

2. Der Zentralvorstand, vor der Wahl von H. JOST und M. KOHL (v. 1. n. r.): B. NICOLET, H. STRÜBIN, N. CRAMER, D. SPÄNI, H. BODMER, U. STÄMPFLI.
Le Comité central, avant l'élection de H. JOST et M. KOHL (de g. à dr.): B. NICOLET, H. STRÜBIN, N. CRAMER, D. SPÄNI, H. BODMER, U. STÄMPFLI.





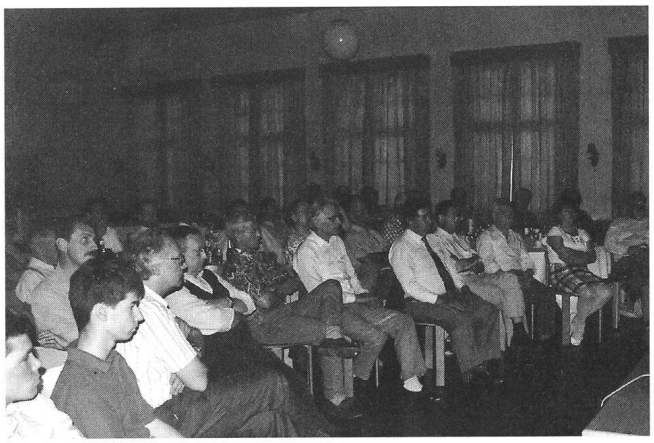
3. Der Präsident H. STRÜBIN überreicht H. ZIEGLER die Hans Rohr Medaille.
Le président H. STRÜBIN remet la Médaille Hans Rohr à H. ZIEGLER.

Anschliessend an den geschäftlichen Teil der GV sprach Prof. Dr. Paul WILD über *Leben und Werk des grossen holländischen Astronomen Jan Oort*. Dr. Mario BURGER berichtete über eine Expedition zur Meteoritensuche in der Antarktis, an der er teilnehmen konnte.

Die Stadt Burgdorf offerierte im Kornhaus einen Apéro, wo die Teilnehmer auch die über 700 aufgestellten Trachtenpuppen bewundern konnten. Für grosse Überraschung sorgte nach dem Nachtessen die Präsentation «Magie mit Siderato». Prof. Dr. Peter MÜRNER (Universität Bern, Mathematik) unterhielt während rund einer Stunde die Zuschauer mit seinen Zaubertricks, die er humorvoll und auf die SAG abgestimmt vorbrachte. Immer wieder überraschte er mit unerwarteten Wendungen!

Sonntag vormittags fuhren wir mit einem Car nach Affoltern im Emmental über die Lueg, wo man eine wundervolle Aussicht in den Jura und zu den Alpen hat. Während der Fahrt kamen immer wieder Erinnerungen an die Geschichten von Jeremias Gotthelf auf. Der Besuch der Schaukäserei war sehr aufschlussreich, man konnte alle Phasen des in industrieller Art hergestellten Emmentaler Käses überblicken. Manch einer mag sich allerdings darüber Gedanken gemacht haben, wie man diesen Käse auch zu marktgerechten Preisen absetzen kann.

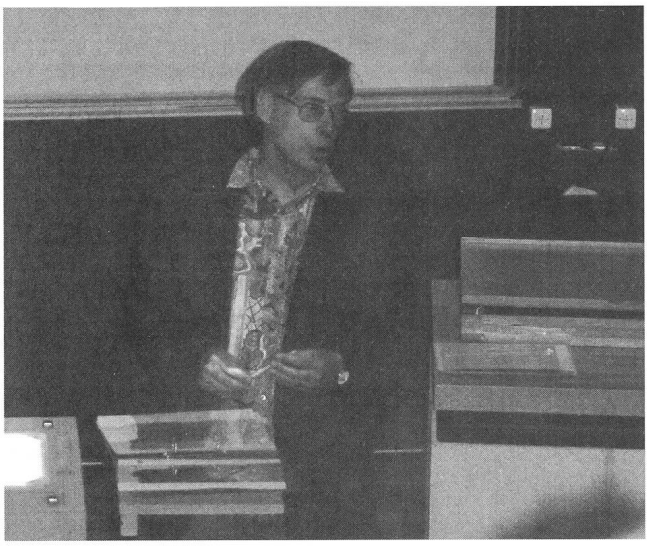
5. Die Teilnehmer folgen aufmerksam dem Vortrag von L. Labhardt.
Les participants suivent attentivement la conférence de L. Labhardt.



4. P. WILD

- Mario BURGER: *Recherche de météorites en Antarctique.*
- Lukas LABHARDT, de l'Institut astronomique de Bâle: *La détermination de la constante de Hubble avec le télescope spatial Hubble.* Cette conférence donne une idée des extrêmes difficultés que rencontre la mesure des distances des galaxies, la magnitude des Céphéides servant de sources standard et leur identification. La valeur de la constante H_0 devrait être d'environ 50 km/s.Mpc. Nous apprenons aussi l'importance et la qualité des recherches astronomiques en cours dans les observatoires de notre pays.

Ce riche programme astronomique entourait l'*Assemblée générale* proprement dite qui fut conduite de main ferme par M. Heinz STRÜBIN, président central, en présence d'une cinquantaine de membres. Les rapports du président, du secrétaire central et du directeur technique donnaient un aperçu de l'activité et des problèmes que rencontre le Comité. L'effectif de la SAS a légèrement augmenté (près de 3700 membres); en revanche, la proportion des abonnés à Orion diminue: un tiers des membres renonce à ce dernier. Les comptes bouclent avec un déficit important qui sera épongé en partie par un appel à la réserve. Les cotisations resteront néanmoins inchangées en 1995. Le Comité est réélu pour une nouvelle période de quatre ans. MM. Kurt SCHÖNI secrétaire verbaliste, et Hans BODMER, directeur technique, quittent le



7. H. JOST, neues Vorstandsmitglied.
H. JOST, nouveau membre du Comité

Nach dem Mittagessen im Restaurant Sonne (damit ist nicht unser Zentralgestirn gemeint) sprach Dr. Lukas LABHARDT über Beobachtungen mit dem Hubble Space Telescope zur Bestimmung der Hubble-Konstante, an denen das Astronomische Institut der Universität Basel beteiligt ist.

Damit war das Ende der Tagung erreicht, nach einer Carfahrt nach Burgdorf trennten sich die Teilnehmer und fuhren heimwärts in alle Himmelsrichtungen. Es war eine schöne und bestens organisierte Tagung. Ich glaube im Namen aller Teilnehmer den Organisatoren dieser Tagung, die wir nicht so bald vergessen werden, herzlich danken zu können. In knapp einem Jahr werden wir uns ja in Neuenburg wiedersehen, «se deus quiser» (so Gott will), wie der Brasilianer zu sagen pflegt.

ANDREAS TARNUTZER

Comité central et sont remplacés par MM. Michael KOHL, de Laupen/ZH, rédacteur de la Circulaire ORION, et Hugo JOST, de Granges. Le Prix Naef 1994 est attribué à M. Jacques GUARINOS, de Genève/Lyon (cf. ORION 268, p. 130/14). M. Herwin ZIEGLER reçoit la Médaille Hans Rohr (cf.ORION 268, p. 130/14). La prochaine Assemblée aura lieu à Neuchâtel les 4/5 mai 1996.

Le programme récréatif (présentation de magie et visite de la fromagerie de démonstration à Affoltern) laissa amplement de temps pour les contacts personnels indispensables et les discussions. Nous félicitons et remercions M. Werner LÜTHI et ses collaborateurs de cette rencontre intéressante, agréable et réussie.

F. EGGER

6. Beobachtung der Herstellung des «Emmentaler».
Observation de la fabrication de l'«Emmental». (Fotos: F.Egger)

CCD-Workshop in der Jurasternwarte Grenchenberg

Am Oktoberwochenende vom 28./29. Oktober 1995 findet in der Jurasternwarte Grenchenberg unter der Leitung von H. JOST der erste SAG-CCD-Workshop statt. Er soll es uns erlauben, Erfahrungen, Tips und Tricks zwischen den Anwendern der doch noch recht neuen Technik auszutauschen. Er richtet sich jedoch nicht nur an die bereits «erfahrenen» Anwender sondern soll es insbesondere dem Neueinsteiger erlauben, sich ein bisschen rascher in dieses faszinierende Gebiet einzuarbeiten.

Das Wochenende ist nicht als Kurs gedacht. Vielmehr soll es dem Gedankenaustausch dienen und, wenn möglich, zu weiterführenden Aktivitäten führen. In diesem Sinne sind auch Beiträge der Teilnehmern erwünscht.

Das Wochenende wird Samstags um 1400 Uhr beginnen und am Sonntag ca. um 1500 Uhr enden. Übernachten werden wir im Massenlager auf dem Obergrenchenberg und auch das Beobachten (bei hoffentlich klarem Himmel) und die Geselligkeit sollen nicht zu kurz kommen. Die Kosten für Übernachtung, Nachtessen, Morgenessen und Mittagessen werden sich auf ca. Fr. 65.– belaufen.

Anmeldungen bitte bis am 15.9.95 schriftlich, mit Angabe der genauen Adresse und Telephonnummer, an: *H. Jost-Hediger, Lingeriz 89, 2540 Grenchen (065/53 10 08)*. Das Programm wird Ihnen anschliessend bis zum 5. Oktober 1995 zugestellt.

Da die Platzzahl beschränkt ist, werden die Teilnehmer in der Reihenfolge der Anmeldung berücksichtigt.

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89
2540 Grenchen

Jahresbericht des Präsidenten der SAG

Liebe Mitglieder der SAG, liebe Gäste

Wir freuen uns, die Generalversammlung in Burgdorf durchzuführen. Es ist nicht das erste Mal, dass wir uns hier treffen, aber die diesjährige Generalversammlung fügt sich in ganz besonderer Weise in die Geschichte der Astronomischen Gesellschaft Burgdorf ein. Wir dürfen ihr nämlich zu ihrem 25-jährigen Jubiläum gratulieren. Gleichzeitig feiert die Urania-Sternwarte in Burgdorf ihr 75jähriges Bestehen.

Wir wissen, dass die Organisation einer Generalversammlung für die durchführende Sektion immer eine grosse Arbeit bedeutet. Im Namen des Vorstandes und von Ihnen allen danke ich Werner LÜTHI und seinem Team für alles, was sie zum Gelingen dieser Tagung beigetragen haben.

1. Mitgliederbewegungen und Finanzielles

Ich möchte auch diesmal einige Bemerkungen zu den Mitgliederzahlen und zum Finanziellen machen, obwohl die Berichte des Zentralsekretärs und des Kassiers Sie nachher im Detail informieren werden.

Wie Sie ja wissen, haben wir in der SAG seit 1994 zwei neue Sektionen, nämlich die «Société d'astronomie du Valais romand» und den «Verein der Freunde und Freundinnen der Sternwarte Ependes». Das hat zu einer sehr erfreulichen Zunahme von 250 Mitgliedern geführt. Die SAG zählt heute mehr als 3700 Mitglieder; darauf dürfen wir stolz sein. Leider haben aber die ORION-Abonnenten nicht zugenommen, sondern weisen einen kleinen Rückgang von ca. 1% auf.

Wir haben auch dieses Jahr wieder Mitglieder durch Todesfall verloren. Unter ihnen ist Hans BAUMANN, der Hauptinitiator der Sternwarte Uitikon, den wir alle geschätzt und sehr gern gehabt haben.

Beim Kassenergebnis ist nun – in Anbetracht der Teuerung in verschiedenen Sektoren und mit der Stagnation der Anzahl ORION-Abonnenten – eine Trendwende erfolgt. Wir müssen einen Verlust von ca. 4000.– Franken zur Kenntnis nehmen.

Beim Kommentieren der guten finanziellen Ergebnisse der Vorjahre habe ich immer gesagt, dass wir den Gewinn als Reserve für schlechtere Jahre verstehen wollen. Diese Situation ist jetzt eingetreten, und der Vorstand wird Ihnen deshalb vorschlagen, die Mitgliederbeiträge auf dem jetzigen Stand zu belassen und für das nächste Jahr noch nicht zu erhöhen.

Die SAG hat im Berichtsjahr die Astrotagung mit 5000.– Franken unterstützt. Zudem leistete sie finanzielle Beiträge an die Sonnenbeobachtergruppe, die Gruppe astro!nfo, die Aktivitäten Carona und neu auch an die Yolo-Gruppe.

2. Der Zentralvorstand

Zuerst möchte ich allen Mitgliedern des Zentralvorstandes für ihren Einsatz und die ausgezeichnete Zusammenarbeit während des vergangenen Jahres ganz herzlich danken.

Herr Dr. NICOLET hat bis jetzt zwei Funktionen ausgefüllt, nämlich Vizepräsident und Jugendberater. Wegen beruflicher Belastung tritt er von seinem Amt als Jugendberater zurück. Er bleibt aber – und das freut uns – als Vizepräsident im Vorstand.

Mit der heutigen Generalversammlung tritt Kurt SCHÖNI, unser Protokollführer aus dem Vorstand aus. Kurt SCHÖNI hat wesentlich mehr als nur das Protokoll zur Vorstandsarbeit beigetragen. Neben der Routinearbeit hat er mit analytischem Geschick und langfristigem Denken viele wertvolle Ideen für die zukünftige Gestaltung der SAG erarbeitet. Ich bedaure, dass er wegen einer Auslandreise heute nicht unter uns ist. Ich danke ihm und werde ihm als symbolische Anerkennung ein vergoldetes SAG-Abzeichen zusenden.

Aus statutarischen Gründen muss auch unser bewährter Technischer Leiter, Hans BODMER, heute zurücktreten. Er hat sein Amt zwölf Jahre lang mit viel Energie und kompetent ausgeübt. Es sind unzählige Stunden, die er für die SAG aufgewendet hat. Nie war ihm etwas zu viel, und seine Hilfsbereitschaft wird uns im Vorstand fehlen. Hans BODMER geht uns aber nicht verloren und wird uns weiterhin – unter anderem in Carona – zur Verfügung stehen. Ich freue mich sehr, Hans, auch Dir als symbolische Anerkennung ein goldenes SAG-Abzeichen zu überreichen...

Zur Neuwahl in den Vorstand werden wir Ihnen unter Traktandum 10 die Herren Hugo JOST und Michael KOHL vorschlagen.

Hugo JOST ist Elektroingenieur und arbeitet bei der Ascom Infrasys. Er beschäftigt sich seit 1986 intensiv mit Astronomie; dabei lernte er Erich WOLF und Gerhart KLAUS kennen. Seit 1986 ist er Präsident der Astrogruppe der Jurasternwarte Grenchenberg, seit 1988 Mitarbeiter in der ORION-Redaktion und 1989 wurde er Mitglied des Stiftungsrates der Jurasternwarte. Hugo JOST ist ein erfahrener Astronomieausbildner und Demonstrator; im speziellen beschäftigt er sich seit 1992 intensiv mit CCD-Kameras. Wir freuen uns sehr, dass Hugo JOST bereit ist, in der SAG noch aktiver mitzuarbeiten.

Auch Michael KOHL ist uns gut bekannt. Er ist Reallehrer in Wald und betreibt seit fast 20 Jahren aktiv Astronomie, wobei – wie er selber sagt – die beobachtende Astronomie für ihn im Vordergrund steht. Unter anderem macht er regelmässige Beobachtungen von Veränderlichen und wurde damit Mitglied der *American Association of Variable Star Observers*. Er ist Vorstandsmitglied der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Oberland, verfasst das ORION-Zirkular der SAG und arbeitet seit einigen Jahren aktiv beim *astro sapiens* mit. Und schliesslich: Michael KOHL ist 34 Jahre alt und wird damit einen willkommenen Beitrag zur Verjüngung des SAG-Vorstandes leisten. Wir danken ihm schon jetzt für seine Bereitschaft, bei uns mitzumachen.

3. ORION

Der ORION ist auf einem sehr guten Stand. Meine Ausführungen zu unserer Zeitschrift beschränken sich dieses Jahr auf Worte des Dankes.

Der erste Dank gilt natürlich Herrn Dr. Noël Cramer. Wir sind sehr dankbar, Herrn CRAMER als Redaktor zu haben, und es lässt sich schwer in Worte fassen, wie viel er für unsere Gesellschaft leistet.

Noël CRAMER wird von Herrn Fritz EGGER – Ehrenmitglied der SAG – tatkräftig unterstützt. Fritz EGGER wirkt als Korrektor und als Autor mit; er beschränkt sich aber nicht darauf, sondern trägt mit seinen kreativen Vorschlägen viel zu einer zukunftssichernden Gestaltung des ORION bei. Wir danken ihm herzlich dafür.

Herr Kurt NIKLAUS ist ORION-Kassier. Auch ihm danken wir herzlich. Er leistet viel Arbeit, die nach aussen nicht in Erscheinung tritt und betreut mit Geschick den Inserateteil des ORION.

Schliesslich richtet sich mein Dank auch an das Redaktionsteam und an alle, die als Autoren zum ORION beitragen.

4. Aktivitäten der SAG

Das wichtigste Ereignis war zweifellos die *12. Schweizerische Amateur-Astronomie-Tagung*, die von der Astronomischen Gesellschaft Luzern durchgeführt wurde. Sie war hervorragend organisiert, brachte neun interessante Referate, darunter den Vortrag von Prof. Dr. J. TRÜMPER vom Max-Planck-Institut über Röntgenstrahlen im Kosmos, eine grosse Ausstellung und eine eindrückliche Vorführung im Planetarium. Ca. 300 Besucher haben teilgenommen.

Über die *Sonnenbeobachtergruppe* und die Tätigkeiten in Carona wird Sie Hans BODMER im Bericht des Technischen Leiters orientieren, und auf die *Yolo-Gruppe* werden wir noch zu sprechen kommen.

Speziell erwähnen will ich aber den Kurs zum *Bau einer CCD-Kamera*, der in Bern unter der Leitung von Frank MÖHLE durchgeführt wurde. An ca. 20 Nachmittagen haben 6 Teilnehmer ihre eigene CCD-Kamera konstruiert. Ich danke Herrn MÖHLE, dass er trotz seines anspruchsvollen Studiums diese Zeit für uns aufgewendet hat; er hat uns viel geboten.

Das *ORION-Zirkular* wird weiterhin von Michael KOHL kompetent und sorgfältig redigiert. Ich danke ihm dafür. Das Zirkular orientiert kurzfristig über unvorhergesehehe astronomische Ereignisse (wie Kometen, Novae und Supernovae). Ich empfehle Ihnen, diesen Service zu benutzen.

An der *Konferenz der Sektionsvertreter* am 5.November 1994 nahmen 38 Mitglieder von 25 Sektionen teil. Vier Referenten berichteten über ihre astronomische Tätigkeit: Herr M.GRIESSER über die Arbeit an der Sternwarte Eschenberg, Herr Dr. R. DIETHELM über die Gruppe der Bedeckungsveränderlichenbeobachter, Herr J. FRICHE über das neue Observatorium der Société jurassienne und Herr Dr. B. ZURBRIGGEN über die Zusammenarbeit der Sternwarte Ependes und der freiburgischen Schule.

Ich will noch eine Bemerkung über die administrativen Abläufe in der SAG anfügen. Wir wissen, dass hier Verbesserungen notwendig und möglich sind, und wir haben im Vorstand viel Zeit für die Diskussion dieses Problemkreises aufgewendet. Die Situation ist aber sehr komplex, und wir sind noch nicht zu einer wirklich überzeugenden neuen Lösung gekommen.

5. Schlusswort

Meine Damen und Herren, ich freue mich jedes Jahr wieder, dass es uns gelingt, die Aktivitäten der schweizerischen Amateurastronomen mit dem Dachverband SAG zu koordinieren. Wir dürfen stolz darauf sein. Wenn ich mir die Traktandenliste des SAG-Vorstandes ansehe, würde ich mir oft wünschen, dass mehr astronomische Themen darin figurieren. Es sind aber die administrativen und finanziellen Fragen, die uns auch dieses Jahr wieder viel Aufwand gekostet haben. Das lässt sich leider nicht vermeiden.

Um so mehr weiss ich die astronomischen Arbeiten in den Sektionen zu schätzen. Hier wird wirklich etwas für die Astronomie getan, hier wird das astronomische Gedankengut weitergetragen. Dafür und für Ihre Treue und Loyalität danke ich Ihnen sehr herzlich.

HEINZ STRÜBIN
Marly, den 5. Mai 1995

Rapport du secrétaire central

Comme de coutume, je vais commencer par les statistiques concernant l'évolution des effectifs de notre société ainsi que celle des abonnés à notre revue ORION. Concernant cette dernière, il est réjouissant d'entendre de nombreux commentaires positifs tant pour son contenu que pour sa présentation. Et comme il est typique dans notre pays pour toutes les revues bi-lingues ou tri-lingues, il y aura toujours des abonnés du côté romand qui estiment qu'il n'y a pas assez de texte en français et réciproquement des abonnés alémaniques qui estiment qu'il y a trop de textes écrits dans la langue de Voltaire! Ainsi va la vie!

	1994	*1995*
Membres de la SAS		
Membres individuels en CH	439	420
Membres à l'étranger	108	97
Membres des sections	2965	3215
Total	**3512**	**3732**
Abonnés à ORION		
Membres individuels	549	549
Membres des sections	1637	1612
Autres abonnements	212	212
Total	**2398**	**2373**

Je remercie ici tout spécialement toutes les sections qui ont pris la peine de répondre aux lettres du secrétaire central. Je suis bien placé pour savoir que l'administration n'est ni intéressante ni amusante, mais qu'elle est nécessaire pour la bonne marche de notre société. Le fait que chaque année trois ou quatre sections ne répondent pas et ceci malgré plusieurs rappels est tout simplement navrant et n'est pas fait pour alléger la tâche du secrétaire central.

Je me permets de rappeler ici quelques modifications qui ont été apportées spécialement dans le but de simplifier la tâche des secrétaires:

a) Toutes les mutations sont à envoyer dorénavant en UN exemplaire. b)

b) La liste des mutations est envoyée directement de la firme Data Unit Computer aux sections.

c) Les démissionnaires seront portés sur cette liste avec la lettre «A». Ils pourront ainsi être réactivés en cas de payement des cotisations tardives.

d) La liste des présidents de sections et leurs adresses sera contenue dans le bulletin ORION du mois de Juin. Ceci afin de tenir compte des sections qui tiennent leur assemblée générale au printemps.

e) La correspondance entre le secrétariat central et les sections se fait exclusivement via le président de chaque section. Exception: l'envoi des Bulletins.

f) Au vu des frais importants occasionnés par l'envoi des revues ORION à l'étranger, le prix de l'abonnement a dû être revu à la hausse. Abonnement: 60.–

Une dernière remarque. Il serait très agréable de recevoir les démissions avant la fin de l'année par une simple carte postale... plutôt que de renvoyer les ORION de février ou d'avril par la poste avec la mention: REFUSE ou ABONNEMENT ANNULE. C'est beaucoup plus correct et cela coûte moins cher comme postage.

Pour terminer, je remercie tous ceux qui m'ont aidé dans mon travail. En toute circonstance n'hésitez pas à me téléphoner ou à m'écrire pour obtenir des renseignements ou de l'aide. Je suis à votre disposition.

Le secrétaire central
PAUL-EMILE MULLER

Bericht des Technischen Leiters

Beobachter- und Arbeitsgruppen

Sonnenbeobachtergruppe SoGSAG

Trotz weiterhin zurückgegangener Sonnenaktivität ist die Sonnenbeobachtergruppe unter der Leitung von Thomas K. FRIEDLI aus Schliern weiterhin sehr aktiv. Besonders die Gruppe der Sonnenbeobachter von blossem Auge unter der Leitung von H.U. KELLER aus Zürich erfreut sich grosser Beliebtheit - wurde doch die Sonne auf diese Weise lückenlos im Jahre 1994 beobachtet. Auch die anderen 20 Beobachter sind sehr fleissig daran, möglichst täglich die Sonnenfleckenrelativzahl und anderes zu bestimmen.

Letztes Jahr hat am 11./12. Juni die bereits 10. Sonnenbeobachtertagung in der Feriensternwarte Calina stattgefunden. An dieser Tagung wurde wiederum die Gelegenheit genutzt, einige aktuellen Fragen innerhalb der Gruppe zu besprechen und einige Neuigkeiten von aktiven Beobachtern zu erfahren. Ich möchte an dieser Stelle Herrn Thomas FRIEDLI aus Schliern bei Bern, für seinen Einsatz, die Sonnengruppe zu leiten, sehr herzlich danken. Auch einen herzlichen Dank an die Auswertungsstelle bei Herrn Marcel BISSEGGER aus Safnern, welcher die Resultate jeweils pünktlich an die Beobachter verschickt.

Am *10./11. Juni findet die 11. Sonnenbeobachtertagung* in Carona statt.

Arbeitsgruppe YOLO

Seit einiger Zeit hat sich unter der Leitung von Herwin ZIEGLER eine neue Arbeitsgruppe gebildet. Diese ist sehr aktiv und mit grossem Interesse daran, ein sogenanntes Yolo-Instrument – eine Art Schiefspiegler – zu bauen. Diese Gruppe hat sich schon anlässlich der letzten Generalversammlung in Brig und auch an der vergangenen Astrotagung in Luzern mit ihren Arbeiten sehr gut präsentiert. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Herwin ZIEGLER aus Nussbaumen und an seine Mitarbeiter ein grosses Lob aussprechen, dass unsere Arbeitsgruppen durch eine weitere sehr aktive Gruppe bereichert wurde. Wer Interesse an dieser Arbeitsgruppe hat, kann sich an sich direkt bei Herwin ZIEGLER melden.

Arbeitsgruppe CCD-Kamera

Unter der Leitung von Herrn Frank MÖHLE aus Peist hat letzten Sommer eine Gruppe von sieben Teilnehmern damit begonnen, eine CCD-Kamera im Selbstbau zu erstellen. Das gesteckte Ziel, diese Kamera an 8 Samstagnachmittagen zusammenzubauen, hat sich leider noch nicht ganz erfüllt. Der Bau dieser Kamera setzt doch grössere Kenntnisse und gutes Geschick beim Zusammenbau von elektronischen Bauteilen voraus als offenbar vorausgesehen. Ich bin aber überzeugt, dass auch dieser Gruppe ein guter Erfolg nach zähen Bemühungen bevorsteht.

Feriensternwarte Calina

Auch im vergangenen Jahr konnten wiederum zahlreiche Wochenkurse sowie das Kolloquium durchgeführt werden. Die Zahl der Teilnehmer an den Kursen ist erfreulicherweise weiter steigend. Diesen Herbst findet noch einmal ein *Einführungskurs in Astronomie*, sowie ein Kurs über *Wetterkunde* statt. Auch für das nächste Jahr werden einige Kurse ausgeschrieben, ich möchte Sie bitten, die Kursausschreibungen im Inserat des «STERNENHIMMEL» und im ORION zu beachten.

Anmeldungen für die Kurse und Tagungen erfolgen ausschliesslich über mich und nicht mehr über die Hausverwalterin. Ich möchte Sie also bitten, bei Kursanfragen und Kursameldungen direkt an mich zu gelangen.

Abschied aus dem Vorstand der SAG

Nun meine sehr geehrten Damen und Herren, werde ich nach 12 Jahren mein Amt als Technischer Leiter im Vorstand der SAG an meinem Nachfolger weitergeben. Dies einerseits mit einem lachenden Auge, andererseits aber auch mit einem weinenden Auge. Einerseits kann ich mich wieder eher astronomischen Themen widmen und vor allem der Feriensternwarte Calina noch etwas mehr Beachtung schenken und dort am weiteren Aufbau der Kurstätigkeit wirken. Andererseits werde ich aber die gute Kameradschaft im Vorstand der SAG etwas vermissen.

Meine lieben Vorstandskollegen, ich danke Euch sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit und besonders unserem Präsidenten Heinz STRÜBIN für das jeweilige Verständnis der Anliegen meinerseits und für die immer gut vorbereiteten und speditiv geleiteten Vorstandssitzungen.

Ihnen, liebe Sternfreunde, danke ich für das Vertrauen während meiner Amtszeit im Vorstand und meinem Nachfolger wünsche ich alles Gute und Erfolg bei seiner Tätigkeit im Vorstand der SAG.

(*Von der Redaktion leicht gekürzt*)

HANS BODMER,
Technischer Leiter SAG
Schlottenbüelstrasse 9b, CH-8625 Gossau / ZH

Membre d'honneur: CLAUDE NICOLLIER

En effectuant un retour en arrière dans la jeune histoire de l'observatoire d'Épendes, nous retrouvons la trace de la présence de Monsieur Claude NICOLLIER dès les débuts de l'observatoire. Ainsi, dans le n° 203 de la revue ORION, nous pouvons lire ceci:

«M. Claude NICOLLIER, membre du corps des astronautes de la NASA, fit savoir qu'il répondrait par lettre adressée personnellement à toute personne qui contribuerait pour Fr. 200.– ou plus aux dépenses de construction de l'observatoire.»

Le 12 février 1990, nous recevions un courrier de la NASA: *«L'observatoire d'Épendes a joué, depuis son ouverture en 1984, un rôle important pour l'initiation du public et des écoliers et étudiants de la région fribourgeoise à l'observation et l'étude du ciel. Je soutiens très fortement le projet de modernisation de l'observatoire qui lui permettra de mieux remplir son rôle culturel et éducatif dans le domaine fascinant de l'astronomie.»*

Le 23 mai 1994, Claude NICOLLIER nous faisait part de son adhésion à notre association et apportait cette promesse: «Je ferai tout mon possible pour passer à l'observatoire dans le courant de la deuxième moitié de cette année.»

Le 21 octobre 1994, c'était chose faite!

La possibilité extraordinaire de rencontrer la personnalité exceptionnelle de M. Claude NICOLLIER dans le cercle restreint d'Ependes nous était offerte. L'ensemble des démonstratrices et des démonstrateurs ainsi que les membres de la Fondation Robert-A. Naef lui ont réservé un accueil chaleureux. M. Claude NICOLLIER nous enthousiasma par la présentation passionnante de sa collaboration à la mission STS 61 de la navette Endeavour, en décembre 1993.

La joie et l'enthousiasme pouvait se lire de façon évidente dans les yeux des personnes présentes. Un astronaute mondialement connu, ayant eu l'occasion d'observer la Terre d'en haut, disposant de qualités humaines exceptionnelles apportait une stimulation tout à fait hors du commun à un modeste groupe d'astronomes amateurs comme le nôtre. Il a encouragé les démonstratrices et démonstrateurs d'Ependes à entreprendre des travaux de recherche, notamment dans le domaine des étoiles variables où les contributions des amateurs sont indispensables aux chercheurs.

Monsieur Nicollier nous a dit son enthousiasme pour les tâches accomplies par l'Observatoire Robert-A. Naef, particulièrement dans la promotion de la formation des jeunes et des adultes.

Pour marquer son passage à l'observatoire, nous avons choisi de lui dédier notre planétarium en le dénommant: *Planétarium Claude Nicollier.*

Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons décidé d'octroyer notre premier diplôme de membre d'honneur de l'Association des ami(e)s de l'Observatoire astronomique d'Ependes à Claude NICOLLIER.

BERNARD ZURBRIGGEN

Ehrenmitgliedschaft an CLAUDE NICOLLIER

Ich blättere zurück in der noch jungen Geschichte der R.A. Naef-Sternwarte in Ependes. Claude NICOLLIER war von allem Anfang an der Sternwarte verbunden. Im ORION 203 vom August 1984 ist zu lesen: *«Der Schweizer Claude Nicollier, Mitglied des Astronautenteams der NASA, wird jedermann, der einen Beitrag von 200 Franken oder mehr an die Baukosten der Sternwarte leistet, in einem persönlichen Brief antworten».* Am 12. Februar 1990 erhielten wir Post von der NASA: *«Die Sternwarte von Ependes hat seit ihrer Gründung im Jahre 1984 eine wichtige Rolle gespielt bei der Einführung der Bevölkerung, der Schüler und Studenten der Region Freiburg in die Kunst der Beobachtung und in das Studium des Sternenhimmels. Ich unterstütze sehr entschieden das Vorhaben, die Sternwarte zu modernisieren. Sie wird dadurch ihre kulturelle und erzieherische Aufgabe auf dem faszinierenden Gebiet der Sternkunde noch besser erfüllen können. Claude NICOLLIER, Houston, Texas».*

Am 23.Mai 1994 sagte uns Claude NICOLLIER die Mitgliedschaft in unserem Verein «Freunde und Freundinnen der Sternwarte Ependes» zu und versprach uns damals: «je ferai tout mon possible pour passer à l'observatoire dans le courant de la deuxième moitié de cette année».

Am 21. Oktober 1994 war es so weit: Einer so eindrücklichen Persönlichkeit wie Claude NICOLLIER im engen Kreis in Ependes begegnen zu dürfen, war ein aussergewöhnliches Ereignis. Es fanden sich alle Demonstratorinnen und Demonstratoren sowie die Mitglieder der Robert-A. Naef-Stiftung in der Sternwarte ein und bereiteten Herrn NICOLLIER einen warmen Empfang. Er überraschte uns mit einer für uns massgeschneiderten Präsentation der Weltraummission STS 61, an der er im Dezember 1993 teilgenommen hatte. Grosse Freude und Begeisterung konnte man in den Augen der Teilnehmer lesen. Ein weltweit bekannter Astronaut, der die Erde «von oben» gesehen hat, mit hohen menschlichen Qualitäten gab uns Amateur-Astronomen hier einen ausserordentlichen Motivationsschub. In Begleitung von Frau Daisy NAEF besuchte Herr NICOLLIER die Räume und Installationen unserer Sternwarte. Er hat die Demonstratorinnen und Demonstratoren ermuntert, sich an bescheidenen Forschungsprojekten wie zum Beispiel dem Studium zahlreicher veränderlicher Sterne zu beteiligen, da professionelle Observatorien auf solche Resultate von Amateuren angewiesen sind, um ihre eigenen Forschungsergebnisse zu vervollständigen.

Herr NICOLLIER war begeistert von der Hauptaufgabe, die sich die Robert A. Naef Sternwarte gestellt hat, nämlich die Förderung der Astronomie für die Jugend und für die Erwachsenen. Um das Ereignis des Besuchs zu würdigen, haben wir das Planetarium auf den Namen «Claude Nicollier» getauft.

Wir haben aus diesen Gründen am 5. Mai 1995 mit grossem Applaus Claude NICOLLIER zu unserm 1. Ehrenmitglied des «Vereins Freundinnen und Freunde der Sternwarte Ependes» ernannt.

BERNARD ZURBRIGGEN

ZUM ANDENKEN AN ...

Hans Baumann zum Gedenken

Am 19. April, dem Tag der Vollendung seines 71. Lebensjahres, ist Hans Jaques Friedrich BAUMANN (1924-1995) in seinem Heim in Uitikon nach längerer schwerer Krankheit gestorben.

Als Heimatzürcher in Bern aufgewachsen, war Hans BAUMANN als Elektroingenieur auf dem Spezialgebiet der Elektroakustik tätig. In mehreren hundert Kirchen und Sälen der Schweiz sind unter seiner Leitung Lautsprecheranlagen mit den verschiedensten Anforderungen erstellt worden. Seine noble Gesinnung, sein korrektes und unbestechliches Benehmen und sein Fachwissen waren bei seinen Auftraggebern hochgeschätzt.

Seit seiner frühen Jugend galt sein spezielles Interesse der Astronomie. So ging er kurz nach der Wohnsitznahme in Uitikon an die Projektierung einer eigenen Sternwarte, die er neben seinem Heim in Uitikon verwirklichte. Bei jeder sich bietenden Gelegenheit war er nun an seinem Teleskop mit den Sternen beschäftigt. Immer stärker war er jedoch vom Wunsch beseelt, sein grosses Teleskop einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Kontakte mit dem Gemeindepräsidenten und das Angebot, sein ganzes astronomisches Instrumentarium von hoher Qualität und respektablem Wert der Gemeinde Uitikon zu schenken und damit einer breiteren Öffentlichkeit, vor allem der Jugend den Blick ins Universum zu ermöglichen, führten bald darauf zur Gründung der «Stiftung Sternwarte Uitikon». Mit grossem Mehr bewilligte die Gemeindeversammlung den nötigen Kredit für den Bau des Sternwartengebäudes. Hans BAUMANN erstellte ein Projekt, baute zur besseren Illustration seines Vorhabens ein naturgetreues Modell, klärte die spezifisch anstehenden Probleme ab, führte Besprechungen mit Behördevertretern, Fachastronomen und Sachverständigen, leitete zum Teil die Bauarbeiten und koordinierte die Demontage, den Umzug und die Neumontage des Teleskops. Hunderte, wenn nicht tausende von Stunden investierte er in den Bau und später auch in den Betrieb der Sternwarte. Am 15. September 1979, nur drei Jahre nach der ersten Idee für die Stiftung eines astronomischen Observatoriums, konnte die Volkssternwarte auf der Allmend in Anwesenheit der Behördevertreter von Uitikon und der umliegenden Gemeinden sowie von Gelehrten der Schweizerischen Hochschul-Astronomie und zahlreicher Gäste eingeweiht und den Freunden der Astronomie übergeben werden.

Hans BAUMANN, Initiator und Stifter des Instrumentariums (r), präsentiert seinem Freund, Dr. med. Alfred SCHMID, Bern, die Sternwarte in Uitikon anlässlich der Eröffnung am 15.9.1979.

Auf seine Veranlassung entstand eine Jubiläumsschrift zum 15jährigen Bestehen der Sternwarte, die der Gemeinderat als festlichen Weihnachtskurier herausgab. Diese Festschrift, die Hans BAUMANN trotz seiner schweren Krankheit mit allen, auch eigenen finanziellen Mitteln förderte, wäre ohne seine Verdienste nicht erschienen. Wir trauern um einen hilfreichen, bescheidenen, liebenswürdigen, grosszügigen, feinfühligen und weltoffenen Sternfreund und grossen Förderer der Astronomie.

ARNOLD VON ROTZ

40 Jahre «Astronomische Gesellschaft Rheintal»

Frühmorgens am 21. Mai setzten sich Hugo und ich in den Zug und fuhren erwartungsvoll Richtung Balgach, wo wir einen «Jubiläums-Besuch» machten.

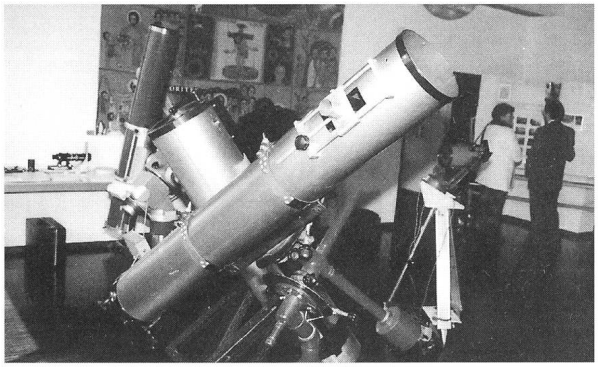
40 Jahre Astronomische Gesellschaft Rheintal – 400 Veranstaltungen, Vorträge und Ausflüge. Also eine sehr aktive Gesellschaft, welche auch Mitglieder und Freundschaften über die Schweizer Grenze hinweg hat. Delegationen der Partnergesellschaften aus Deutschland und Österreich kamen und gratulierten mit originellen Geschenken. Eine der Hauptpersonen der Jubiläumsgesellschaft ist FRANZ KÄLIN. Er war schon bei der Gründung dabei. Während 20 Jahren war er deren Präsident (heute Ehren-Präsident) und betreibt, aktiv wie eh und je, Astronomie und führt in seiner Privatsternwarte die Wunder des Himmels vor. 1982 hat REINHOLD GRABHER die Präsidentschaft mit viel Engagement übernommen.

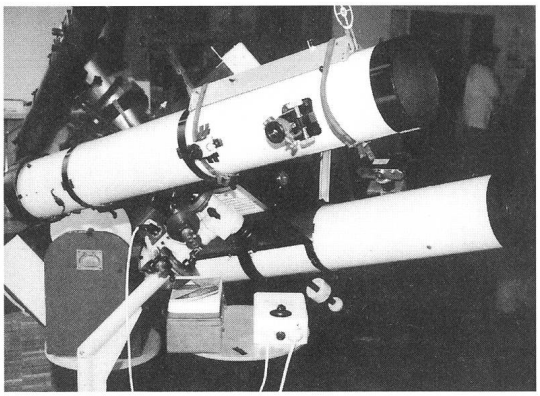
Am Samstag entführte Dr. FRITZ SCHOCH, Heerbrugg, die Anwesenden in seinem Vortrag zu einer «Reise ins Weltall». Am Sonntag zeigte MEN J. SCHMIDT auf, wie nützlich Satelliten im «Dienste der Umwelt» sind.

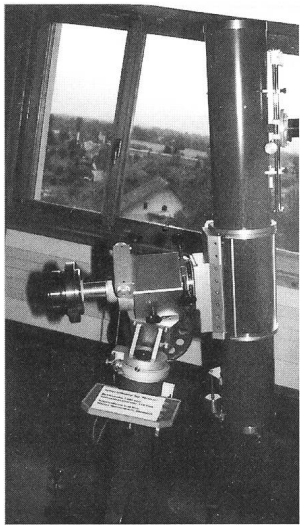
Mit viel Liebe zusammengestellt war die vielseitige Ausstellung mit selbstgebauten Fernrohren, Sonnenuhren und mit Meteoriten. Besonders eindrucksvoll aber waren die Modelle zur Entwicklung astronomischer Erkenntnisse von KURT SCHÖNBUCHER aus Rorschach. Ebenso die sehr schönen Bleistiftzeichnungen und Ölbilder des verstorbenen EUGEN STECK aus Feldberg, der in seinem Leben 6000 astronomische Zeichnungen anfertigte!

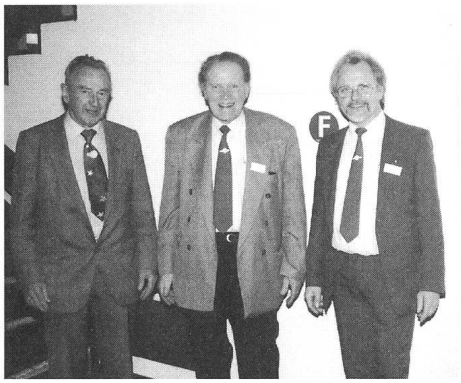
Wir möchten uns an dieser Stelle bei unseren astronomischen Freunden für den herzlichen Empfang und die Gastfreundschaft bedanken.

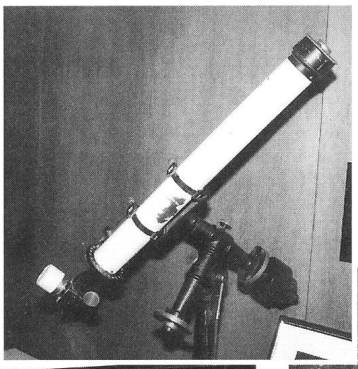
THERESE JOST-HEDIGER, Lingeriz 89, 2540 Grenchen

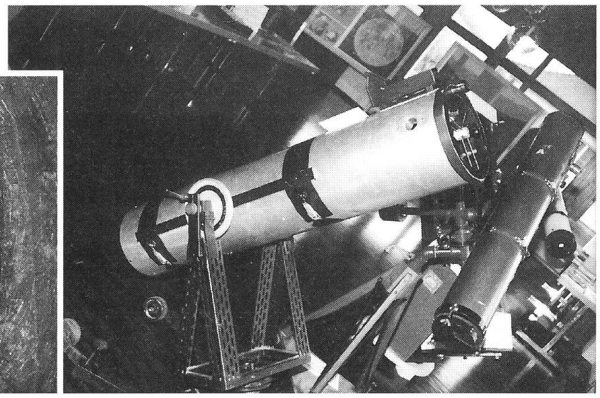


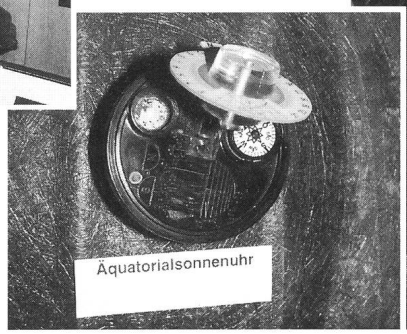




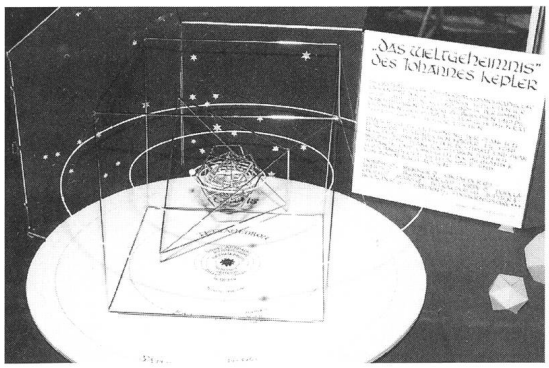


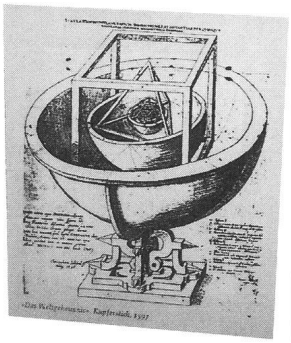


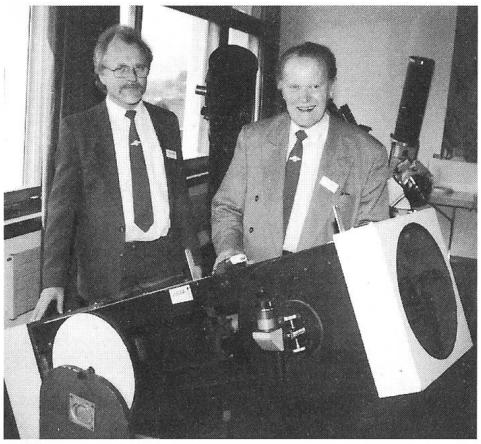



Äquatorialsonnenuhr

40 Jahre
Astronomische Gesellschaft Rheintal


„DAS WELTGEHEIMNIS"
DES JOHANNES KEPLER





Die Galaxien NGC 4725 und 4712 aufgenommen mit dem 1-m-Teleskop der Sternwarte Puimichel. 30 Minuten belichtet auf TP 2415. (Foto H. Eric Recurt, Aignan/F)

Der Galaxienhaufen im Sternbild Corona Borealis aufgenommen von Eric Recourt mit dem 1-m-Teleskop in Puimichel, 40 Min. belichtet auf TP 2415 h. Nach R. Burnham besteht dieser Galaxienhaufen aus über 400 meist elliptischen Galaxien der Helligkeit 16.5 und schwächer. Mit einer Fluchtgeschwindigkeit von 21400 km/sec misst seine Distanz 1000 bis 1400 Mio Lichtjahre, also 16 mal mehr als das Zentrum des Virgohaufens.

The 7th August 25-27, 1995 Swiss STARPARTY

auf dem Gurnigel in den Berner Voralpen

Alle Sterngucker sind wieder herzlich zur diesjährigen Starparty eingeladen. Das ist *die* Gelegenheit zum gemeinsamen beobachten, Fernrohre vergleichen, miteinander fachsimpeln und Erfahrungen austauschen. Nehmt also bitte Eure Fernrohre und Feldstecher mit und denkt auch an schlechtes Wetter – also Bücher, Zeit- schriften und Fotos nicht vergessen! Schlechtes Wetter dürft Ihr ruhig daheim lassen ...

Tous les amis astronomes seront de nouveau cordialement invités à cette Starparty. C'est l'occasion d'observer en commun, de comparer des instruments et d'échanger des idées. Prenez alors vos télescopes et jumelles et emportez des livres, revues et fotos en pensant au mauvais temps (la seule chose que vous pourriez laisser à la maison).

Für ein Infoblatt schickt uns bitte einen adressierten und frankierten Briefumschlag ...

See you soon!

Peter Kocher
ufem Berg 23
CH-1734 Tentlingen
Tel. +41-37-381822

Peter Stüssi
Breitenried
CH-8342 Wernetshausen
Tel. +41-1-9373847
Fax +41-56-225761

Bernd Nies
Chindismülistraße 6
CH-8626 Ottikon
Tel. +41-1-9352638
Internet: bnies@sky.itr.ch

Veranstaltungskalender • Calendrier des activités

18. bis 24. August 1995
«Woche des offenen Daches» der Sternwarte Bülach. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland. Eschenmosen bei Bülach.

25. bis 27. August 1995
«The 7th Swiss Starparty» in den Freiburger Alpen. Info: P. Stüssi, Breitenried, CH-8342 Wernetshausen.

2./3.September 1995
Ibergeregg - Wochenende der Astronomischen Vereinigung Zürich

25. bis 30. September 1995
Elementarer Einführungskurs in die Astronomie, mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte. Dr. Mario Howald-Haller, Dornach. Feriensternwarte CALINA, Carona. Anmeldung bei Hans Bodmer, Schlottenbühlstrasse 9b, CH-8625 Gossau ZH.

9. bis 14. Oktober 1995
Wetterkunde für Amateurastronomen. Leitung: Hans Bodmer, Schlottenbühlstrasse 9b, CH8625 Gossau ZH. Feriensternwarte CALINA, Carona.

14. Oktober 1995
SoGSAG (Sonnenbeobachter der SAG). Seminar in Bern zum Thema «Sonnenaktivitätsüberwachung mit Hilfe der Beobachtungsprogramme der SoGSAG». Praktischer Wiederholungskurs für erfahrene und angehende Sonnenbeobachter. Anmeldung bei Thomas K. Friedli, Plattenweg 32, CH-3098 Schliern b. Köniz.

16. bis 20. Oktober 1995
«Woche des offenen Daches» der Sternwarte Bülach. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland. Eschenmosen bei Bülach.

18./19. November 1995
Astronomia '95. Grösste europäische Astro-Messe. Astro- und Raumfahrtsausstellung, Workshops, Vorträge. Info: Michael Höhn, Jahnstrasse 6, D-65812 Bad Soden, BRD.

25. November 1995
Chlausguck mit Fondue-Essen. Info: Jahn de Lignie, Tel 01/ 734 58 67. Ort noch unbekannt.

11. bis 24. Februar 1996
Astrocamp von und für Amateurastronomen in Telchaquillo, Mexico, einem kleinen Maya-Dorf. Seminar zur Kultur der Mayas, Geologie und Astronomie. Kosten ca. 4939 DM. Info: Martina Gerhards, Kölnstrasse 464, D-53117 Bonn, BRD.

4. und 5. Mai 1996
4 et 5 mai 1996
Generalversammlung der SAG in Neuchâtel
Assemblée Générale de la SAS à Neuchâtel

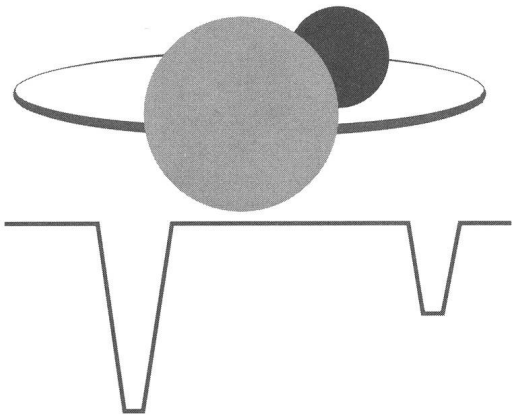
17. bis 23. Juni 1996
17 au 23 juin 1996
9. Generalversammlung der Internationalen Union der Amateur-Astronomen und 2. GV der Europäischen Sektion der IUAA in Luzern. «Congress on Amateur Astronomy To-day.»
9e Assemblée Générale de l'Union Internationale des Astronomes Amateurs et 2e AG de la Section Européenne de l'UIAA à Lucerne. «Congrès sur l'astronomie d'amateur aujourd'hui».

Einführung in die Beobachtung veränderlicher Sterne

Jugendkurs der BBSAG (SAG-Gruppe der Bedeckungsveränderlichen Beobachter)

23. /24. September 1995
Samstag- bis Sonntagnachmittag

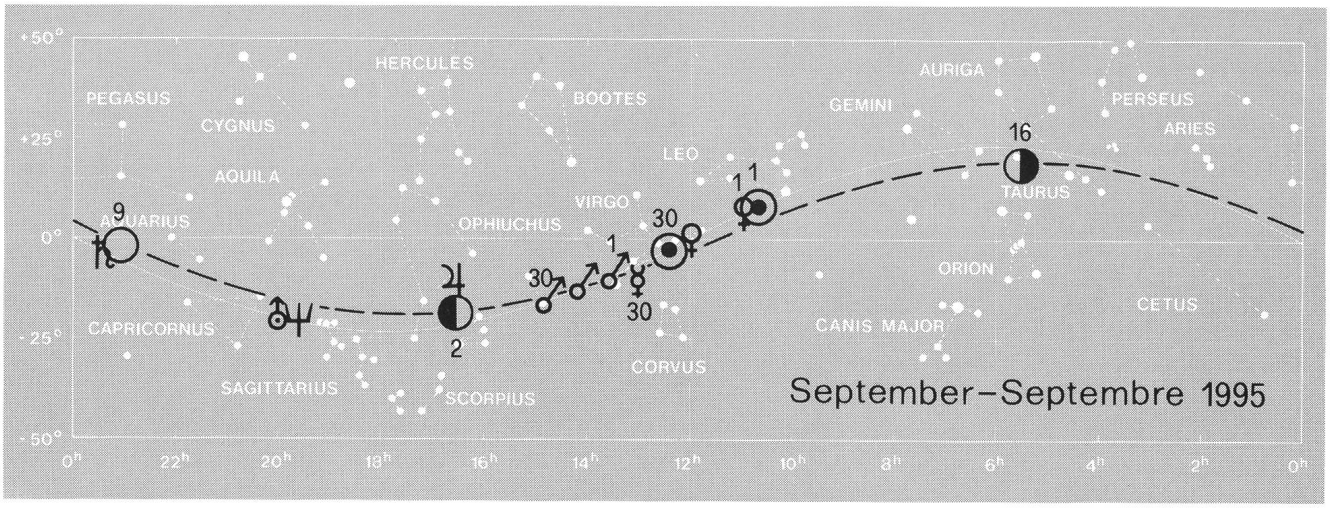
- R. Szafraniec-Sternwarte in Metzerlen, SO
- Übernachtung in der Jugendherberge Rotberg 5 Gehminuten entfernt
- 2 - 6 Teilnehmer/-innen im Alter von 14-25 Jahren
- Kurssprache ist deutsch
- Die Verpflegungs- und Unterkunftskosten gehen zu Lasten der Teilnehmer

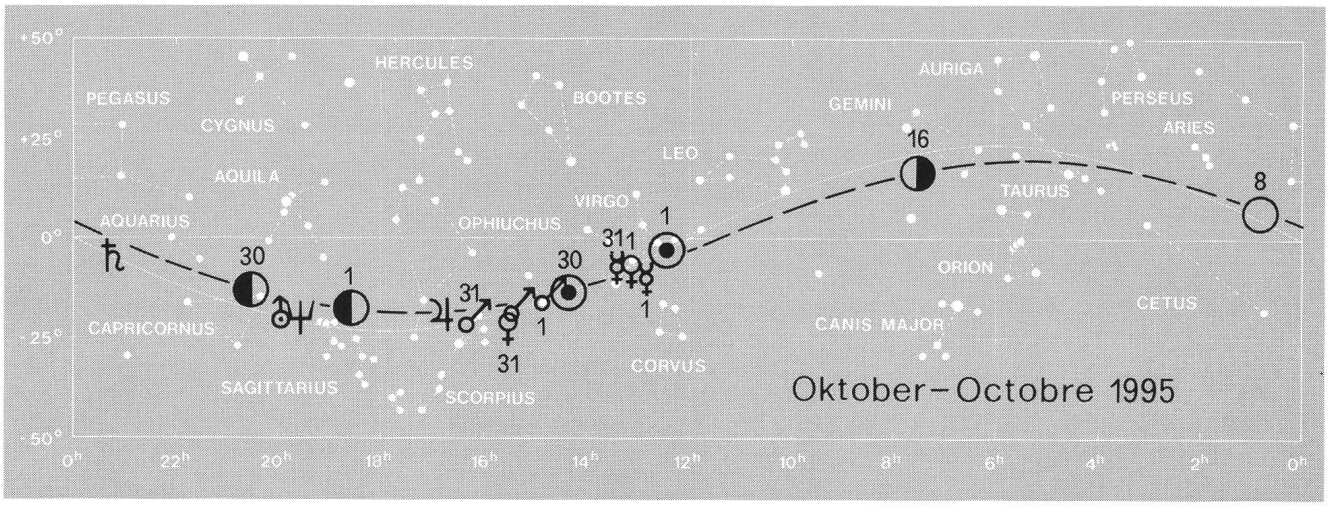


Aus dem Programm:
– Einführung in die Beobachtungsmethoden
– Praktische Arbeit
– Auswertungsmethoden
– Sinn der Veränderlichenbeobachtung

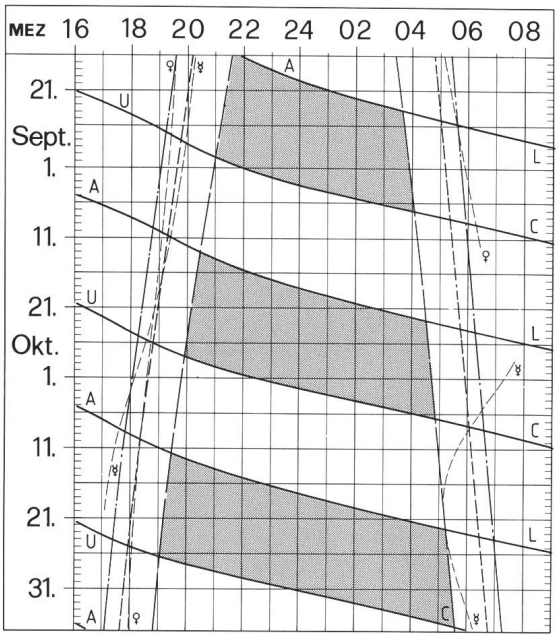
Leitung /Anmeldung:

R. Diethelm	M. Kohl
Rennweg 1	Hiltisbergstr. 11
4118 Rodersdorf	8637 Laupen
Tel. 061 731 26 97	Tel. 055 95 42 12





Sonne, Mond und innere Planeten



Soleil, Lune et planètes intérieures

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

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

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

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

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

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

—·—·— Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
Lever et coucher du Soleil

- - - - - - - - Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe -6°)
Crépuscule civil (hauteur du Soleil -6°)

———— Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe -18°)
Crépuscule astronomique (hauteur du Soleil -18°)

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

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

Der Quantensprung des Wissens

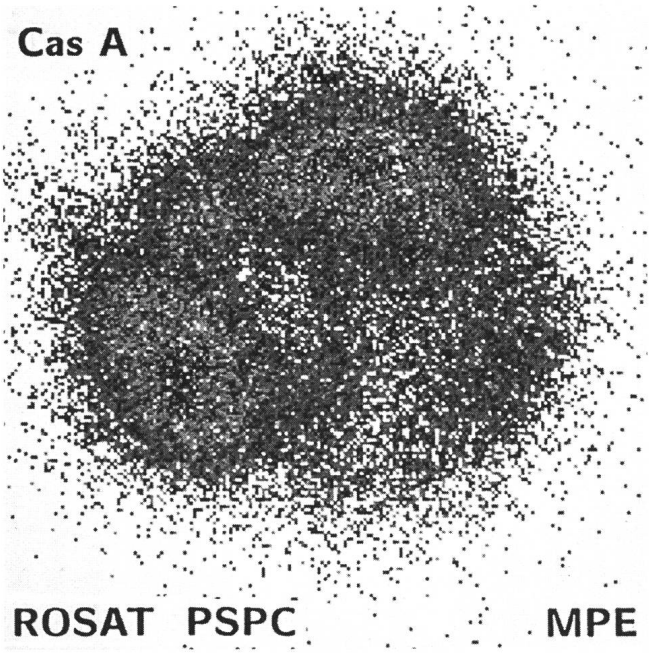
ROSAT: Das schärfste Auge der Röntgenastronomie

F. RICHTER

In den letzten Jahrzehnten hat sich die beobachtende Astronomie von dem schmalen Bereich des sichtbaren Lichts, der eine Oktave misst, auf das ganze elektromagnetische Spektrum ausgedehnt. Heute werden mehr als sechzig Oktaven zwischen dem langwelligen Radiobereich und der hochenergetischen Gammastrahlung im TeV-Bereich genutzt. Triebfeder dieser Entwicklung war nicht zuletzt die Erkenntnis, dass die verschiedenen Spektralbereiche ganz unterschiedliche, komplementäre Einblicke in das kosmische Geschehen gestatten. Wir wissen heute, dass fast alle kosmischen Objekte Röntgenstrahlen emittieren – angefangen bei den nahen Sternen bis zu den Quasaren am Rande des beobachtbaren Universums.

Ein neues Bild des Himmels

Die neuen Einsichten, die mit dem deutschen Röntgensatelliten ROSAT gewonnen wurden, haben die Erwartungen der Wissenschaftler im Max-Planck-Institut weit übertroffen. Mit mehr als 100 000 neu entdeckten Röntgenquellen hat der Satellit das Bild des Himmels verändert. Zum ersten Mal konnten dabei spektral aufgelöste, farbige Röntgenbilder des Himmels gewonnen und grossräumige Emissionstrukturen detailliert kartiert werden. Im Detailbeobachtungsprogramm, das im Anschluss an die Durchmusterung in den letzten fünf Jahren durchgeführt wurde, konnten bisher ca. 4700 Felder beobachtet werden. Die längsten und tiefesten Beobachtungen erlauben es, 75% der extragalaktischen Strahlung in einzelne Quellen aufzulösen (410 Röntgenquellen/Quadratgrad!). «Wir haben jede Bogensekunde abgetastet und kartiert», äusserte sich Joachim Trümper, wissenschaftlicher Leiter des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching bei München. Und er spricht dabei von einem «Quantensprung des Wissens». Am 1.Juni 1990 hob die Delta-II-Rakete von Cap Canaveral ab, um ROSAT auf seine Umlaufbahn zu tragen. Mit diesem Ereignis begann ein neues Kapitel auf dem noch jungen Gebiet der Röntgenastromie. Die Röntgenastronomie ist eine Errungenschaft des Raumzeitalters. Der direkte Nachweis der Röntgenstrahlung der Sonne gelang nach dem Zweiten Weltkrieg in den USA mit Hilfe erbeuteter V2-Raketen. Die erste kosmische Röntgenquelle, Scorpius X-1, im Sternbild Skorpion, und die kosmische Hintergrundstrahlung wurden 1962 gleichzeitig durch einen Zufall mit einem Raketenexperiment der NASA entdeckt, dessen eigentliches Ziel gewesen war, die vom Mond reflektierte Röntgenstrahlung der Sonne nachzuweisen. Mit der Einführung der abbildenden Röntgenteleskope, die auf eine Erfindung des Kieler Physikers Hans Wolter im Jahre 1951 beruhen, eröffneten sich ganz neue Möglichkeiten. Sie bestehen aus konfokalen und koaxialen Paraboloid- und Hyperboloidspiegeln, an denen nacheinander die Röntgenstrahlung bei sehr flachem Einfall reflektiert wird. Derartige «Wolterteleskope» wurden zuerst im grossen Stil im Skylab für Untersuchungen der Sonnenkorona eingesetzt und danach auf dem Einstein-Observatorium (1978-1980) der NASA und dem EXOSAT (1983-1986) der ESA. Auf ROSAT wurde ein Wolterteleskop gestartet, das um ein Vielfaches leistungsfähiger ist als seine Vorgänger. Mit ihm sind die Beobachtungsgrenzen in der Röntgenastronomie weit hinausgeschoben worden.



1. ROSAT-Röntgenbild vom Supernova-Überrest «Cassiopeia A» (Cas-A), aufgenommen mit dem PSPC-Detektor des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik, Garching.

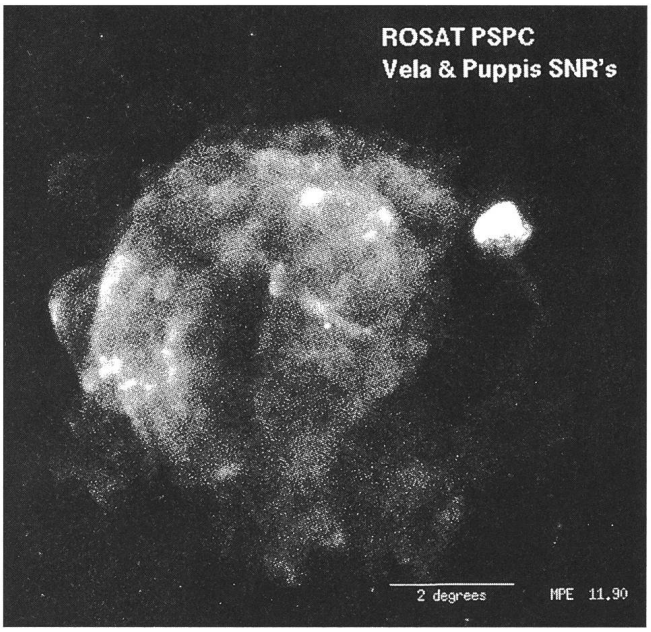
Supernovaüberreste

Die Erzeugung von Röntgenstrahlung in kosmischen Objekten setzt extreme Bedingungen voraus: Temperaturen von Millionen und Milliarden Grad oder extrem starke Gravitations- und Magnetfelder. Sie entsteht häufig als thermische Strahlung. Weitere wichtige Erzeugungsmechanismen sind die Synchrotronstrahlung extrem relativistischer Elektronen und der inverse Compton-Effekt, das heisst, die Wechselwirkungen relativistischer Elektronen mit intensiven Photonenfeldern. Oft ist Röntgenemission mit explosiven Vorgängen verbunden, die in der kosmischen Entwicklung eine ganz wesentliche Rolle spielen. Es sind vor allem die Phänomene am Ende der Sternentwicklung, die am Röntgenhimmel hervortreten. Besonders intensiv ist die Röntgenemission von Endzuständen der Sternentwicklung, also von Weissen Zwergen, Neutronensternen, Schwarzen Löchern und Supernova-Explosionen sowie Galaxienhaufen und Quasaren. Aber auch gewöhnliche Sterne und normale Galaxien sind mit modernen Röntgenteleskopen beobachtbar. Sie markieren die Stellen, an denen vor Tausenden bis

Hunderttausenden von Jahren Sterne am Ende ihrer Entwicklung als Supernova explodiert sind. Diese Explosionswolken weisen eine Temperatur von Millionen Grad auf und sind deshalb intensive Röntgenstrahler.

Besonders eindrucksvoll sind die ROSAT-Aufnahmen alter, räumlich sehr ausgedehnter Supernovaüberreste, die im Zuge der Himmelsdurchmusterung gemacht wurden. Dabei konnten diese Objekte zum ersten Mal als Ganzes kartiert und die Temperatur- und Druckverteilung des heissen Plasmas bestimmt werden.

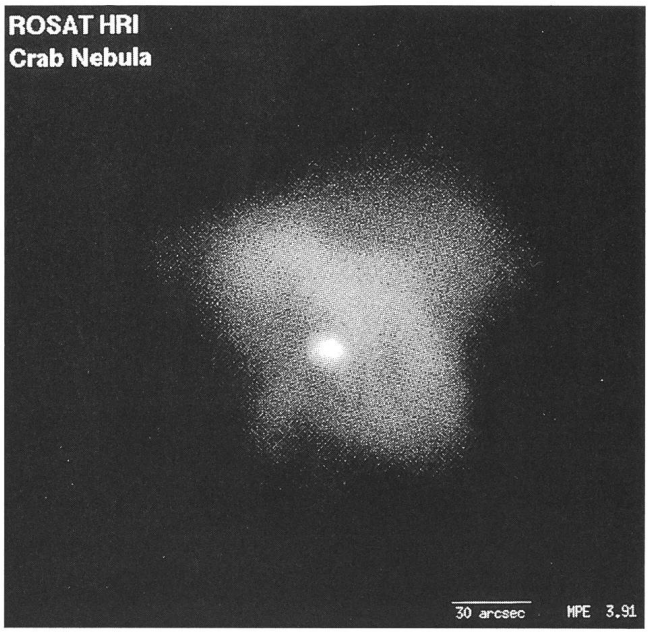
Ein Beispiel ist der Supernovaüberrest im Sternbild Vela (Segel), der in Abbildung 2 dargestellt ist.



2. Röntgenfarbbild der Supernova-Übereste Vela SNR und Puppis A.

Der Vela Supernovaüberrest gehört mit einer Entfernung von nur 1500 Lichtjahren zu den Explosionswolken, die relativ nahe sind. Nach der Explosion des Sterns vor etwa 13000 Jahren hat sich die Wolke auf einen Durchmesser von 200 Lichtjahren ausgedehnt. Am rechten oberen Rand von Vela ist als weisser, überbelichteter Fleck der Supernovaüberrest Puppis A, zu sehen, der jedoch etwa viermal weiter entfernt ist. Das ROSAT-Bild zeigt nun zum ersten Mal die volle Ausdehnung des Velaüberrestes, denn wegen des geringen Kontrastes und des hohen Niveaus der Hintergrundstrahlung konnte in den Bildern von früheren Instrumenten nur die leuchtende, östliche Hälfte ausgemacht werden.

Der bekannteste Synchrotronnebel ist der Crabnebel (M1), der durch die «chinesische» Supernova im Jahre 1054 entstanden ist. In dem ROSAT-HRI-Bild des Crab (Abb. 3) sieht man neben dem 33 msec Pulsar als zentraler Punktquelle interessante räumlich ausgedehnte Strukturen, bei denen es sich um Synchrotronemission von sehr hochenergetischen Elektronen (10^{14} eV) handelt. Diese Strukturen spiegeln direkt die Elektronenstrahlgeometrie des Neutronensterns wider, die damit zum ersten Mal deutlich sichtbar gemacht wird. Eine thermisch strahlende Explosionswolke wie bei Vela konnte um den Crabnebel herum trotz intensiver Suche auch mit ROSAT nicht gefunden werden.

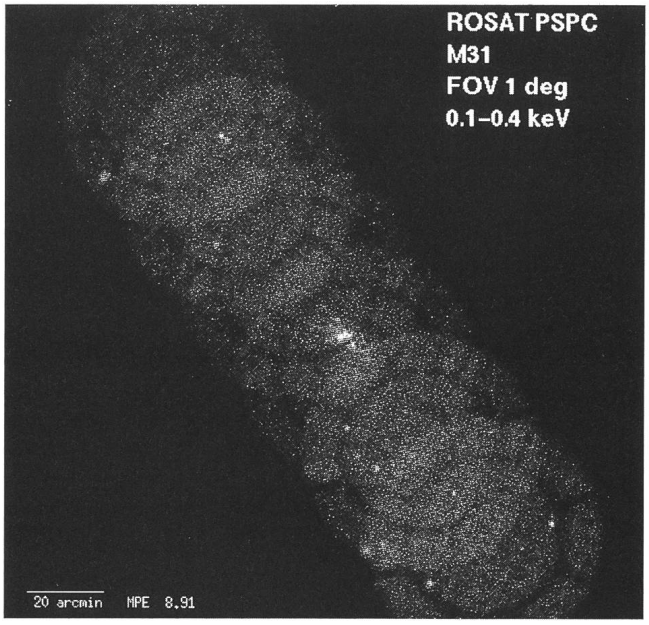


3. Der Crabpulsar ist von einer toroidalen Emissionsregion umgeben. Daneben sind Jets zu erkennen, deren Richtung mit der Rotationsachse des Pulsars übereinstimmt.

Der Andromedanebel

Der Andromedanebel (M31) gehört zur lokalen Gruppe und ist unserer Milchstrasse hinsichtlich Spiralstruktur und Grösse sehr ähnlich. Mit dem Einstein-Observatorium wurden in M31 knapp hundert helle Röntgenquellen registriert. Im Sommer 1991 wurde diese Galaxie mit ROSAT beobachtet, wobei insgesamt etwa 400 Quellen gefunden wurden (Abb. 4). Ein kleiner Teil davon konnte bisher mit optischen Objekten

4. Als Ergebnis einer langen Detailbeobachtung des Andromedanebels konnten in dieser Galaxie etwa 400 Röntgenquellen entdeckt werden. Dabei handelt es sich um Röntgendoppelsterne und Supernova-Überreste .



identifiziert werden, unter ihnen 26 Röntgenquellen in Kugelsternhaufen. Dabei handelt es sich um Röntgendoppelsterne, die auf seltsame Weise entstanden, nämlich durch den Einfang eines Neutronensterns durch einen massenarmen Stern. Auch einige Supernovaüberreste gehören zu den identifizierten Quellen. Vor allem befinden sich unter den Röntgenquellen im Andromedanebel einige der superweichen Quellen. Die Entfernung der Objekte, die im Bereich der sogenannten weichen Röntgenstrahlung, 0.1 bis 2.5 keV, strahlen, reicht von etwa einer Lichtsekunde – dem Mond – bis zu den Quasaren am Rande des heute bekannten Universums.

Übrigens ist die Gesamtzahl der ROSAT-Quellen im Andromedanebel grösser als die Zahl der Objekte, die Uhuru in der ersten Himmelsdurchmusterung 1972 am ganzen Himmel entdeckte. Bei den Uhuru-Quellen handelt es sich um helle Röntgendoppelsterne und Supernovawolken unserer Milchstrasse. Mit ROSAT sieht man im wesentlichen die gleichen Objekte in einer Galaxie, die 2 Millionen Lichtjahre entfernt ist. Nichts verdeutlicht besser den enormen Fortschritt, den die Röntgenastronomie in den letzten 20 Jahren gemacht hat.

Galaxienhaufen

Der tiefe Blick ins Weltall liefert wichtige Bausteine zur Klärung einer der Grundfragen der Astronomie: Wie verlief die kosmische Entwicklung?

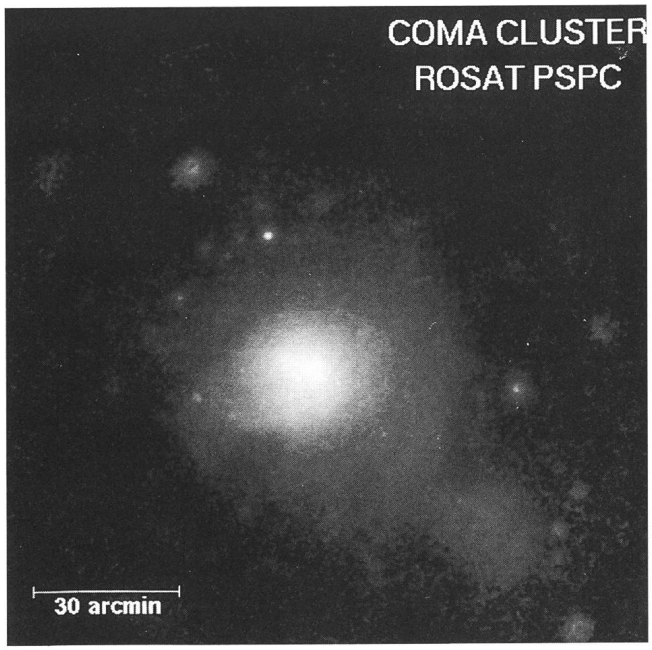
ROSAT erlaubt verfeinerte Einsichten in die Strukturen der Galaxienhaufen, die bislang unmöglich waren. Viele dieser vermeintlich homogenen Gebilde zeigen erstaunliche Unterstrukturen. – «Galaxienhaufen wachsen nach unseren Beobachtungen durch Verschmelzung kleiner Haufen oder Galaxiengruppen. Dabei gilt das hierarchische Prinzip: Die Grossen fressen die Kleinen», erklärte Trümper.

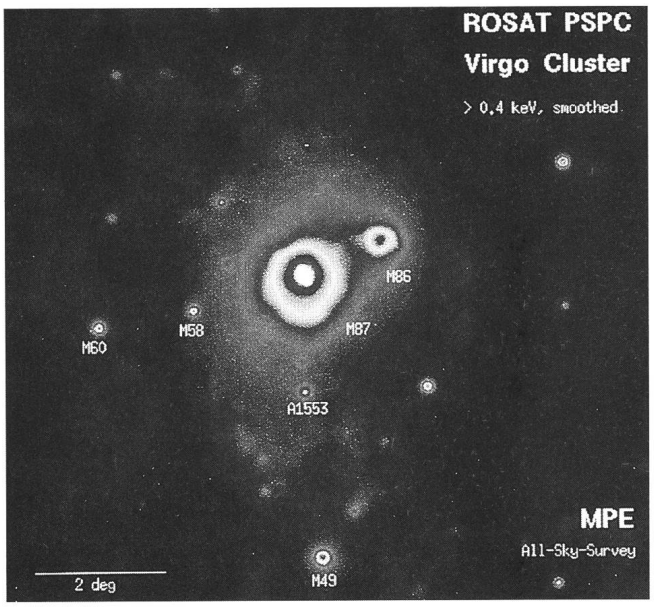
Ein Beispiel für einen solchen Vereinigungsprozess ist der Comahaufen (Abb. 5), auf den offenbar ein kleiner Haufen einstürzt. Auch der Comahaufen selbst, also das grosse Gebilde, besitzt eine innere Struktur, die auf frühere, noch «unverdaute» Vereinigungsprozesse hindeutet. ROSAT-Untersuchungen an anderen Objekten zeigen, dass diese Unterstrukturen in Galaxienhaufen eher die Regel als die Ausnahme sind. Sie sind ein direkter Beweis für die Hypothesen einer hierarchischen Entwicklung der grossen Strukturen.

Ähnlich wie bei dem Galaxienhalo von NGC 253 kann man fragen, wieviel Masse im heissen Plasma steckt, das für Röntgenemissionen verantwortlich ist, und wievel Masse vorhanden sein muss, um dieses heisse Gas gravitativ zu binden (Abb. 6). Das Besondere an diesen Untersuchungen ist, dass ROSAT es gestattet, die Emission des heissen Plasmas bis zu grossen Radien (R_x) zu messen. Die dabei gefundenen Massen des heissen Gases betragen bis zu einigen 100 Billionen Sonnenmassen und diese Werte stellen typisch 10-40% der gravitierenden Masse dar. Die meiste Masse (60-90%) ist bisher unentdeckt und stellt somit «dunkle Materie» dar.

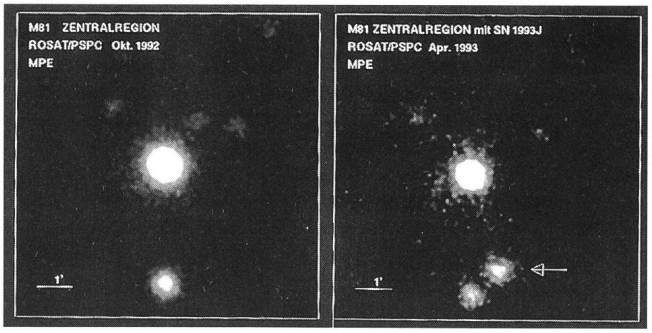
Schliesslich kann man mit Hilfe von Untersuchungen an Galaxienhaufen Kosmographie treiben, also die raumzeitliche Materieverteilung im Kosmos untersuchen. Von der ROSAT-Durchmusterung wird erwartet, dass sie alle Galaxienhaufen bis zur Rotverschiebung von z=0.3 (entsprechend Entfernungen bis zu 4 Milliarden Lichtjahren) zu entdecken gestattet, wobei es sich insgesamt um einige tausend Objekte handeln dürfte. Da die Galaxienhaufen lokale Dichtemaxima in der kosmischen Materieverteilung markieren, ist die Messung ihrer grossräumigen Verteilung und Evolution von grossem kosmologischem Interesse. Bei diesem langfristigen Programm, das einige Jahre dauern wird, geht es letztlich um die bisher ungeklärte Frage, wie sich aus dem überaus homogenen und isotropen Feuerball des Urknalls die beobachteten grossräumigen Strukturen entwickeln haben.

5. Vereinigung des Komahaufens mit einem kleineren Galaxienhaufen, der von rechts unten einfällt.





6. Röntgenbild des Galaxienhaufens vom Sternbild Jungfrau mit einer Entfernung von etwa 600 Millionen Lichtjahren. Die Röntgenstrahlung stammt von heissem Gas mit einer Temperatur von über 10 Millionen Grad. Das heisse Gas beobachtet man in einzelnen Galaxien (die hellen Quellen im Bild) und ebenso ausgedehnt über das ganze Gebiet des Galaxienhaufens.



7. ROSAT-Röntgenbilder der etwa zehn Millionen Lichtjahre von der Erde entfernten Spiralgalaxie M-81. Das linke Bild, das vor der Explosion der Supernova entstanden ist, zeigt das helle Zentralgebiet der Galaxie und eine helle Röntgenquelle am unteren Bildrand. Im rechten Bild, das am 3.April 1993 aufgenommen worden ist, erkennt man neben dieser Quelle deutlich ein neues Objekt, die Supernova 1993J.

Quasare und kosmische Hintergrundstrahlung im Röntgenbereich

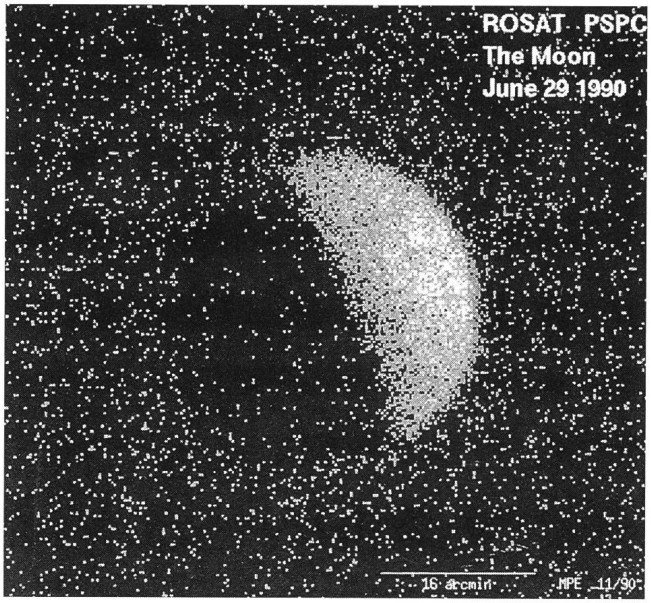
Bis etwa 14 Milliarden Lichtjahre weit blickt das künstliche ROSAT-Auge in den Weltraum hinaus, über 200 Quasare wurden auf einem Quadratgrad gefunden. Das Röntgenlicht der entferntesten Quasare ist seit mehr als zehn Milliarden Jahren unterwegs. Es liefert Einblicke in die frühesten Anfänge des Kosmos, zu Zeiten, als unser erst 4.6 Milliarden Jahre altes Sonnensystem noch gar nicht existierte.

So weit man heute weiss, besitzen alle Quasare eine starke Röntgenemission, wärend die Radioemission bei der Mehrzahl unbeobachtbar ist («radioleise Quasare»). Die Messung der Röntgenstrahlen bietet deshalb eine besonders wichtige Möglichkeit, Quasare in einem Gewimmel von Sternen und Galaxien am Himmel zu finden. Allerdings braucht man, und das gilt auch für Galaxienhaufen, optische Nachfolgebeobachtungen, um die Objekte zu identifizieren und anhand der Rotverschiebung ihre Entfernung zu bestimmen. Mit entsprechenden Beobachtungsprogrammen hat man bereits begonnen und erhofft, davon neue Aufschlüsse über die kosmologische Verteilung der Quasare und damit über die Raum-Zeit-Struktur unseres Universums beziehungsweise die Entwicklung dieser Objekte zu erhalten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass mit der Himmelsdurchmusterung zum ersten Mal sehr grosse Zahlen von Quasaren und anderen aktiven Galaxien verfügbar werden, an denen synoptische Studien der Radio-, Infrarot-, optischen und Röntgeneigenschaften angestellt werden können. Man kann hoffen, dadurch weitere Hinweise auf die physikalische Natur der extremen Energieumsetzungen in diesen Objekten zu gewinnen. Beispielsweise besitzt der hellste Quasar, 3 C 273, eine Gesamtenergieabstrahlung von etwa 10^{14} Sonnen oder tausend Milchstrassen. Aus der Zeitvariabilität der Strahlung kann man schliessen, dass das Emissionsgebiet sehr klein ist, nämlich nicht viel grösser als unser Planetensystem. Das bevorzugte Modell ist deshalb ein supermassives Schwarzes Loch (bei 3 C 273 etwa $10^9 M_o$), das Materie mit einer grossen Rate (etwa eine Erdmasse/sec) akkretiert. Dabei muss die Röntgenemission aus den inneren, heissen Bereichen der Akkretionsregion stammen, also von Materie emittiert werden, kurz bevor diese im Schwarzen Loch verschwindet. Man darf gespannt sein, was sich in diesem Zusammenhang aus den ROSAT-Beobachtungen an Neuem ergibt.

Wie in den anderen Spektralbereichen wird auch am Röntgenhimmel eine quasi-isotrope Strahlung beobachtet, die aus den Tiefen des extragalaktischen Raumes stammt. In Abbildung 8 sieht man die Abschattung dieser Hintergrundstrahlung durch den Mond. Eine offene Frage war für lange Zeit, ob es sich dabei um die Strahlung vieler, mit den derzeit verfügbaren Instrumenten noch nicht aufgelöster ferner Quasare in Galaxienhaufen handelt oder um die diffuse Emission eines heissen intergalaktischen Gases. Um diese Fragen zu klären, muss man offenbar sehr «tiefe» Beobachtungen machen, d.h. die Hintergrundstrahlung in Punktquellen aufzulösen versuchen. Bereits während der frühen Kalibrationsphase hatte man mit ROSAT die bis dahin «tiefste» Beobachtung gemacht. Später folgte eine noch längere (150 000 sec, Abb. 9) an einer Position im Grossen Bären, die einen besonders freien Blick aus der Milchstrasse hinaus gestattet.

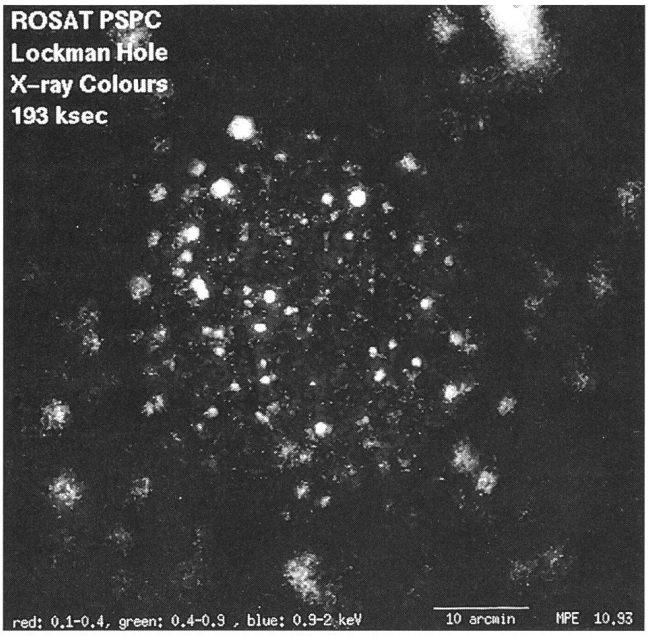
Damit wurden die Beobachtungsgrenzen gegenüber früheren Messungen um einen Faktor zehn hinausgeschoben. Eine vorläufige Auswertung ergibt, dass mindestens 75% der Hintergrundstrahlung in Punktquellen aufgelöst wird. Dabei werden mehr als 400 Quellen pro Quadratgrad gezählt! Der grösste Teil dieser Objekte sind Quasare bei Rotverschiebungen von z=1 bis 2. Damit ist das Problem des diffusen Röntgenhintergrunds weitgehend gelöst.



8. Erstes Röntgenbild des Mondes. Von der sonnenbeschienenen Seite wird solare Röntgenstrahlung reflektiert. Der Mond schattet die diffuse Hintergrundstrahlung ab.

Bündelung der Röntgenstrahlen

Neu entdeckt hat ROSAT zahlreiche Supernovae. Allein in unserer Milchstrasse sind es über hundert, wodurch die Zahl der bekanntesten Objekte mehr als verdoppelt wurde. Von einem Durchbruch spricht Trümper schliesslich auch bei den Neutronensternen, den Pulsaren. Hier konnte gezeigt werden, dass nicht nur jüngere Neutronensterne (jünger als 10 000 Jahre) Röntgenstrahlen emittieren, sondern auch sehr alte Exemplare. Riesige Fortschritte hat man auch bei den normalen Sternen, die relativ schwache Röntgenstrahler sind, gemacht. Über 20 000 normale Sterne sind vermessen worden. Dabei hat sich gezeigt, dass unsere Sonne rund



9. Röntgenabbildung eines Feldes im Grossen Bären mit 42 Stunden Beobachtungszeit. Im zentralen Bereich des Bildes wurden etwa 180 Quellen gefunden.

100mal schwächere Röntgenstrahlen abstrahlt als ähnliche Sterne im Sternhaufen der Hyaden. Einer der Gründe: Die Hyaden sind mit 870 Millionen Jahren viel jünger als unsere Sonne mit 4.5 Milliarden Jahren.

Die faszinierenden Bilder sind dem mit 83 cm Durchmesser leistungsfähigsten Röntgenteleskop zu verdanken, das bisher gebaut wurde. Der industrielle Hauptauftragnehmer Dornier kann mit Recht stolz sein auf sein Produkt, an dem auch Messerschmitt-Bölkow-Blohm und mit beträchtlichen Eigenmitteln die Max-Planck-Gesellschaft sowie die Forschungsanstalt der Deutschen Luft und Raumfahrt beteiligt sind. Die Spiegel des Teleskops, goldbeschichtetes Zerodur sowie die Glaskeramik, wurden von Carl Zeiss in Oberkochen hergestellt. Es sind die glättesten je von Menschenhand geschliffenen Oberflächen; die Abweichungen betragen nur wenige Durchmesser eines Atoms. Wie das sichtbare Licht und die Radiowellen gehören zwar auch Röntgenstrahlen zur elektromagnetischen Strahlung, doch bleiben im Versuch, sie abzubilden normale Spiegel wirkungslos. Eine Möglichkeit, Röntgenstrahlen trotzdem gezielt abzulenken – etwa um sie in einem Bild zu bündeln – besteht jedoch, wenn sie unter sehr flachem Winkel von nur einigen Grad Neigung an sehr glatten Oberflächen reflektiert werden. Gibt man solchen nur sanft gekrümmten Oberflächen die Form eines Paraboloids, entsteht ein Bild dass verzerrt ist.

Den Ausweg fand, wie eingangs erwähnt, der Physiker Wolter. Er setzte hinter das Paraboloid des Spiegels noch ein Hyperboloid, an dem die Röntgenstrahlen ein zweites Mal reflektiert werden. Das Hyperboloid wirkt dabei gewissermassen als Korrekturspiegel.

Aber diese Methode Röntgenstrahlen zu bündeln, hat einen entscheidenden Nachteil: Die WolterTeleskope können nur einen Bruchteil der Strahlung sammeln, der auf die Eingangsöffnung des Röntgenteleskops fällt. Lediglich Röntgenquanten, die nahe genug an der Oberfläche des Röntgenspiegels eintreffen, haben eine Chance «streifend» zunächst vom Paraboloid und dann vom Hyperboloid abgelenkt zu werden. Das ist der Preis, den die Wissenschaftler zu zahlen haben, wenn sie überhaupt eine Abbildung von einer kosmischen Röntgenquelle erhalten wollen.

Bei ROSAT half ein Trick

Die Röntgenastronomen stellten einen zweiten kleineren Spiegel in den ersten, sie «nesteten» ihr Fernrohr. Dieses Ineinanderschachteln der Spiegel – bei ROSAT waren es insgesamt vier – dient zur Vergrösserung der Sammelfläche, um so möglichst viele Röntgenquanten einzufangen. Die ROSAT Sammelfläche ist mit 1250 cm^2 dreimal grösser als die der amerikanischen EinsteinTeleskope. Die USA, denen nach dem Absturz ihres Einstein-Observatoriums im Frühjahr 1981 eine Lücke entstanden ist, beteiligten sich ebenfalls am Programm der Deutschen, um diese Durststrecke zu überbrükken, denn das nächste amerikanische Röntgenteleskop wird frühestens Ende der neunziger Jahre in eine Erdumlaufbahn befördert. Es trägt den Namen AXAF (Advanced X-ray

Auf einen Blick

F.R. Die von ROSAT gefundenen Röntgenquellen umfassen fast alle Arten astronomischer Objekte. Die häufigsten Vertreter sind: 20000 sonnenähnliche Sterne, 30000 aktive Galaxien und Quasare und 5000 Galaxienhaufen, die grössten physikalischen Formationen im Kosmos. Die Entfernungen der beobachteten Objekte reichen vom Mond – eine Lichtsekunde entfernt – bis zu den Quasaren am Rand des heute übersehbaren Universums. Die entferntesten dieser Energiegiganten sind 14 Milliarden Lichtjahre weit weg.

Extreme Bedingungen

Es braucht extreme physikalische Bedingungen, bis es zur Ausstrahlung von Röntgenstrahlen kommt: Temperaturen von Millionen bis Milliarden Grad hochenergetischer Elektronen in Photonenfeldern grosser Energiedichte oder in Magnetfeldern. Eine wichtige Rolle spielt auch der Materie-Einfall in superstarke Schwerkraft- oder Magnetfelder; Röntgenstrahlung ist oft Folge gigantischer Explosionen, etwa am Ende einer Sternentwicklung (Supernova) oder in Galaxienkernen. Die Röntgenmessungen erlauben Aufschlüsse über astrophysikalische Vorgänge, die durch Beobachtungen in anderen Spektralbereichen nicht möglich sind. Die Röntgenastronomie gilt deshalb heute als ideale Ergänzung zu den klassischen Methoden der optischen und radioastronomischen Lichtmessung. Sie ist eine Errungenschaft des Raumfahrtzeitalters.

600 Millionen Deutsche Mark

Das deutsche Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching bei München hat die wissenschaftliche Leitung des ROSAT-Programmes. Rund die Hälfte der Gesamtkosten von 600 Milllionen DM trägt das deutsche Forschungsministerium, 80 Millionen stammen aus Industriegeldern. Aktiv dabei am ROSAT Programm sind auch amerikanische und britische Institute, die sich mit insgesamt 220 Millionen DM finanziell beteiligt haben.

Astrophysics Facility) und ist ähnlich aufwendig wie das Hubble Space Telescope. Wie dieses Instrument soll auch das 12 Tonnen schwere AXAF, ausgerüstet mit einem vierfach «genesteten», 120 Zentimeter weiten Wolter-Teleskop von 10 Metern Brennweite über 10 bis 15 Jahre in einer Erdumlaufbahn bleiben, um detaillierte Messungen an ausgewählten kosmischen Objekten zu machen. An diesem Projekt beteiligen sich dann auch die Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik.

Neben den amerikanischen hatten sich auch britische Forscher Beobachtungsmöglichkeiten auf ROSAT gesichert: Mit an Bord befindet sich eine kleine Weitwinkelkamera (Wide Field Camera) von 54 cm Durchmesser. Ein kleines Fernrohr also, das starr mit dem deutschen Röntgenfernrohr gekoppelt ist, den Himmel aber in dem Röntgenstrahlen benachbarten längerwelligen Bereich der extremen Ultraviolettstrahlung durchmustert.

Multi Mirror Mission der ESA als Nachfolger

ROSAT wird noch bis Ende dieses Jahres farbige Bilder von Röntgenquellen liefern. Hochaufgelöste Schwarzweissbilder werden aber noch länger möglich sein, solange ROSAT und seine Instrumente funktionieren. ROSAT 2 wird es aber nicht geben. Es ist den Sparplänen des deutschen Forschungsministeriums zum Opfer gefallen. Jetzt wird die Nachfolge von XMM (X-ray) Multi Mirror Mission, dem Röntgenteleskop der ESA, geplant. Es heisst, dass dieses europäische Instrument ROSAT erheblich übertreffen wird. Der Start ist für 1999 vorgesehen. Bis heute existiert allerdings erst das Labormodell mit seinen Instrumenten und der Garchinger Röntgen-CCD-Kamera. Bereits im Test befindet sich aber das XMM-Teleskop. Die dafür verwendete 130 m lange PANTER Testanlage, die bereits bei ROSAT unersetzliche Dienste geleistet hat, ermöglicht allerdings höchste Fehlergenauigkeit.

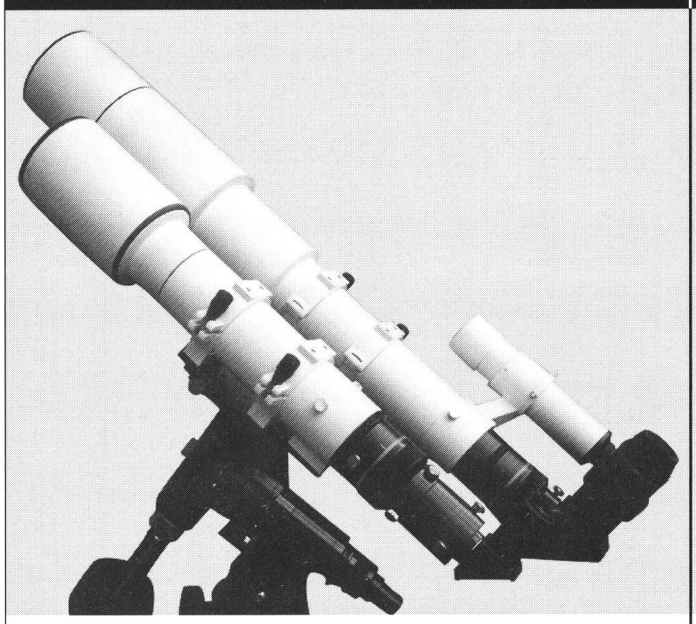
XMM ist keine Zukunftsmusik mehr, sondern schon Alltag in den Labors von Garching. – «Wir sind bereits unter Zeitdruck», spannt Trümper den Bogen ins nächste Jahrhundert. Für einen Astronomen nicht mehr als eine Weltsekunde.

Literaturhinweis

Joachim E. TRÜMPER: *«Ein neues Bild des Himmels – Ergebnisse von ROSAT»*, Schriftenreihe Ernst-Abbe-Kolloquium Jena, erschienen im Universitätsverlag Jena.

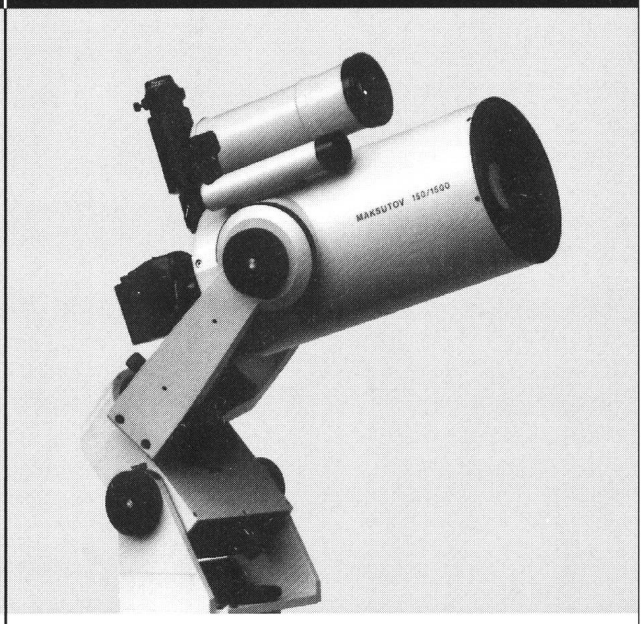
FRED RICHTER
Voltastrasse 30, 6005 Luzern

BORG 125/100 ED Refraktor



Preisgünstige Refraktoren mit hohem Kontrast und brillanter Schärfe

"INTES" Maksutov 150/1500



Spiegelsysteme höchster Schärfe zu sehr günstigen Preisen

Bestellen Sie bitte Unterlagen

RYSER 20 Jahre **OPTIK**

Kleinhüningerstrasse 157 – 4057 Basel – ☎ 061/631 31 36 – Fax 061/631 31 38

W. Liller entdeckt in weniger als 2 Monaten drei Novae am Südhimmel

A. TARNUTZER

Nova Circini 1995

Am 27. Januar entdeckte William LILLER, Instituto Isaac Newton, Viña del Mar, Chile, fotografisch eine Nova im Sternbild des Zirkels, Helligkeit m_v ungefähr 7.2. Das ORION-Zirkular Nr. 317 vom 14. Februar 1995 berichtete kurz darüber. Die Koordinaten der Nova sind:

α = 14h 44m 53.48s δ = -63° 53' 55.6"

Das Spektrum der Nova wird dominiert durch starke Emissionslinien des Wasserstoffs, Fe II und O I.

Ohne die Koordinaten zu kennen, machte ich in der Nacht vom 3. zum 4. April 1995 eine bereits daheim programmierte Aufnahme dieser Gegend mit dem ZEISS-Astrographen ø 400mm und 2000mm Brennweite (Observatorio do Capricornio bei Campinas, Brasilien). Mit viel Glück fand sich die Nova am oberen Rand des Negativs und verriet sich, im Gegensatz zu den andern Sternen, durch ein scharf abgegrenztes Bild. Siehe Bild 1.

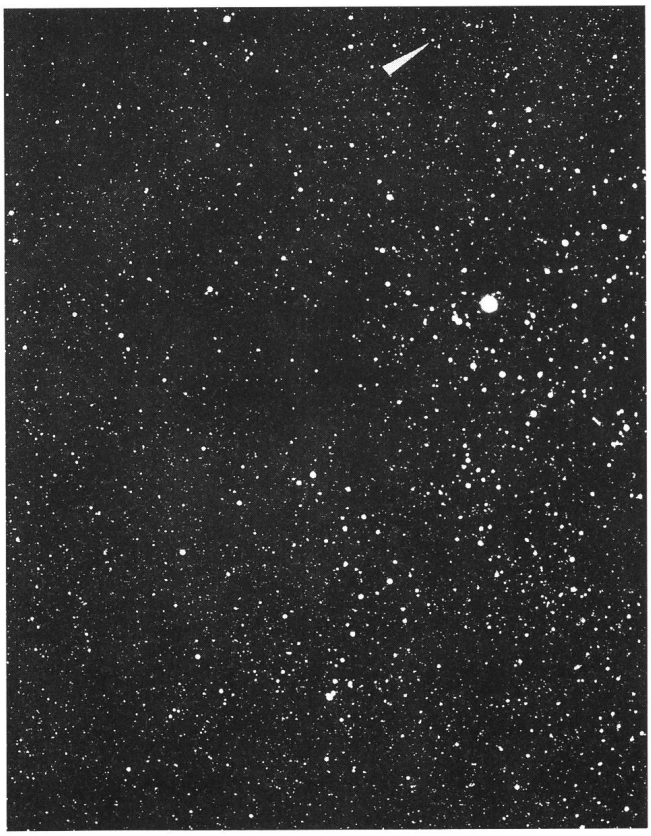


Bild 1
Nova Circini 1995. Das Bildfeld umfasst einen Bereich von 2° 43' auf 3° 26'. Der hellste Stern ist a Circini. In der Bildmitte liegt eine grosse Dunkelwolke. Norden ist oben, Osten links. Der Pfeil weist auf die Nova Circini 1995 hin. Leider ist der rechte Bildteil wegen unsachgemässem Einlegen des Planfilms in die Kassette etwas unscharf.

Eine astrometrische Ausmessung des Negativs mit einfachsten Mitteln (siehe Nachwort) unter Berücksichtigung von 7 Anhaltesternen, deren Koordinaten im Sky Catalogue 2000.0 gefunden wurden, ergab für die Nova folgende Koordinaten:

α = 14h 44m 53.70s Standardabweichung = 0.873s

δ = -63° 54' 0.54" Standardabweichung = 5.81"

Es handelt sich also eindeutig um die Nova Circini 1995.

Nova Centauri 1995

Es scheint merkwürdigerweise Saison für Nova-Entdeckungen zu sein: Am 23. Februar 1995 entdeckte LILLER wiederum fotografisch eine Nova im Sternbild des Centaurus, Helligkeit 7.2 mit den Koordinaten (2000.0):

α = 13h 02m 32s δ = -60° 11 ' 39"

Die Position dieser Nova war mir bekannt, weshalb ich sie in den Nächten vom 6. zum 7. (Abbruch der Aufnahme wegen Wolken!) und vom 7. zum 8. April 1995 fotografierte. Dasselbe Gebiet hatte ich bereits vor zwei Jahren aufgenommen, sodass mir eine direkte Vergleichsmöglichkeit zur Verfügung stand. Auch hier macht sich die Nova durch ein scharf abgegrenztes Bild bemerkbar. Wiederum ist auf der Aufnahme ein nebelartiges Gebilde im Kohlensack enthalten, das weder ein NGC- noch ein IC-Objekt ist und dessen Katalogbezeichnung und physische Daten ich immer noch suche. Siehe Bild 2.

Die astrometrische Ausmessung des Negativs unter Zuhilfenahme von wiederum 7 Anhaltesternen aus dem Sky Catalogue 2000.0 ergab:

α = 13h 02m 32.18s Standardabweichung = 0.853s

δ = -60° 11' 38.08" Standardabweichung = 2.73"

Auch hier ist, zusätzlich zum direkten Vergleich, das Abbild der Nova bestätigt.

Nova in der Grossen Magellanschen Wolke

Es ist kaum zu glauben, aber innerhalb weniger als zwei Monaten entdeckte LILLER am 2. März eine dritte Nova der visuellen Helligkeit 10.7, dieses Mal in der Grossen Magellanschen Wolke, 3' nordöstlich eines Sterns der Helligkeit 7.9!

Die Koordinaten der Nova sind:

α = 05h 26.8m δ = -70° 01'

Da in meinem Beobachtungsprogramm bereits die Herstellung eines Mosaiks der Grossen Magellanschen Wolke vorgesehen war, fotografierte ich auch dieses Gebiet in der Nacht vom 4. zum 5. April 1995, noch bevor ich die Position

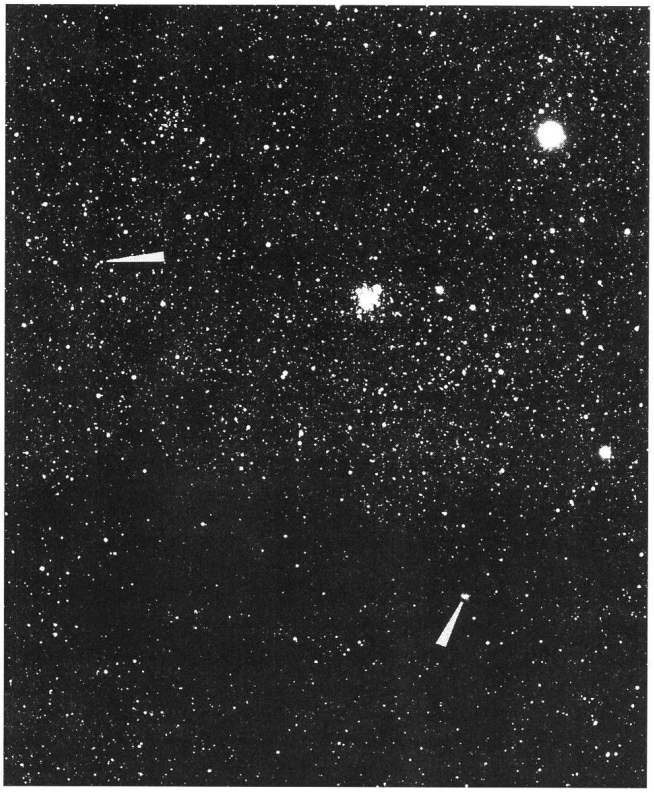


Bild 2
Nova Centauri 1995. Das Bildfeld umfasst wiederum einen Bereich von 2°43' auf 3°26'. Der hellste Stern ist β Crucis, Mimosa, der zweithellste Stern des Südlichen Kreuzes. Oberhalb der Bildmitte liegt der offene Sternhaufen NGC4755, das Schatzkästchen. Norden ist oben, Osten links. Der Pfeil weist auf die Nova Crucis 1995 hin. Der untere Bildteil wird von einer grossen Dunkelwolke dominiert, dem bekannten Kohlensack. Darin liegt der ominöse Nebel (siehe Text), auf den ein zweiter Pfeil weist.

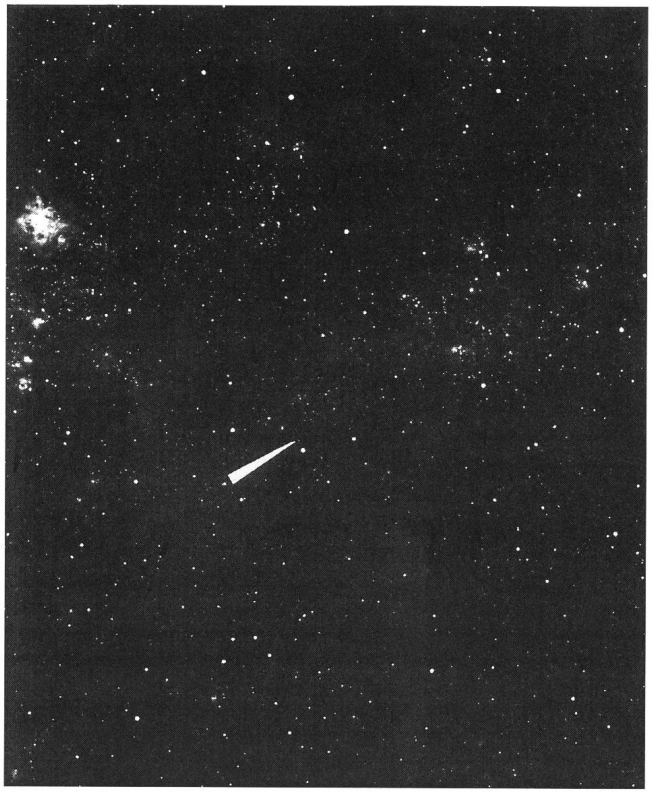


Bild 3
Nova in der Grossen Magellanschen Wolke. Das Bildfeld umfasst wiederum einen Bereich von 2°43' auf 3°26' und zeigt einen Teil der Grossen Magellanschen Wolke. Links oben liegt der Tarantelnebel NGC2070. Etwas rechts davon ist das Gebiet, in der die Supernova 1987a auftauchte, die aber in diesem Bild nicht sichtbar ist. Norden ist oben, Osten links. Der Pfeil weist auf die Nova in der Grossen Magellanschen Wolke 1995 hin, die hier allerdings, wohl wegen der grossen Entfernung, schon recht lichtschwach ist.

der Nova kannte. Die Wolke stand allerdings zu Beginn der astronomischen Nacht bereits recht ungünstig am Himmel, nur rund 35° über dem Horizont. Trotzdem zeigt auch diese Aufnahme die Nova. Siehe Bild 3.

Die astrometrische Ausmessung, diesmal mit nur 5 Anhaltesternen aus dem Sky Catalogue 2000.0, ergab:

α = 05h 26m 48.91s Standardabweichung = 1.685s

δ = -70° 01' 33.09" Standardabweichung = 4.49"

Damit ist, zusätzlich zum Vergleich mit einer früheren Aufnahme dieser Gegend, auch das Abbild dieser Nova bestätigt.

Nachwort

Alle Aufnahmen wurden auf Planfilm Kodak TP 4415 (Technical Pan) des Formats 100 x 125 mm mit einem 3mm dicken Rotfilter Schott RG630 aufgenommen. Die rohpolierte Filterplatte lag nur wenige mm vor dem Planfilm.

Ausgemessen wurden die Negative mit Hilfe eines simplen Kunststofflineals! Zur Ablesung verwendete ich allerdings eine Lupe, sodass die Ablesegenauigkeit ungefähr 1/10 mm erreichte. Gemessen wurden die X-und Y-Koordinaten der Sterne in mm ab linkem und untern Rand des Planfilms. Die Genauigkeit könnte noch durch Verwendung einer Vergrösserung des Bildes erhöht werden.

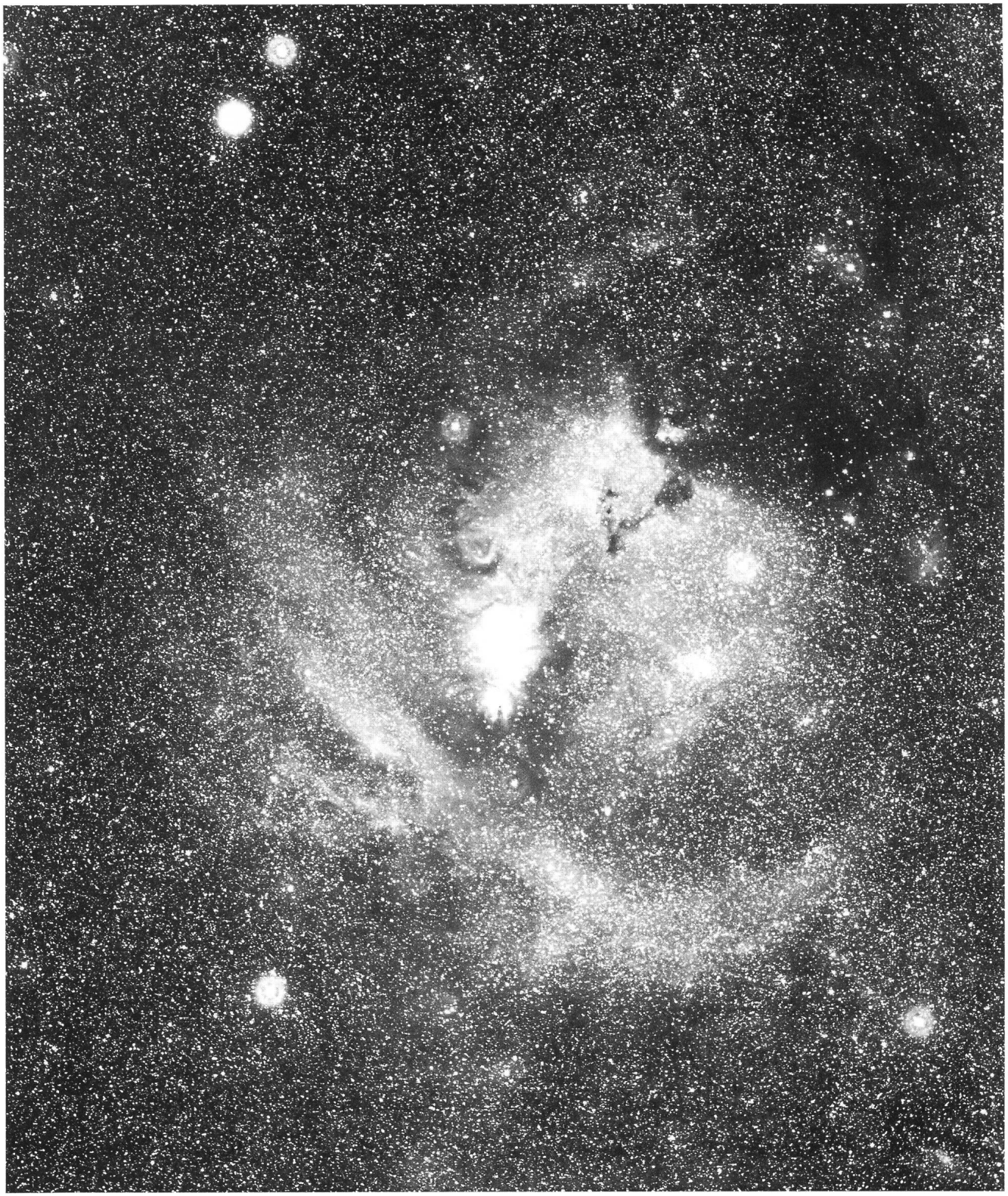
Zur astrometrischen Auswertung wurde ein BASIC Rechenprogramm verwendet, [siehe 1]. Ich beabsichtige, dieses Programm, das die ganze Rechenarbeit übernimmt, in nächster Zeit etwas verschönert in QBASIC umzuschreiben, da QBASIC im MS-DOS 6 enthalten ist. Eine ausführliche Abhandlung über Fotografische Astronomie erschien im ORION, [siehe 2].

Erstaunlich ist, wie bei Ausmessung mit einfachsten Mitteln eine verhältnismässig grosse Genauigkeit erreicht werden kann, die für den Amateur in den meisten Fällen durchaus genügend ist. Es würde mich freuen, wenn dieser Artikel den einen oder andern Astrofotografen dazu ermuntern würde, seine Negative oder Vergrösserungen ebenfalls astrometrisch auszuwerten.

Literaturhinweis

[1] Sky & Telescope Juli 1990, Seiten 71 bis 75
[2] ORION (1988) Nr. 225 Seiten 82 bis 84 und Nr.227 Seiten 151 bis 153

A. TARNUTZER
Hirtenhofstrasse 9, CH - 6005 Luzern



Nébulosités dans la Voie Lactée

*Située dans la constellation de la Licorne, cette vaste nébulosité est invisible à l'œil. Au centre se trouve NGC 2264 et la nébuleuse sombre du Cône, fortement surexposée sur cette photographie, réalisée en 45 minutes de pose à la campagne avec une caméra Schmidt Ø 20 cm. F/D 1.5 et filtre rouge. Voir également dans Orion N° **247** page 245, la même région, mais prise en ville.* (Photo: A. Behrend)

Daniel Chalonge / 1895-1977

Cette année, Daniel Chalonge aurait cent ans. Pourquoi consacrer quelques pages de notre revue à cet éminent astronome et alpiniste français? Chalonge, d'origine grenobloise, a toujours eu des rapports très étroits avec notre pays. Non seulement il a gravi tous les 4000 m de nos alpes [1], mais il a donné des impulsions non négligeables à l'astronomie suisse, par ses relations avec la Fondation des Stations scientifiques de haute altitude du Jungfraujoch et du Gornergrat et avec l'Observatoire de Genève.

Chalonge, en sortant de l'Ecole normale supérieure en 1921, s'est consacré a l'étude des spectres de l'hydrogène et de l'ozone. Ceci l'amena à l'astronomie, aux recherches sur le spectre continu du Soleil et des étoiles. Il reconnut rapidement l'avantage de l'observation faite en haute altitude: Observatoire Vallot au Mont Blanc (1923), Jungfraujoch (1928) et Arosa en Suisse (1928-33). Il fut associé au projet ambitieux «Dina» des années vingt qui prévoyait la construction d'un observatoire astrophysique et géophysique au Salève, près de Genève, équipé d'un télescope de 2,60 m à construire par l'opticien genevois Emile Schaer [2]. Ce projet fut abandonné en faveur de l'Observatoire de Haute Provence à Saint-Michel (OHP, 1937). Chalonge a pris une part active et décisive a la la création et au développement de cet institut renommé dont bénéficie également l'Observatoire de Genève. En même temps, avec ses amis Daniel Barbier et Henri Mineur, il a fondé l'Institut d'Astrophysique de Paris (IAP).

Le 4 juillet 1931 fut inaugurée au Jungfraujoch la Station scientifique internationale et débuterent alors les recherches en physiologie, météorologie, glaciologie, astronomie et rayonnement cosmique [3]. Dès 1928, Chalonge y procéda a des mesures de l'ozone et commença ses études des spectres stellaires. En 1937, ce fut la construction de l'observatoire du Sphinx, à 3570 m, avec une cabane a toit mobile d'abord, une coupole dès 1950. Jusqu'à sa retraite, souvent passée à Zermatt, Chalonge ne cessa de travailler dans cette station dont il était l'un des pères.

L'étude des spectres des étoiles chaudes (entre les types O et les premiers types G) déboucha sur une nouvelle classification spectrophotométrique développée par Challonge, Daniel Barbier et Lucienne Divan (classification BCD). Elle est basée sur trois paramètres numériques mesurés au voisinage de la discontinuité de Balmer du spectre de l'hydrogène dans l'ultraviolet proche (à 370 nm environ) [4, 5, 6, 7].

Mentionnons encore que Chalonge était l'hôte de l'Assemblée générale de la SAS le 29 juin 1958 à Neuchâtel où il nous a présenté une passionnante conférence sur ses travaux [5, 6].

Nous avons invité Fritz Egger, ancien président de notre Société, et Paul Wild, ancien directeur de l'Institut d'astronomie de l'Université de Berne, qui ont travaillé avec Chalonge en 1947/48 et 1957/58, à nous faire part de leurs souvenirs, et Marcel Golay, ancien directeur de l'Observatoire de Genève, à nous rappeler les points forts de l'évolution de la spectrophotométrie stellaire et les mérites de Daniel Chalonge dans ce domaine.

L'article de M. Golay paraîtra dans le prochain numéro d'Orion

La rédaction

Dieses Jahr würde Daniel Chalonge hundertjährig. Wir haben besonderen Grund, diesem französischen Astronomen und Alpinisten einige Seiten unserer Zeitschrift zu widmen. Chalonge, gebürtig von Grenoble, war mit unserem Lande sehr eng verbunden. Nicht nur hat er alle Viertausender unserer Alpen bestiegen [1], sondern auch der schweizerischen Astronomie bedeutende Impulse gegeben, besonders dank seinen Beziehungen zur Internationalen Stiftung Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoch und Gornergrat und zum Observatorium Genf.

Nach seinem Studienabschluss an der Ecole normale supérieure in Paris (1921) hat sich Chalonge mit den Spektren von Wasserstoff und Ozon befasst, was ihn zur Astronomie, besonders zur Erforschung des kontinuierlichen Spektrums der Sonne und der Sterne, führte. Er erkannte früh die Vorteile der Beobachtung in grosser Höhe: im Observatoire Vallot auf dem Mont Blanc (1923), auf dem Jungfraujoch (1928), in Arosa (1928-33). Er war am Projekt «Dina» der Zwanzigerjahre beteiligt, das ein astrophysikalisches und geophysikalisches Observatorium auf dem Salève bei Genf vorsah, mit einem vom Genfer Optiker Emile Schaer zu bauenden 2,6m Teleskop [2]. Dieses Vorhaben wurde zugunsten des Observatoire de Haute Provence (OHP) in Saint-Michel aufgegeben (1937). Chalonge spielte eine entscheidende Rolle bei der Errichtung und Entwicklung dieser bedeutenden Sternwarte, mit der das Observatoire de Genève eng zusammenarbeitet. Gleichzeitig gründete er mit seinen Freunden Daniel Barbier und Henri Mineur das Institut d'Astrophysique de Paris (IAP).

Im Juli 1931 wurde die Internationale Forschungsstation auf dem Jungfraujoch eingeweiht und begannen die Forschungen in den Bereichen Physiologie, Meteorologie, Glaziologie, Astronomie und kosmische Strahlung [3]. Schon 1928 hatte hier Chalonge Messungen des atmosphärischen Ozons und Untersuchungen von Sternspektren vorgenommen. 1937 erfolgte der Bau des Sphinx Observatoriums auf 3570 m und einer Beobachtungshütte mit abfahrbarem Dach, die 1950 durch eine Kuppel ersetzt wurde. Bis zu seinem Ruhestand, den er grösstenteils in Zermatt verbrachte, hat Chalonge auf dieser Höhenstation gearbeitet, deren eigentlicher Vater er war.

Die Untersuchung der Spektren von heissen Sternen (Typen O bis frühe G) mündeten in eine neue spektralphotometrische Klassifikation aus, entwickelt von Chalonge, Daniel Barbier und Lucienne Divan (BCD Klassifikation). Sie beruht auf drei Parametern, gemessen in der Nähe des Balmer-Sprungs im Wasserstoffspektrum, an der Grenze zum nahen Ultraviolett (ca. 370 nm) [4, 5, 6, 7].

Chalonge war Gast der SAG Jahresversammlung am 29. Juni 1958 in Neuenburg und hielt uns einen engagierten Vortrag über seine Forschungen [5, 6].

Wir haben Fritz Egger, ehemaliger Präsident unserer Gesellschaft, und Paul Wild, ehemaliger Direktor des Astronomischen Instituts der Universität Bern, eingeladen, uns über ihre Begegnung mit Chalonge in den Jahren 1947/48 und 1957/58 zu berichten, und Marcel Golay, ehemaliger Direktor des Observatoriums Genf, um einen Überblick über die Entwicklung der Stern-Spektrophotometrie und den Beitrag von Daniel Chalonge gebeten.

Der Beitrag von M. Golay erscheint in der nächsten Orion-Nummer.

Die Redaktion

Erinnerungen an Daniel Chalonge

P. Wild

Als der grosse französische Astrophysiker Daniel Chalonge nach dem Weltkrieg seine spektrographischen Beobachtungen in der Forschungsstation wieder aufnehmen konnte, wurde er gebeten, gelegentlich auch astronomisch interessierte Schweizer Studenten als Helfer anzustellen. Eine erste Gelegenheit dazu erhielten im (meteorologisch) heissen Sommer 1947 Ruedi Zbinden und Teddy Hürlimann von der Universität Basel und Fritz Egger und ich von der ETH Zürich. (Fritz heuerte mich in der abendlichen Warteschlange vor der Kasse des Zürcher Opernhauses an. Wir kannten uns nur flüchtig, aber auf diese ziemlich zufällige Art begann eine lange Freundschaft und erhielt ich die ersehnte, aber damals rare Chance, wirklich den Beruf eines Astronomen zu ergreifen).

Einen eindrücklicheren Anfang astronomischer Tätigkeit als er uns in der Gruppe Chalonge auf dem Jungfraujoch gegönnt war, kann man sich kaum vorstellen (man befände sich denn in einem Satelliten ganz ausserhalb der Lufthülle). Viele Wochen lang war der Himmel tags tiefblau, nachts mit einer unglaublichen Fülle von Sternen bestückt. Im Firnenglanz, der uns zuweilen fast überwältigte, und in der tiefen Stille war Chalonge ganz offensichtlich daheim und glücklich. Er pflegte zu sagen, der Konkordiaplatz sei tausendmal schöner als die Place de la Concorde. Ihn, den grossen Alpinisten, mag es wohl oft viel Überwindung gekostet haben, auf manche lockende Bergtour zu verzichten und den übervollen Arbeitsplan strikte einzuhalten.

Chalonge war nicht ein Mann von vielen Worten ; er gab eher knappe, aber klare Instruktionen und liess dann jedem die Freiheit, sich am besten zur Arbeit einzurichten. Fehler ärgerten ihn freilich, aber binnen kurzem belachte er sie jeweilen und fand manchmal sogar noch darin verborgene Vorteile. Einmal schlug er uns vor, zu unserem eigenen wie zu anderer Nutzen über alle Schnitzer bei der Arbeit Buch zu führen. Mein peinlichstes Versehen war, dass ich einmal, ausgerechnet als der Meister selber bei -15°C eine vierzigminütige Aufnahme nachführte, den Schiebedeckel der Plattenkassette im Spektrographen zu öffnen vergass. Er nahm es gelassen hin, mit kurzem Brummen und seinem gewohnten launigen Lächeln.

Man beobachtete in Zweier- oder Dreier-Equipen in gelegentlich wechselnder Zusammensetzung ; am häufigsten spannte ich mit Jean-Claude Pecker zusammen (dem späteren IAU-Generalsekretär, der damals soeben Vater geworden und in fröhlichster, sangesfreudiger Stimmung war), oft auch mit der stilleren Studentin Perrine Dumézil und mit der Astronomin Renée Canavaggia, von der ich erst eigentlich die Grundlagen und den Sinn der Chalongeschen Spektralphotometrie geduldig erklärt erhielt. Chalonge selber in seiner grossen Bescheidenheit sprach selten davon, und dann setzte er mehr physikalische Kenntnisse voraus als ich aufbringen konnte. Die Assistentinnen, angeleitet von Mlle Madeleine Moreau, besorgten auch die täglichen Arbeiten im Photolabor (die ihnen vom Institut d'Astrophysique her vertraut waren), und sie kochten ausgezeichnet! In dieser grossen, sehr lebhaften Gruppe lernten wir jungen Deutschschweizer etwas französische Lebensart und viele Finessen der Sprache. Der humanistisch gebildete Astronom Paul Couderc (Verfasser hochgeschätzter Lehrbücher und Monographien), der als Gast mitarbeitete, vermittelte uns mit viel Esprit Interessantes und Denkwürdiges aus französischer Kulturgeschichte.

Im Sommer 1948 durften wir wieder mithelfen, allerdings mit wesentlich geringerer Gunst von Petrus. Die Forschungsstation war mit Physikern, Sonnenspektroskopikern, Glaziologen, Biologen und Veterinären aus aller Herren Ländern voll besetzt. Eine Astronomenequipe musste im Observatorium auf der Sphinx logieren; das waren der Basler Physikstudent Ruedi Zbinden und ich. Wir erinnern uns noch heute an die phantastische Vierländer-Aussicht aus jener exponierten Kammer. Chalonge war nur kurze Zeit da, besprach das Arbeitsprogramm und gab uns Ratschläge, die er aus der Auswertung der vorjährigen Arbeit gewonnen hatte. Als er wiederkam, brachte er viele Kollegen mit, die an der grossen IAU-Tagung in Zürich teilgenommen hatten (der ersten nach dem Weltkrieg). Damals trafen wir etliche bekannte Astronomen und Physiker, die uns zuvor nur aus der Literatur und vom Hörensagen bekannt waren. Einen besonders berühmten, der sich etwas zu sorglos auf den Firn gewagt hatte, konnten wir durch lautes Zurufen von der Sphinx herab vom direkten tapfern Hineinmarschieren in eine heimtückisch verdeckte Gletscherspalte abhalten. Wir waren aber manchmal selber nicht vorsichtiger. Einmal wagte ich ganz allein die stiebende Abfahrt vom Mönchsjoch aufs Ewigschneefeld. Ich kehrte mit grosser Verspätung zurück und erhielt von M.Chalonge einen scharfen Verweis aber damit war die Sache klar erledigt.

Der anstrengendste Aufenthalt war der vom Februar 1950. Da hiess es zuerst zwei Tage lang Schnee schaufeln und Eis pickeln, bis die alte, hölzerne Fernrohrhütte überhaupt geöffnet werden konnte. Dabei passierte uns das Missgeschick, dass eine Stützstange der Dachrollengeleise in die Wand zum Guggigletscher hinunter fiel. Es waren damals die ersten Vorbereitungen zum Aufstocken und zum Bau der ersten richtigen astronomischen Kuppel im Gange. Einer der anwesenden Maurerpoliere liess sich abseilen und holte das unentbehrliche Stück herauf. Chalonge, der einige Tage später eintraf (es verkehrte im Winter nur wöchentlich ein Zug!), sorgte dafür, dass dem beherzten Mann am Abend vor seiner Heimreise ein grosses Dîner gegeben wurde. Man blieb bis zum Tagesgrauen beisammen und erzählte sich unzählige lustige oder seltsame Begebenheiten; auch hierin war der geduldige, gemütvolle Menschenbeobachter Chalonge ein Meister.

Bei einem einwöchigen Besuch am Institut d'Astrophysique in Paris wurde ich der herzlichen Gastfreundschaft der Familie Chalonge teilhaftig und konnte auch die Auswertung einiger unserer UV-Spektren verfolgen. Viel vertrauter damit wurde Fritz Egger, der einige Zeit dort arbeiten konnte und Madeleine Moreau zur Frau gewann.

Im Frühjahr 1951 suchte Prof. Fritz Zwicky (Pasadena) bei einem Heimataufenthalt einen jungen Schweizer als Mitarbeiter auf einige Jahre. Er war mit Chalonge befreundet (zwei fast gleichaltrige leidenschaftliche Alpinisten!), und dieser empfahl ihm uns, die er vom Jungfraujoch kannte. Die Priorität gebührte in jeder Hinsicht Fritz Egger, doch musste er leider darauf verzichten, weil der Lohn (aus einem amerikanischen

Spezialfonds) unmöglich für eine junge Familie gereicht hätte – und die Stelle fiel mir zu. Die Hauptarbeit in Pasadena ging freilich in eine andere Richtung (Galaxienkatalog), aber nach meiner Rückkehr und Anstellung in Bern erneuerten sich die Kontakte.

1958 hielt Chalonge an der Jahresversammlung der SAG in Neuenburg (an der auch Zwicky teilnahm) einen sehr klaren Vortrag über die verschiedenen Sternpopulationen in der Milchstrasse (s. Orion Nr.63, 1959, und auch die anschliessenden ausführlichen erklärenden Texte von F. Rufener und F. Egger). 1960 hatte ich das Glück, an der astronomischen Sommerschule im Schloss Nyenrode bei Utrecht teilnehmen zu dürfen, welche die Erforschung der Struktur der Milchstrasse zum Thema hatte. Die niederländischen Meister der Astronomie (Oort, Blaauw u.a.) hatten eine grosse Schar junger Astronomen aus ganz Europa eingeladen. Der Kurs wurde ein prägendes Erlebnis für unsere Generation; man lernte sich kennen und wurde zur Zusammenarbeit angeregt (auch im Hinblick auf die künftige ESO). Einer der Hauptdozenten war Daniel Chalonge. Er begründete eingehend sein dreiparametriges Sternklassifikationssystem, das er zusammen mit der ebenso unermüdlichen Beobachterin Lucienne Divan noch weiter ausgearbeitet hatte. Ganz charakteristisch für ihn war, dass er ausdrücklich auch auf die Unzulänglichkeiten der bisherigen Beobachtungsmethoden und -instrumente einging und den Jungen (insbesondere vom Observatoire de Genève) eine Reihe von Vorschlägen zur Verbesserung der Genauigkeit und zu neuen Anwendungen vorlegte.

Im Laufe der Jahre wandte Chalonge seine Aufmerksamkeit auch vermehrt aussergewöhnlichen Sternen und Vorgängen zu, vor allem den Novae und Supernovae. Dieses gemeinsame Thema ergab weitere gelegentliche Begegnungen, so z.B. an einem denkwürdigen Symposium im Observatoire de Haute Provence. Und da Chalonge häufig in der Schweiz weilte (am meisten in Zermatt) und sich zeitlebens um das Gedeihen der Observatorien Jungfraujoch und Gornergrat kümmerte, besuchte er uns auch einige Male in Bern ; das war jedesmal ein fröhlicher Tag.

Zum Gedenken an Daniel Chalonge ist der Kleinplanet *(2040) Chalonge* offiziell nach ihm benannt. Die Summe mit *(3329) Golay* ist *(5369) Virgiugum*, das latinisierte Jungfraujoch. Die drei Kleinplaneten wurden in Zimmerwald entdeckt, und es freut mich ganz besonders, dass das sinnfällige Zahlenspiel diese beiden Forscher für immer mit dem Observatorium verbindet, das ihrer Arbeit und ihrer stets tätigen Hilfe sehr viel von seinem Ansehen verdankt. (Mit dazu gehört auch *[1892] Lucienne*).

Paul Wild
Muesmattstrasse 17, 3012 Bern

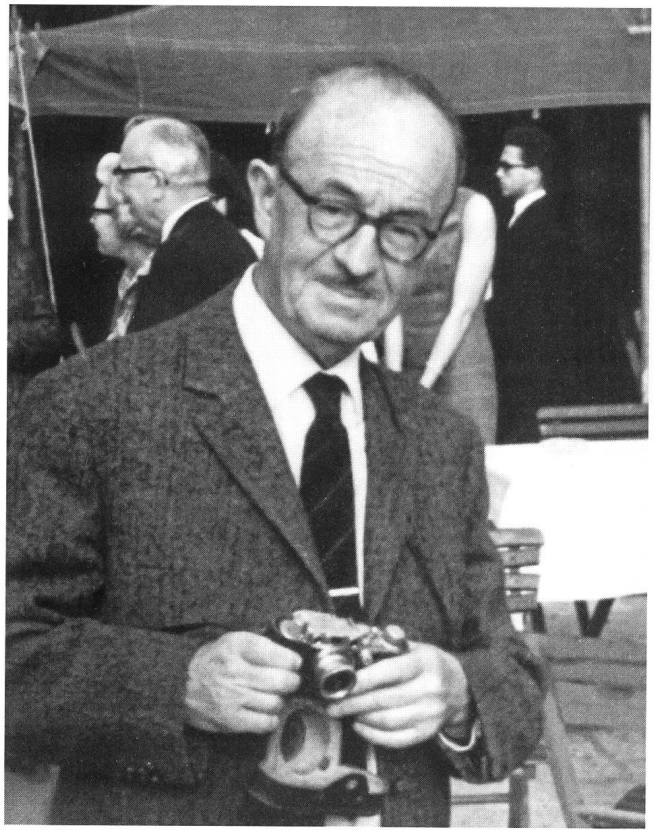
Heureuses rencontres

F. Egger

Rencontre de Daniel Chalonge

Au printemps 1947, le professeur Daniel Chalonge de Paris me proposa de participer à sa mission d'observation spectrophotométrique au Jungfraujoch de septembre/octobre de la même année. Il s'agissait effectivement d'un troc: vu les difficultés de transfert de fonds en dehors de France et pour permettre à l'équipe Chalonge de travailler en Suisse, le professeur Alexandre de Muralt, président de la Fondation internationale «Station scientifique du Jungfraujoch», envisageait d'offrir des bourses à de jeunes chercheurs suisses pour aller au Jungfraujoch; en contrepartie, la Caisse nationale pour la recherche scientifique française (CNRS d'alors) leur octroierait un stage à l'Institut d'astrophysique de Paris (IAP). J'acceptai au risque de retarder mon diplôme de physicien: à cette époque, aucun observatoire suisse ne pouvait nous offrir une telle occasion de faire de l'astronomie véritable. En effet, à la fin de la guerre, nos six observatoires employaient à peine 20 personnes et leurs directeurs nous faisaient bien remarquer qu'un poste ne se libérerait que tous les deux à trois ans; de plus, l'astrophysique n'en était qu'à ses premiers balbutiements dans notre pays.

Ma première rencontre avec Monsieur Chalonge eut lieu dans les jardins de l'Observatoire fédéral à Zurich. J'avais devant moi un homme grand, sportif, souriant, d'un regard vif et intéressé derrière ses lunettes de myope, qui semblait me faire confiance et qui m'inspirait de la confiance. Avec enthousiasme il me parla de ses travaux, de ses projets et me demanda de lui signaler encore une ou deux personnes susceptibles de nous aider. Je pus alors convaincre Paul Wild, de quelques années mon cadet, de nous rejoindre; ce fut le début d'une longue amitié et, probablement, le déclic pour une carrière d'astronome: Wild deviendra collaborateur de Fritz



Daniel Chalonge, UAI 1967 à Prague/Ondřejov (photo Egger).

L'équipe Chalonge, octobre 1947 à la bibliothèque du Jungfraujoch (de gauche à droite): R. Canavaggia, D. Chalonge, M. et Mme George (chercheurs anglais), M. Moreau, Mme Chalonge, T. Hürlimann, R. Zbinden, P. Wild (photo Egger/Chalonge).

Zwicky, découvrira de nombreuses supernovae, astéroïdes et comètes et finira directeur de l'Institut d'astronomie de l'Université de Berne.

Au Jungfraujoch

Je débarquai donc un soir à la fin d'août 1947 à la gare souterraine du Jungfraujoch, frigorifié et quelque peu essoufflé par l'altitude. Chalonge m'attendait avec à ses côtes Mademoiselle Renée Canavaggia et Monsieur Paul Couderc, les deux travaillant normalement à la Carte du Ciel de l'Observatoire de Paris. Couderc était l'auteur très connu d'un grand nombre de livres d'astronomie. Par des couloirs sombres et humides, ils me conduisirent à la station scientifique, creusée dans la paroi sud de l'arête rocheuse. Là je fis connaissance du gardien de la station, Hans Wiederkehr, personnage des plus étonnants, bourru, qui ne semblait pas aimer les «nouveaux», mais qui se révélait par la suite être d'une sensibilité et d'un attachement extraordinaire.

Ce fut un choc intense de découvrir le lendemain matin le paysage baignant dans cette lumière crue de la haute altitude où il n'y a que trois couleurs: le bleu foncé du ciel, le blanc éblouissant de la neige et le gris des rochers - et le silence quasi absolu.

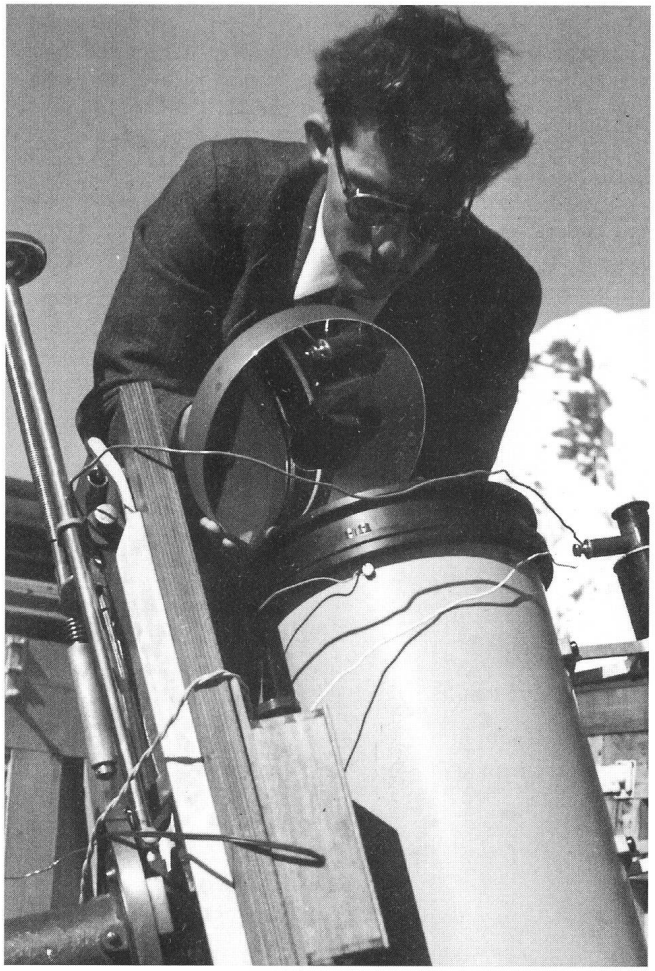
L'équipe Chalonge

Nous étions quatre jeunes Suisses présents à ce moment: Rudi Zbinden, Teddy Hürlimann et Arnold Müller, de Bâle, les deux premiers comme moi de l'équipe Chalonge, le dernier assistant d'Eric Horning, chercheur anglais qui étudiait l'incidence du rayonnement cosmique sur les souris blanches. Wild nous rejoignit plus tard. N'oublions pas Madame Chalonge et Mademoiselle Madeleine Moreau, assistante de Chalonge et qui deviendra ma femme; grâce à elles, nous pouvions bénéficier de repas réguliers et bien faits - une gageure à cette époque toujours sous le régime du rationnement et loin des centres d'approvisionnement.

Vers la fin septembre, Canavaggia, Couderc et Mme Chalonge nous quittèrent. Arrivèrent alors leurs successeurs: Perrine Dumézil, étudiante préparant à l'IAP son diplôme d'études supérieures, future épouse de Hubert Curien, directeur du CNRS et ministre de la Recherche et de la Technologie dans les années quatre-vingt, et Jean-Claude Pecker, jeune astronome, futur secrétaire général de l'Union astronomique internationale (UAI), directeur de l'Observatoire de Nice et professeur au Collège de France, connu par ses nombreux ouvrages dont beaucoup sont accessibles au grand public [8]. Pour nous autres Suisses, vivant dans un monde quasi «anastronomique» qui commençait juste à s'ouvrir un peu vers l'extérieur, ce contact permanent avec des personnes animées de la même passion pour l'astronomie, à un endroit aussi isolé, sous un ciel pur, fut une expérience unique qui nous a durablement marqués. Chalonge, chercheur averti, nous fut un merveilleux guide, ferme, humain, bienveillant, souriant et calme, pince-sans-rire, exploitant savamment nos déraillements linguistiques pour nous apprendre le «bon» français.

Télescope de 26 cm au Sphinx, avec le spectrographe Chalonge, au fond le Moench. P. Couderc, P. Wild, J.-P. Pecker (photo Chalonge, 1947).

P. Couderc et D. Chalonge examinent la moisson d'une nuit d'observation.



F. Egger démonte le miroir pour nettoyage (été 1948).

La méthode Chalonge

L'objectif des observations auxquelles j'étais associé consistait à prendre des spectres d'étoiles choisies pour la classification spectrophotométrique développée par Chalonge, Daniel Barbier et Lucienne Divan (classification BCD). Celle-ci est basée sur trois paramètres numériques: la position de la discontinuité de Balmer du spectre de l'hydrogène à 370 nm environ (à la limite de l'ultraviolet), sa grandeur et le gradient spectrophotométrique du fond continu pour l'intervalle spectral 380-480 nm [4 (p.345), 7 (p.549), 6]. Ces paramètres sont représentatifs des conditions physiques de l'hydrogène dans l'atmospère stellaire, les deux premiers peu sensibles à l'absorption stellaire. Mais la methode ne s'applique qu'aux spectres où le fond continu apparaît entre les raies d'absorption, donc aux étoiles chaudes entre les types O et G_0. Pour limiter l'influence de l'atmosphère terrestre, en particulier de l'ozone (O_3), on fait ces observations en haute altitude.

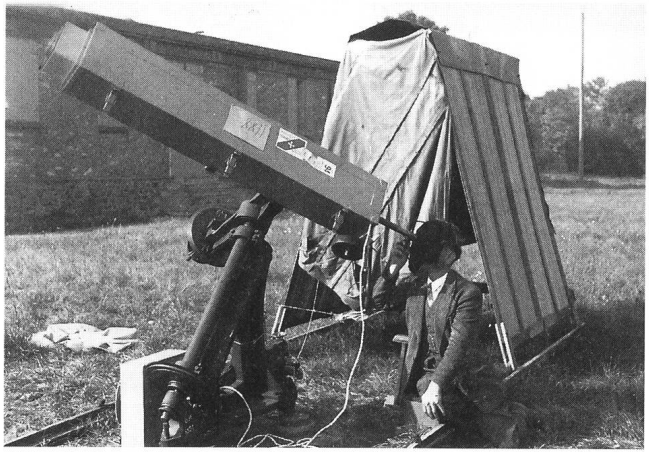
Le travail pratique

Au Jungfraujoch, les spectres sont pris à l'aide d'un petit spectrographe à prismes en quartz, conçu par Chalonge, fournissant une dispersion d'environ 20 nm/mm. Il est monté sur un télescope Cassegrain de 26 cm d'ouverture. Au laboratoire, on enregistre, sur la même plaque, le spectre d'une lampe à hydrogène afin de déterminer la courbe du noircissement. Cette lampe, de l'invention de Chalonge, a été étalonnée par rapport au rayonnement du corps noir. Les plaques sont développées et examinées sur place. Le spectrographe doit donc être descendu au laboratoire à la fin de chaque nuit d'observation, installé au laboratoire et remonté au Sphinx le soir. Par beau temps, et ce fut le cas en automne 1947, année extrêmement sèche, les membres du groupe sont donc occupés jour et nuit. Le dépouillement et l'étude finale des spectres allait se faire à Paris.

Nous faisions en général deux équipes par nuit. Souvent il fallait déblayer la neige sur le toit mobile de la cabane au sommet du Sphinx et le dégeler avant de pouvoir l'ouvrir. Ensuite nous étions exposés au vent et au froid, parfois en dessous de -20°C. Il s'agissait alors de pointer l'étoile à enregistrer selon le programme préétabli au cours de la journée, l'identifier, la centrer dans la fente réfléchissante du spectrographe et l'y maintenir durant la pose variant entre 5 et 30 minutes. Chaque étoile est prise à deux ou trois hauteurs différentes, ce qui permet de déterminer l'extinction atmosphérique et l'épaisseur réduite de l'ozone (méthode de Bouguer). Nous pouvions ainsi enregistrer une quinzaine de spectres par nuit.

Le retour

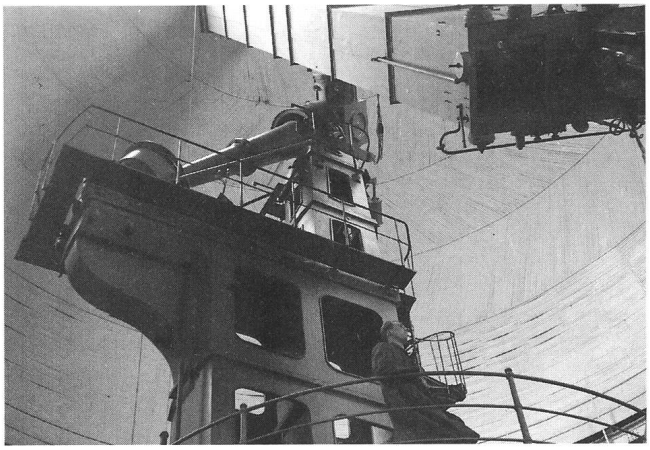
En contrepartie de ce travail souvent pénible, nous pouvions admirer les extraordinaires couchers et levers du soleil, le ciel pur et noir barré de la lumineuse Voie Lactée, dans le silence nocturne absolu, entrecoupé parfois par la chute d'une pierre ou d'une avalanche lointaine. La descente en plaine à la fin du séjour de six semaines à 3500 m me fit crûment sentir la pesanteur de l'atmosphère, le bruit et les odeurs de la ville. Mais j'entrevoyais déjà le stage à l'IAP à Paris et une nouvelle campagne d'observation au Joch de l'année suivante. Pourtant il me fallait d'abord réussir mes examens au Poly.



Bernard Lyot avec son filtre H-alpha, dans le parc de l'Observatoire de Meudon (photo Egger, 1948).

Paris

Mon stage à l'IAP dès le printemps 1948, que je pus en quelque sorte vivre en famille, me permit de connaître à fond l'étude détaillée des spectres stellaires, passés au microphotomètre enregistreur qui porte le nom de Chalonge. Il est aujourd'hui difficile de s'imaginer ce travail, exécuté quasi-



Grande lunette double de Meudon (83/63 cm, 17 m), avec Audoin DOLLFUS, *aérostier et spécialiste de l'observation des planètes (photo Egger, 1948).*

ment «à la main»: balayage des plaques à la cellule photoélectrique et enregistrement au galvanomètre à miroir sur du papier photographique, tracé et mesure des courbes ainsi obtenues au crayon, à la règle graduée et à la loupe; pas de machine, encore moins d'ordinateur, pour faire les calculs [10].

Je voyais aussi Chalonge comme patron exemplaire, attentif pour son personnel, modèle du travailleur acharné, scientifique compétent, sensible également aux problèmes terre à terre. Grâce à ses relations, j'ai pu avoir accès aux nombreuses institutions de recherche: l'Observatoire de Paris avec son Service de la Carte du Ciel, son laboratoire d'optique sous la direction d'André COUDER, constructeur des grands télescopes français, et André LALLEMAND, constructeur du premier télescope électronique (en verre), les amateurs tailleurs de miroirs instruits par Jean TEXEREAU (un Hans Rohr parisien). Un des points culminants furent les visites à l'Observatoire de Meudon et sa grande lunette double de 83 et 63 cm d'ouverture et 16 m de longueur où j'ai fait la connaissance de Bernard LYOT. Pour la première fois, je voyais, dans le filtre à bande étroite qu'il venait de construire, toute la surface solaire en lumière H-alpha. Il y avait aussi un ancien radar allemand, exploité comme radio-télescope par Marius LAFFINEUR.

La mission d'observation au Jungfraujoch en été 1948 n'a pas joui de conditions météorologiques très favorables. Nous y avons passé des journées entières dans la tempête et dans un brouillard aveuglant.

Conclusion

Ma carrière professionnelle, dans l'enseignement et dans la recherche et le développement industriels, m'éloigna quelque peu de l'astronomie pratique. Mais à l'occasion de l'Année géophysique de 1957/58, Chalonge me confia la coordination et l'organisation de sa campagne d'observation au Jungfraujoch, axée sur la mesure de la couche d'ozone par le truchement des spectres stellaires.

Je pus alors constater le changement important intervenu durant les dix années écoulées depuis mon premier séjour au Joch: l'observatoire du Sphinx rehaussé d'un étage, la cabane à toit mobile remplacée par une coupole, la table équatoriale équipée d'une nouvelle monture plus stable et plus précise. L'éventail des domaines de recherches s'est considérablement élargi: l'Observatoire de Genève, avec son nouveau directeur Marcel GOLAY, utilise un télescope photométrique de 40 cm compatible avec le spectrographe de Chalonge [9]; les universites de Manchester et de Berne ont installé de grandes machines pour l'étude du rayonnement cosmique; une equipe de l'Institut d'astrophysique de Liège (M. MIGEOTTE, L. DELBOUILLE, L. NEVEN et Ginette ROLAND) a monté un grand spectrographe avec coelostat pour l'etude du spectre infrarouge du soleil. Il y avait aussi un relais de télécommunications creusé dans l'arête est de la Jungfrau où était installée une étoile artificielle pour nos travaux et un poste de télévision qui nous permit de suivre les obsèques du Pape Pie XII à la mi-octobre 1958.

En grande partie grâce au Fonds national suisse pour la recherche (créé en 1952), les observatoires disposaient de moyens accrus et se développaient de façon réjouissante, notamment celui de Genève. Des étudiantes et des étudiants prêts à passer quelques semaines au Joch se recrutaient facilement. Nous avons ainsi vu défiler de nombreux jeunes auxquels nous pouvions offrir l'occasion de se frotter à l'astronomie pratique. Peu nombreux sont ceux et celles qui plus tard ont embrassé la carrière d'astronome: d'une part, les places, malgré le développement, restaient rares, et de l'autre, leur goût et leurs intérêts les dirigèrent vers d'autres professions. Mais l'expérience vécue au contact avec les chercheurs chevronnés, enthousiastes et enthousiasmants tel que l'était CHALONGE, les suivra durant toute leur existence, ne serait-ce que sous forme de violon d'Ingres, contrepoids à leur vie professionnelle ou éclairant leur retraite.

FRITZ EGGER
Coteaux 1, 2034 Peseux

Bibliographie

[1] DANIEL CHALONGE, KAREN CHALONGE (édit.), *Les Hautes Routes d'antan, Récits et itinéraires (1915-1930).* K.J.Chalonge, Paris, 1994.

[2] CHARLES FEHRENBACH, *Des hommes, des télescopes, des étoiles.* Editions du CNRS, Paris, 1990.

[3] 50 Jahre Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoch. Kantonalbank Bern, Bulletin Nr. 23, Bern, Oktober 1981: FRÉDY RUFENER, *Recherches astronomiques au Jungfraujoch et au Gornergrat.* p. 32. KAREN CHALONGE, *L'époque des pionniers de l'astronomie au Jungfraujoch.* p. 39.

[4] DANIEL CHALONGE, *Classification spectrophotométrique des populations stellaires.* Stellar Populations, Vatican Observatory 1958.

[5] DANIEL CHALONGE, *Sternpopulationen.* ORION **63** (Januar-März 1959), Seite 523.

[6] FRITZ EGGER, *Dreidimensionale Klassifikation der Sternspektren.* ORION Nr. **64** (April-Juni 1959), Seite 593.

[7] FRÉDY RUFENER, *Classifications stellaires.* ORION no **63** (janvier-mars 1959), p. 539.

[8] JEAN-CLAUDE PECKER, *Le Promeneur du ciel* (p. 116). Ed. Stock/Laurence Perrenoud, 1992.

[9] MARCEL GOLAY, *Description du télescope de 40 cm de diamètre et de l'équipement de photométrie photoélectrique de l'Observatoire de Genève installés à la Station scientifique du Jungfraujoch.* ORION no **64** (avril-juin 1959), p. 573.

[10] MARCEL GOLAY, *DANIEL CHALONGE, Une œuvre essentielle pour comprendre les propriétés des systèmes photométriques.* A paraître dans ORION **270** (octobre 1995)

Les planètes du pulsar PSR B1257+12

Simple coïncidence?

N. CRAMER

Le pulsar milliseconde PSR B1257+12 fut découvert en février 1990 par A. WOLSZCZAN à l'aide du radiotélescope de 305m d'Arecibo lors d'une campagne visant à détecter de tels objets situés à de hautes latitudes galactiques.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces pulsars extrêmement rapides ne sont pas des étoiles à neutrons jeunes. La cause la plus vraisemblable de la rapidité de leur rotation serait l'interaction du pulsar avec un compagnon stellaire après sa formation.

L'existence de pulsars dans des systèmes binaires pose un certain nombre de problèmes. L'explosion supernova de type II d'une étoile suffisamment massive (M_{ini}>8M⊙), dont l'implosion du noyau de fer conduit à la formation d'une étoile à neutrons (et peut être dans certains cas à celle d'un trou noir) semble se dérouler généralement d'une manière qui n'est pas entièrement symétrique. Les pulsars isolés présentent, en effet, une vitesse spatiale moyenne de 400 km/s. Divers autres indices suggèrent aussi que les pulsars subissent à leur naissance une impulsion cinétique qui leur imprime une vitesse spatiale située entre 100 et 600 km/s. Une telle accélération brutale d'un des membres d'un système binaire, qui s'ajoute à l'éjection d'au moins la moitié de la masse de l'étoile qui explose, ne semble pas être a priori favorable au maintien de la liaison dynamique du couple. Toutefois, tout dépend de la direction de l'impulsion que subit le résidu de la supernova et, dans certaines circonstances (impulsion contraire au sens de la rotation orbitale, par exemple), cet effet pourrait même contribuer à *stabiliser* le système final.

Un tel scénario s'accorde avec le modèle dit du «*pulsar recyclé*»: on part d'un système double peu séparé dont la composante principale, qui a une masse initiale supérieure à la masse critique de supernova (≈8M⊙) est dotée d'un compagnon peu massif (M≤1 M⊙). L'évolution du primaire et la dilatation de son enveloppe provoquent un transfert de masse dynamiquement instable vers le compagnon secondaire. La friction du compagnon avec cette enveloppe dissipe son moment cinétique, et il se rapproche selon une trajectoire en forme de spirale. Le résultat est la formation d'une binaire compacte composée du noyau d'hélium évolué du primaire, et du compagnon peu massif. Après l'explosion supernova, ce dernier (si le système survit dynamiquement) aura pour compagnon l'étoile à neutrons résiduelle. Lors de l'évolution plus tardive du secondaire, un important transfert de masse a lieu vers le pulsar (déjà ancien) par la formation d'un disque d'accrétion. Le transfert de moment cinétique accélère la vitesse de rotation de l'étoile à neutrons qui atteint une période proche de la milliseconde. Selon l'importance du rayonnement corpusculaire émis par le pulsar et de la proximité du compagnon, ce dernier peut même être «*évaporé*» petit à petit et absorbé par le disque d'accrétion, conduisant à un pulsar milliseconde isolé.

D'autres mécanismes de formation d'une étoile à neutrons dans un système double ont été proposés, tel *l'effondrement induit par accrétion*: le précurseur serait une naine blanche qui s'alimente aux dépens de son compagnon par la voie d'un disque d'accrétion, et qui finit par s'effondrer en une étoile à neutrons lorsqu'elle atteint sa limite de Chandrasekhar. Cette masse limite dépend de la composition chimique et s'exprime en unités de masse solaire par $M_{ch} = 5.75(Z/A)^2 M_\odot$, où Z est le nombre atomique (la charge du noyau) et A le nombre de masse (nombre total de protons et de neutrons du noyau). Pour une naine blanche, phase terminale de l'évolution d'une étoile de masse initiale M_{ini} inférieure à 8M⊙ et constituée en grande partie de carbone et d'un peu d'oxygène, cette limite vaut 1.44M⊙. L'accélération de la rotation peut ensuite se faire comme décrit plus haut. Ce scénario de «supernova tranquille» présente l'avantage de ne pas provoquer d'impulsion cinétique, et une part essentielle de la perte de masse pourrait se restreindre à la variation de l'énergie de liaison. Exprimée en fractions de masses solaires, cette variation d'énergie vaut approximativement (ZELDOVICH et NOVIKOV, 1971) $\Delta M \cong (3GM_{wd}/5R_{ns}c^2) \cong 0.2M_\odot$, où M_{wd} est la masse de la naine blanche (≅1.5M⊙) et R_{ns} le rayon de l'étoile à neutrons (≈7 km). Toutefois, ce mécanisme de transfert de matière à partir de l'enveloppe du compagnon est aussi celui qui est proposé pour expliquer les variables cataclysmiques, où la couche d'hydrogène qui s'accumule graduellement par accrétion sur la naine blanche engendre épisodiquement de violentes explosions thermonucléaires superficielles. C'est également celui qui est le plus souvent admis pour interpréter l'explosion supernova de type I, qui ne laisse pas de résidu compact et dissoudrait alors le système binaire. Il n'est pas encore établi si sous certaines conditions ce processus, qui implique des réactions nucléaires lors de l'effondrement, pourrait se borner uniquement à la simple *implosion* avec formation ultérieure d'un pulsar milliseconde. Une autre difficulté, observationelle, rencontrée par ce modèle est l'absence de pulsars binaires ayant des vitesses spatiales faibles, comme le prévoit ce scénario.

Quel que soit le mode de formation de PSR B1257+12, ce pulsar qui a une période de 6.2 millisecondes n'a pas (ou plus) de compagnon stellaire, mais présente l'intérêt de posséder le seul *système* planétaire connu excepté le nôtre.

Deux planètes sont détectées en 1992 par A. WOLSZCZAN et D.A. FRAIL grâce à l'analyse des variations du temps d'arrivée des impulsions du pulsar. L'extrême régularité de la fréquence intrinsèque d'un pulsar permet, en effet, de mesurer des variations de sa vitesse radiale, perçues par des décalages du temps d'arrivée des impulsions, avec une précision presque 2000 fois supérieure à celle des meilleures techniques spectroscopiques actuellement disponibles. Ces variations de la période apparente sont très petites. Elles atteignent dans le cas présent ±15 picosecondes, ce qui correspond à des vitesses radiales et déplacements maximaux de ±0.7 m/s et ±900 km respectivement sur la ligne de visée (en comparaison, Jupiter déplace le Soleil à 10 m/s sur environ 900 000 km).

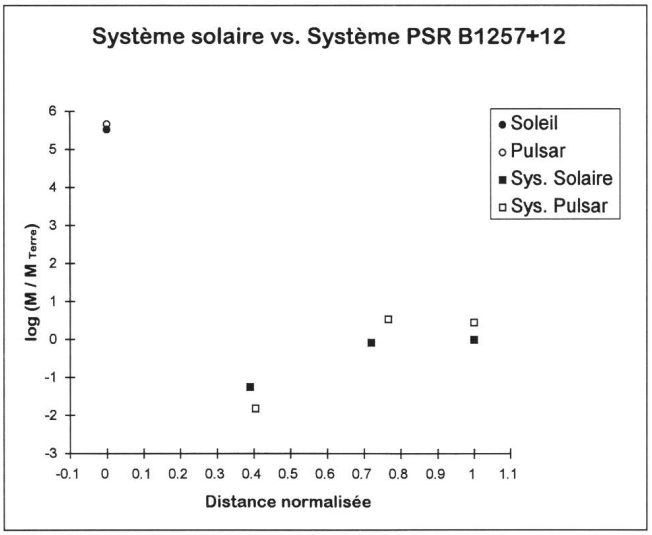
Dans leur analyse, les auteurs montrent que les variations de fréquence de PSR B1257+12 ont un comportement complexe qui correspond de manière optimale à la présence de deux

planètes ayant des masses de *3.4(M⊕/sin i)* et *2.8(M⊕/sin i)*, des distances au pulsar de 0.36 et 0.47 unités astronomiques (UA) et des périodes orbitales de 66.6 et 98.2 jours, respectivement. Ici, M⊕ est la masse de la Terre, et *i* est l'inclinaison de l'axe de l'orbite sur la ligne de visée. Ces valeurs ont été obtenues en admettant une masse de 1.4 M⊙ pour le pulsar. Le choix de cette masse n'est pas arbitraire: elle est proche de la masse de Chandrasekhar. Des modèles d'étoiles à neutrons définissent pour ces objets une zone de stabilité qui se situe entre 1.4 et 1.5 M⊙. Les quelques masses d'étoiles à neutrons qui ont pu être mesurées dans des systèmes doubles donnent également des valeurs de cet ordre.

Toutefois, les auteurs notent la présence d'une variation résiduelle qui dépasse l'incertitude sur les mesures, et proposent l'existence d'une, voire deux autres planètes moins massives. Ils remarquent aussi la résonance orbitale 3/2 presque parfaite des deux planètes détectées. La planète intérieure parcourt 2.95 (≈3) fois son orbite lorsque la planète extérieure la parcourt deux fois. En 1994, WOLSZCZAN reprend le travail et montre que l'imperfection du couplage orbital impose une limite supérieure aux masses des planètes. Ceci signifie que les plans orbitaux ne doivent pas trop s'écarter de la ligne de visée, car *sin i* doit être proche de l'unité. Par une nouvelle analyse des temps d'arrivée des impulsions, il trouve une troisième planète, moins massive que les deux autres, ayant *M = 0.015(M⊕/sin i)* et située à 0.19 UA du pulsar. On peut raisonnablement supposer que cet objet partage le plan orbital de ses deux compagnons plus massifs.

Trouver un objet aussi exotique qu'un pulsar, muni d'un système planétaire composé d'au moins trois membres de taille respectable en orbites quasi circulaires, est assez surprenant. Ce qui l'est encore plus est la similitude de l'échelle de ce système avec celle de notre système solaire intérieur, comme le montrent T. MAZEH et I. GOLDMAN (1995). En admettant que $\sin i \cong 1$, comme le suggère WOLSZCZAN, et en normalisant les échelles des distances à l'unité pour chaque troisième planète (la Terre dans notre cas), on obtient le diagramme de la figure 1 qui porte le logarithme de la masse rapportée à celle de la Terre en fonction de la distance normalisée pour les deux systèmes. La similitude est très frappante. Une échelle logarithmique tend toujours à amortir la dispersion. Mais ici, les masses relatives se groupent de manière consistante pour chaque cas sur une étendue de sept ordres de grandeur. La ressemblance est encore plus remarquable à l'échelle linéaire des rapports des distances. La similitude se limite, toutefois, à ces trois planètes intérieures. Le pulsar n'a pas l'équivalent de notre système solaire extérieur, avec ses planètes géantes.

La raison pour laquelle nous détectons des planètes autour d'objets aussi inattendus, avant de le faire chez des étoiles plus «ordinaires» et semblables à notre Soleil, est l'extraordinaire sensibilité avec laquelle nous pouvons mesurer les variations de leur vitesse radiale. Cette précision résulte du fait que dans le cas particulier des pulsars, l'estimation repose sur une mesure de temps, technique très bien maîtrisée actuellement. La régularité de la fréquence émise par l'astre permet, en quelque sorte, de pratiquer une «interférométrie» de son signal avec nos horloges. Lors de la détermination classique de vitesses radiales, l'effet Doppler est perçu d'une manière plus «mécanique» sous la forme d'un déplacement spectral, et rendu de ce fait plus difficile à réaliser avec une très grande précision. On ne peut s'empêcher de penser au problème que posait la mesure de l'unité astronomique aux XVIIe et XVIIIe siècles, et où Halley conçut en 1677 la méthode du transit de Vénus pour effectuer la triangulation (voir ORION 225, avril 1988), car il était alors



Comparaison des masses et des distances normalisées des trois premières planètes des deux systèmes (d'après T. MAZEH et I. GOLDMAN). Les deux échelles des distances sont normalisées à l'unité (1 UA) pour la troisième planète (la Terre, dans notre système) en dilatant celle du pulsar d'un facteur 2.13. Les masses, exprimées en masses terrestres, n'ont pas subi de normalisation. Cette figure illustre la remarquable similitude de caractère «bidimensionnel» des deux systèmes planétaires.

(aussi) plus aisé de mesurer avec précision une différence de temps que celle de deux angles. Dans le cas d'une étoile, la mesure précise du déplacement de son centre de gravité est rendue encore plus difficile par les mouvements à grande échelle de son atmosphère d'où vient le rayonnement capté par nos instruments (pulsations, supergranulation, etc.). Mais, le jour où il sera possible de mesurer des variations de vitesse radiale d'étoiles normales avec une précision de l'ordre du m/s, il est pratiquement certain que nous découvrirons une multitude de systèmes planétaires, là où leur formation serait plus naturelle que dans le voisinage hostile d'un pulsar en pleine activité.

Les planètes du pulsar PSR B1257+12 sont certainement apparues après la naissance de l'étoile à neutrons, vraisemblablement en relation avec le disque d'accrétion alimenté par les restes de son compagnon. Les planètes de notre système solaire se sont aussi formées durant les dernières phases de l'évolution du disque d'accrétion qui a engendré le Soleil. Les circonstances sont, toutefois, très différentes dans les deux cas. Le pulsar a, par son rayonnement, probablement détruit son compagnon, et on peut se demander comment des planètes se sont formées dans un tel environnement. Mais, étant confrontés aux faits, on pourrait aussi s'interroger, comme le font MAZEH et GOLDMAN, si cette similitude à deux échelles entre les deux *seuls* systèmes planétaires connus actuellement ne cache pas un processus plus général qui opère lors de la formation de planètes. Ou alors sommes-nous en présence d'une simple coïncidence?

Bibliographie:

MAZEH, T., GOLDMAN, I., 1995, Publ. Astron. Soc. Pacific, 107, 250
WOLSZCZAN, A., 1990, IAU Circ. No. 5073
WOLSZCZAN, A., Frail, D.A., 1992, Nature, 355, 145
WOLSZCZAN, A., 1994, Science, 264, 538
ZELDOVICH, Y.B., NOVIKOV, I.D., 1971, Relativistic Astrophysics. Vol.1. Univ. Chicago Press.

NOËL CRAMER

Le système solaire est-il chaotique?

G. FISCHER

Au cours des deux dernières décennies, les mathématiques ont fait de grands progrès sur plusieurs fronts nouveaux. On peut citer comme exemples la théorie des «fractals» et celle du «chaos». Dans les deux cas, ces progrès ont rapidement trouvé des applications à des processus auxquels on n'avait d'abord pas pensé. Chacun de nous a probablement vu l'une de ces images de kaléidoscope créées par fractals, où l'image, lorsqu'on l'agrandit, révèle des détails toujours plus fins et, dans certains exemples, toujours nouveaux. Le plus souvent, on introduit la notion des fractals en demandant quelle est la longueur d'un rivage de mer ou de lac. On se rend alors vite compte que cette question n'a pas de réponse univoque.

En mathématiques, la notion de chaos n'est pas forcément celle du désordre complet, celle de la foule désordonnée ou des molécules d'un gaz qui s'entrechoquent éternellement, où il serait illusoire de préciser la position de chaque personne ou molécule à tout instant. Le plus souvent, on veut simplement dire que le système n'est pas prévisible au-delà d'une certaine limite temporelle. Dans cet ordre d'idées on a pu lire, à plusieurs reprises récemment, que même le système solaire finira dans le chaos. Mais la notion de chaos sous-entendue n'est généralement pas précisée; il vaut donc la peine de voir s'il s'agit de prédictions alarmistes, dans le simple but de faire du sensationnalisme, ou si nous pouvons continuer de dormir en paix.

On ne connaît qu'imparfaitement le présent, le futur est donc encore plus aléatoire

Il est évident qu'à très longue échéance un certain désordre va s'installer dans le système solaire, mais cette affirmation n'a vraiment intérêt que si l'on donne une estimation du temps nécessaire à l'instauration du désordre. L'estimation de ce temps doit être abordée sous au moins trois aspects. Le premier ne concerne pas une perturbation complète du système, mais seulement un désaccord entre ce que nous pouvons prédire et l'état qui s'établira effectivement au bout d'un certain temps. C'est un temps qui découle tout naturellement des incertitudes qu'il y aura toujours dans notre connaissance des paramètres orbitaux de toutes les composantes d'un système. Cela revient à dire que, puisque nous ne connaissons pas parfaitement les conditions initiales, nous ne pouvons pas faire d'extrapolations parfaites, ni vers le futur, ni vers le passé. Ce temps, pour de petits écarts de prédiction, est au moins de l'ordre de 10 000 ans: en effet, nous sommes en mesure de reconstituer la succession des éclipses observées et enregistrées par nos prédécesseurs depuis plus de 5 000 ans. Les erreurs, sur cet intervalle, ne sont que d'environ une heure ou deux et pourraient, en réalité, provenir plutôt du deuxième effet (il vaut la peine de noter, ici, que 5 et 10 mille ans dans le passé correspondent assez exactement aux limites de l'ère néolithique). On peut donc affirmer que d'ici 10 000 ans, les incertitudes sur les conditions initiales engendreront au maximum des incertitudes de quelques heures sur les orbites planétaires et qu'elles ne nous feront pas perdre toute connaissance de l'évolution du système solaire avant plusieurs millions d'années. Même au bout de ce temps beaucoup plus long, les rayons des orbites des différentes planètes n'auront pratiquement pas changé et on ne pourra pas dire que le système est devenu totalement chaotique. Il faudra probablement attendre quelques cinq milliards d'années, lorsqu'à la fin de sa vie active le Soleil explosera, pour que le système solaire soit vraiment fortement «chamboulé».

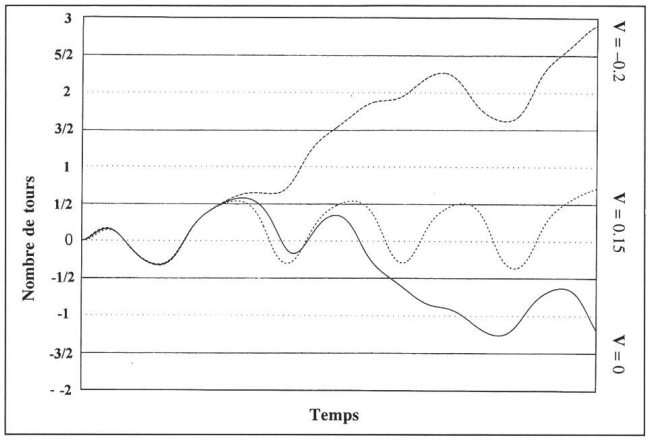


Fig. 1. Pendule rigide, excité par une force périodique de basse fréquence et forte intensité, pour trois conditions initiales très légèrement différentes.

Le graphique de la Fig. 1 est une illustration de ce premier effet. Il s'agit d'un pendule rigide, comme celui d'une horloge, mais excité beaucoup plus fortement par une force périodique, de façon à le faire même tourner complètement. Les trois courbes du graphe montrent les mouvements du pendule lorsque cette excitation est enclenchée alors que le pendule est soit au repos ($v = 0$), ou qu'il oscille déjà très imperceptiblement vers la droite ($v = 0.15$) ou vers la gauche ($v = -0.2$). Ces toutes petites différences dans les conditions initiales n'ont d'abord pas de conséquences importantes, les trois courbes suivent pratiquement le même chemin, mais soudain c'est le chaos. Le balancier arrive au voisinage de la position complètement renversée, le demi tour; dans deux des cas la force d'entraînement le ramène du même côté, alors que dans le troisième il fait un tour complet. Et dans les deux cas où il revient du même côté, ce n'est que partie remise, les deux courbes s'éloignent l'une de l'autre et sont bientôt, elles aussi, séparées d'un tour entier (ce graphe est adapté d'un exemple aimablement fourni par le Prof. Hans Beck et son assistant, M. Matteo Monbelli, de l'Institut de Physique de l'Université de Neuchâtel). Comme illustration extrême des conséquences lointaines d'un tout petit effet, *dans le temps comme dans l'espace*, on cite souvent ce papillon, dont les battements d'ailes à Tokyo engendrent un orage à Paris. Mais on peut montrer que la probabilité d'une telle relation de cause à effet est encore incroyablement plus petite que de voir tout le parfum réparti dans une chambre retourner d'un coup dans la bouteille. Même si ce retour dans la bouteille devait effectivement se produire, pour le vérifier il faudrait immédiatement fermer la bouteille, sinon le parfum en ressortirait aussitôt.

Le climat source de désordre à très long terme dans le système solaire

Le deuxième effet est plus subtil. Les calculs astronomiques où interviennent plusieurs corps sont difficiles; on sait, par exemple, que le problème à trois corps ne peut déjà plus être

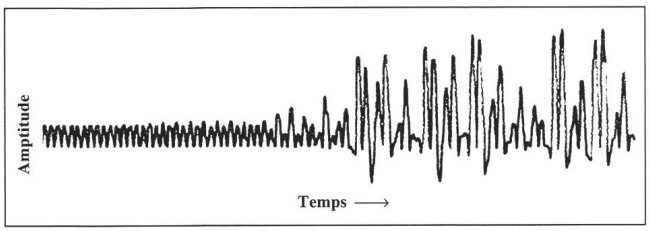


Fig. 2. Oscillateur pratiquement linéaire aux faibles amplitudes, excité par une force grandissante. Les caractéristiques non-linéaires du système prennent progressivement le dessuss. Finalement, le système a un comportement chaotique imprévisible.

résolu de façon analytique. Pour simplifier les calculs on remplace donc le Soleil, les planètes et leurs satellites par des points de masse sans dimension. Cela serait sans conséquences, si ces corps étaient parfaitement indéformables et possédaient une symétrie exactement sphérique; mais cela n'est pas le cas. Comme exemples d'effets qui ne peuvent pas être traités ainsi on peut citer les marées. Des effets de ce genre ont pour conséquence que les deux satellites de Mars, Phobos et Deimos, vont bientôt (à l'échelle des temps géologiques, soit dans quelques millions d'années!) tomber sur leur planète. Le temps caractéristique pour l'instauration de petits écarts dans l'orbite de la Terre est aussi de l'ordre de 10 000 ans ou plus, mais on ne peut pas prédire l'ampleur exacte de ces effets, car ils dépendent de facteurs tels que le climat moyen (p. ex. la distribution des vents et des courants marins, le niveau des mers, etc.) et de la forme du globe dans tous ses détails (en particulier les déviations d'une sphéricité parfaite à cause des forces centrifuges causées par la rotation). Ainsi, au maximum de la dernière glaciation, le niveau des océans était-il de 130 m au-dessous du niveau actuel, cela avait une influence très importante sur les marées. En effet, le freinage provoqué par les marées dépend fortement de la topographie des fonds marins aux abords des côtes et de la forme de ces côtes. Par suite de la dérive des continents, la topographie du globe évolue constamment, bien que très lentement. En fin de compte on peut dire, pour ce deuxième effet, que les conclusions pour le court terme sont les mêmes que pour le premier: on ne prévoit rien de spectaculaire. Pour le très long terme de dizaines ou centaines de millions d'années, par contre, les prévisions sont de plus en plus incertaines. La Fig. 2 est une illustration de ce que nous venons de dire: un processus oscillatoire est soumis à une perturbation croissante; au début cela ne semble pas l'influencer; mais la perturbation augmente et finalement l'oscillateur perd toute régularité et se comporte de façon totalement imprévisible (cet exemple nous a été fourni par le Prof. Edmond Geneux de Sainte-Croix). Un exemple naturel, mais inversé dans le temps, nous est fourni par le climat. Pendant la dernière glaciation, qui s'est terminée voici quelques 12 000 ans, la température moyenne de tout l'Atlantique nord pouvait changer en quelques années, et de façon totalement imprévisible, de quelques 5 °C , ce qui est énorme. Mais depuis 11 600 années, ces oscillations ont totalement disparu, pour des raisons qu'on ne s'explique pas encore bien aujourd'hui.

Des perturbations peuvent aussi venir de l'extérieur!

Dans une troisième catégorie, on doit mettre les interactions imprévisibles avec de gros astéroïdes venus de l'espace interstellaire. Ce qu'on entend ici par un gros astéroïde est un objet dont la masse vaut au moins quelques pour-cent de celle de la planète cible, par exemple, une collision entre la Terre et un bolide aussi massif que Mars, où la vitesse relative des deux corps est d'au moins une dizaine de kilomètres par seconde (comme exemple, la vitesse de la Terre dans son orbite autour du Soleil est proche de 30 km/s). La probabilité de telles collisions a diminué considérablement depuis la naissance du système solaire et elle est maintenant insignifiante.

Par contre, on sait que l'orbite de Pluton croise quelquefois celle de Neptune et une collision entre ces deux planètes est effectivement possible. Des phénomènes des trois catégories discutées plus haut pourraient effectivement conduire à une collision imprévue entre ces deux planètes, dans quelques dizaines de millions d'années peut-être, mais rien de catastrophique n'est prévu à court terme. En définitive, on peut donc dire que le chaos prédit par certains pour le système solaire, n'est pas pour demain.

GASTON FISCHER
Rue de Rugin 1a, 2034 Peseux

Les théories du chaos et des prédictions à long terme, la flèche du temps

A l'origine, la théorie des phénomènes chaotiques a été développée en relation avec les prédictions météorologiques, mais on a bientôt compris que presque tout ce qui évolue aboutit finalement à une forme de chaos. Tous ceux qui s'intéressent aux «prévisions météo» ont sûrement remarqué qu'on se limite en général à prédire le temps des cinq jours à venir. La raison en est bien simple, au-delà de cinq jours, et cela en dépit de l'énorme capacité de calcul des plus gros ordinateurs dont nous disposons aujourd'hui, les prédictions deviennent terriblement incertaines : on ne peut plus guère leur accorder de crédit. Les théories du chaos avaient justement pour objet de comprendre pourquoi il en est ainsi.

Ces mêmes théories ont permis de jeter un éclairage nouveau sur pratiquement tous les systèmes complexes, en particulier ceux comprenant un grand nombre de particules, comme les gaz et les liquides, ou d'autres qui obéissent à des équations non-linéaires. Les lois élémentaires de la physique sont généralement réversibles, c.-à-d. qu'elles restent invariantes par rapport à une inversion du temps. Mais dès qu'on cherche à décrire le comportement de certains systèmes comprenant des équations non-linéaires, ou d'autres composés d'un très grand nombre d'éléments, cette réversibilité peut disparaître: avec le temps qui s'écoule apparaît un désordre grandissant, le chaos apparaît de façon soudaine. Le physicien dit que l'entropie augmente.

On cite souvent le parfum qui diffuse de sa bouteille dans une chambre entière, ou le mélange d'un colorant soluble dans un liquide, pour illustrer les phénomènes qu'on dit irréversibles, ceux où l'on passe d'une situation bien ordonnée, avec le parfum dans la bouteille fermée et de l'air parfaitement inodore dans la chambre, à un désordre complet, la situation du parfum qui s'est totalement mélangé à l'air. Même si c'est à dessein qu'on a ouvert la bouteille, il y a désordre dans le sens qu'on ne peut pas revenir en arrière, faire retourner le parfum dans sa bouteille. Cette irréversibilité suggère une direction pour l'écoulement du temps et les théories du chaos ont ainsi contribué à une meilleure compréhension de cette notion de «flèche du temps».

BURKHARDT, G.; ESSER, U., HEFELE, H. ET AL (Eds.): *Astronomy and Astrophysics Abstracts,* Vol 59/60, Literature 1989-1993, Author, Subject, and Object Indexes to Volumes 49-58, 1994, Springer Verlag, 2046 pp., Hb, ISBN 3-540-58554-0, DM 508.–, sFr 498.–.

BURKHARDT, G.; ESSER, U.; HEFELE, H. ET AL (Eds.): *Astronomy and Astrophysics Abstracts,* Vol 61A - Vol 61B, Literature 1994, Part 1, 1995, Springer Verlag, 1726 pp., Hb, ISBN 3-540-59089-5, DM 508.–, sFr 478.–.

La progression impressionnante de l'astronomie durant ces dernières décennies est mise en évidence par l'ouvrage Astronomy and Astrophysics Abstracts que les éditions Springer ont entrepris de publier régulièrement depuis 1969. Cette compilation périodique de toutes les publications en rapport avec l'astronomie qui sont parues dans l'année écoulée est unique en son genre. Alors que les premiers volumes arrivaient à contenir tous les sommaires des articles parus dans l'année en un seul livre de dimensions peu spectaculaires, les éditions récentes, qui résument plus de 20000 articles, nécessitent quatre épais volumes pour lister les publications d'une année.

Avec un tel volume de littérature, il devient nécessaire d'éditer périodiquement (à intervalles de 5 ans actuellement) des index croisés et cumulatifs. C'est le cas pour le premier volume cité ici qui rassemble 293 141 références à 51 404 auteurs et éditeurs. L'index des sujets présente 376 054 références à 85 563 mots clés et celui des objets liste 163 976 entrées concernant 40 562 objets.

La première partie de la compilation pour 1994 poursuit la progression en présentant dans ses deux volumes les sommaires de 11 665 publications pour la première moitié de 1994 seulement.

Ces compilations, patronnées maintenant par l'Union Astronomique Internationale (UAI), sont devenues un outil indispensable pour tout chercheur en astrophysique ou en ses disciplines apparentées et qui doit obligatoirement figurer dans toute bibliothèque d'institut. Vue l'ampleur que prend cet ouvrage, la suite logique de la publication de cette série serait de rassembler dans l'avenir toute l'information sur des CD-ROM. Cette solution ne pourrait, toutefois, être exclusive car les propriétés de stabilité à long terme de ce support informatique ne sont pas suffisamment connues pour en faire une base d'archivage.

N. CRAMER

JAYANT V. NARLIKAR. *Introduction to cosmology*, Second Edition, Cambridge University Press, 1993, 415pp., ISBN 0-521-41250-1, £ 50.00 relié, £17.95 broché.

Jusqu'à ces dernières décennies, la cosmologie était réservée aux philosophes plutôt qu'aux physiciens. La génération à laquelle appartient Narlikar a changé radicalement la situation et la cosmologie est devenue une discipline scientifique à part entière.

Ce livre est destiné aux étudiants en cours de spécialisation. Son utilisation nécessite un fort bagage mathématique. L'amateur que je suis se contentera donc de le feuilleter avec humilité.

Narlikar commence son cours par un chapitre sur les grandes structures de l'Univers, passe à la relativité générale puis discute ses implications cosmologiques. Il décrit ensuite les modèles de Friedmann, les reliques du big bang et la formation de structures dans l'univers primitif. Après un chapitre dédié aux modèles alternatifs, il analyse les aspects physiques des différentes théories et leurs incertitudes. L'ouvrage se termine sur les perspectives d'avenir en cosmologie. Il est d'une brûlante actualité.

Il est bien sûr inutile de présenter l'auteur aux lecteurs d'Orion. Narlikar est un excellent écrivain. Au delà des formules, l'étudiant découvrira une vision extraordinaire de l'Univers.

Son ouvrage de vulgarisation – *The Lighter Side of Gravity* – est la version «légère» de cette «introduction».

Zusammenfassung: Eine «Einführung» für fortgeschrittene Studenten mit hoher mathematischer Ausbildung, durch einen der berühmtesten Kosmologen unserer Zeit geschrieben.

F. ZUBER

JEAN-PERRE LENTIN, *Je pense, donc je me trompe. Les erreurs de la science de Pythagore au Big Bang*. 224 pages. Albin Michel Paris 1994. ISBN 2-226-06789-2. FFR 89.–.

Ce livre devrait faire réfléchir tous ceux qui ne comprennent pas que les autres font des erreurs. L'auteur essaie, avec succès, de démontrer que les erreurs sont un agent indispensable pour le progrès de la pensée, de la science. Ecrit dans un style journalistique qui ne craint pas l'humour et, parfois, la surcharge, il donne un aperçu des démarches qui ont conduit à des découvertes importantes en mathématiques, en astronomie, en physique, en biologie, en médecine ..., depuis les Grecs, passant par Copernic, Kepler et Galilée, jusqu'à la fusion froide. Il va jusqu'à proposer l'«errorologie» comme nouveau sujet d'étude. Le lecteur averti corrigera facilement les quelques erreurs que contient ce texte.

F. EGGER

LUDOLF SCHULTZ: *Planetologie – Eine Einführung,* Originalausgabe, Birkhäuser Verlag Basel – Berlin – Boston 1993. 270 Seiten mit 12 Farb- und 164 sw-Abbildungen, gebunden, sFr. 62.–/DM 68.–/OS 530. ISBN 3-7643-2294-2

Dank der Raumfahrt sind die Kenntnisse über die Planeten und Monde unseres Sonnensystems in den letzten Jahren sprunghaft erweitert worden. Die Erdwissenschaftler haben heute die Möglichkeit, Mond- und vermutlich sogar Marsgestein zu untersuchen. Damit wurde die Geologie, die sich ursprünglich mit der stofflichen Zusammensetzung, dem Bau und der Geschichte der Erdkruste befasste, von der «Erdwissenschaft» in die «Planetologie» umgewandelt. Die Planetologie beschäftigt sich heute mit der Lehre vom Aufbau, den Vorgängen auf und in den Mitgliedern unseres Sonnensystems sowie den Wechselwirkungen untereinander.

Als Grundlage für dieses Buch dienten Vorlesungen über Erdwissenschaft an der Universität Mainz; entstanden ist es aufgrund von Wünschen der Zuhörer, die den Skript dieser Vorlesungen in gebundener Form zu erhalten wünschten.

In seiner Einführung behandelt Ludolf Schultz die Erforschung des Sonnensystems und die Methoden der Planetologie. Es folgen das Sonnensystem im Überblick, die Himmelsmechanik, das Innere und die Oberflächen der Planeten. Weitere Themen sind Atmosphären, Satellitensysteme, Magnetfelder, Sternentwicklung und Elementsynthese sowie Theorien zum Ursprung des Sonnensystems. Den kleinen Körpern unseres Sonnensystems, den Asteroiden, Kometen und Meteoriten ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Zum Schluss werden Fragen zum Leben auf der Erde, auf anderen Planeten und zu möglichem Leben im Universum diskutiert. Jedem Kapitel ist ein Verzeichnis mit weiterführender Literatur beigefügt.

Der Autor – er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut – wollte ausdrücklich kein Lehrbuch schreiben und hat sich deshalb an einen allgemein verständlichen Text gehalten. Es ist ihm gelungen, ein umfassendes und aktuelles Werk über eine noch sehr junge Wissenschaft herauszugeben, das interessierten Laien, Amateurastronomen und Studenten als Grundlage für das Studium bestens empfohlen werden kann. Der Text wird durch zahlreiche Tabellen und ein Glossar mit den wichtigsten Grundbegriffen ergänzt.

ARNOLD VON ROTZ

JOHN C. BRANDT / ROBERT D. CHAPMAN, *Rendez-vous im Weltraum*; die Erforschung der Kometen; aus dem Englischen übersetzt von Margit Röser. Birkhäuser Verlag Basel – Berlin – Boston 1994. 320 Seiten mit 14 Farb- und 129 Schwarzweiss-Abbildungen, gebunden, sFr. 58.–/DM 68.–/ÖS 530.40. ISBN 3-7643-2920-3

In den letzten Jahren hat auf dem Gebiet der Kometenforschung eine wahre Revolution stattgefunden. Die Kenntniserweiterung ist durch eine Armada von Raumsonden, in der Hauptsache durch die europäische Raumsonde Giotto, die 1986 zum Halleyschen Kometen flog, ausgelöst worden. Vieles um diese kosmischen Vagabunden, was die Menschheit seit Urzeiten fasziniert, vor allem aber in Angst und Schrecken versetzt hat, ist geklärt worden, aber auch neue Fragen sind aufgetaucht.

«Rendezvous im Weltraum» ist das erste Buch auf dem deutschsprachigen Markt, das den neuesten Stand der Kometenforschung für den interessierten Laien und Sternfreund verständlich darstellt. In neun Kapitel werden die Vorstellungen über die Haarsterne in der Vergangenheit, ihre Herkunft, ihre Bahnen und Bewegungen, ihre physikalische Beschaffenheit und ihre Beobachtung beschrieben. Ein spezielles Kapitel ist den beiden am besten untersuchten Kometen Giacobini-Zinner und Halley gewidmet. Das letzte Kapitel befasst sich mit der Zukunft der Kometenforschung.

Für engagierte Astroamateure und Studenten dürfte auch der Anhang von besonderem Interesse sein, wo nützliche Gleichungen zur allgemeinen Gravitation und für die Berechnung von Kometenbahnen geliefert werden. Wer Freude am Programmieren hat, kann seinen Computer mit den angegebenen Programmen, die in BASIC geschrieben sind, füttern und damit die einzelnen Schritte für die Berechnung einer Kometenbahn selbst durchführen.

Informationen über das was zu tun ist, wenn ein ausdauernder Beobachter tatsächlich einen neuen Kometen entdeckt hat, In-situ-Messungen und Beobachtungen der Kometen Giacobini-Zinner und Halley, ein Glossar und ein Index bilden den Schluss dieses ausgezeichneten Werkes, das für das Verständnis des astronomischen Grossereignisses des vergangenen Jahres, den Sturz des Kometen Shoemaker-Levy auf den Planeten Jupiter noch zusätzlich an Aktualität gewonnen hat.

ARNOLD VON ROTZ

IVARS PETERSON: *Was Newton nicht wusste*; Chaos im Sonnensystem; aus dem Englischen übersetzt von Anita Ehlers. Birkhäuser Verlag Basel – Berlin – Boston 1994. 350 Seiten mit 109 sw-Abbildungen, gebunden, sFr. 62.–/DM 68.–/ÖS 530.40. ISBN 3-7643-2978-5

Wir sind so vertraut mit den Gesetzen der Planetenbewegungen, dass wir uns kaum noch bewusst sind, wie das Gedankengebäude über die Bewegung der Planeten um die Sonne zustandegekommen ist. Historische Betrachtungen zeigen, wie die Forscher die Himmelsmechanik erarbeiteten. Newton schuf mit seinem Gravitationsgesetz die Grundlagen für die Berechnung der Bahnen von Himmelskörpern. Die Mathematik lieferte für die Vorhersage astronomischer Erscheinungen und ihre exakte Beschreibung die Grundlagen. Seit der Erfindung der Logarithmen konnten die Astronomen bei der Berechnung der Planetenbewegungen viel Zeit sparen. Heute erledigen Computer solche Aufgaben in wenigen Sekunden.

Bis vor kurzem hatten wir geglaubt, unser Planetensystem verhalte sich wie ein Uhrwerk. Doch anders als ein Uhrwerk sind die Bahnen der Himmelskörper komplexen und äusserst dynamischen Einflüssen unterworfen. Computerberechnungen machen immer deutlicher, unser Sonnensystem kann im Extremfall ins Chaos führen.

Ivars Peterson erzählt diese erstaunliche Geschichte vom Wechselspiel zwischen Astronomie, Physik und Mathematik und den Anstrengungen der Menschen, die Bewegungen der sieben bereits im Altertum bekannten Planeten zu verstehen, aus der sich schlussendlich die heutige Sicht der Astronomen über unser Universum entwickelte. Stets waren sie auf der Suche nach Ordnung und Harmonie. Heute scheint der Traum von der ewigen Ordnung ins Wanken gekommen zu sein; das himmlische Uhrwerk zeigt ein überraschendes Mass an Chaos.

Der Leser wird zurückversetzt in die geistige Umwelt jener Zeit, zu der die Forscher wie Nikolaus Kopernikus, Johannes Kepler, Isaac Newton und andere mit bemerkenswerter mathematischer Fertigkeit eine ganze Reihe von himmelsmechanischen Problemen lösen konnten. Damit wird es ihm ermöglicht, die Bedeutung der damaligen Überlegungen zu verstehen und den Wert ihrer umwälzenden Theorien zu begreifen.

Wer Interesse an der Geschichte der Himmelsmechanik hat – sie kann verständlicherweise in einem einzelnen Band nicht umfassend sein – der wird dieses fesselnde Werk kaum weglegen, bevor es zu Ende gelesen ist.

ARNOLD VON ROTZ

CHRISTINE SUTTON, *Raumschiff Neutrino.Die Geschichte eines Elementarteilchens*. Aus dem Englischen von Hans-Peter HERBST. Birkhäuser Verlag Basel-Boston-Berlin 1994. 312 Seiten. DEM 78.–, ATS 608.40, CHF 68.–. ISBN 3-7643-2937-8.

Anfangs der Dreissigerjahre schlug Wolfgang PAULI (1900-1958), damals Professor für theoretische Physik an der ETH Zürich, vor, zur Lösung von auftretenden Paradoxien in der Kernphysik ein neues subatomares Teilchen einzuführe. Das vorerst hypothetische *Neutrino* wurde erst 1956 von Clyde COWAN und Fred REINES in den USA nachgewiesen. Es folgten die Entdeckung solarer Neutrinos in den Siebzigerjahren und jene von der Supernova 1987A in der Grossen Magellanschen Wolke kommenden Teilchen. Gleichzeitig entstanden grosse Neutrinodetektoren in den Alpen, in Japan, Russland und den USA, im Meer vor Hawaii (DUMAND, an dem auch die Universität Bern beteiligt ist). Viele Fragen sind noch offen: die Zahl der Neutrino-Arten, die Masse des Neutrinos, ihr Beitrag zur Masse des Universums...; cf. ORION 261 [April 1994], S. 91).

Das Buch von SUTTON, (englische Originalausgabe: «Spaceship Neutrino», Cambridge University Press 1992) gibt eine ausführliche und spannende Schilderung der Wege und Irrwege der Kernforschung in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts. Die Schwierigkeiten und Versuche zum Nachweis dieser Teilchen mit äusserst geringer Wechselwirkung mit der Materie sind auf verständliche Art dargestellt. Kleinere Unebenheiten der Übersetzung tun dem Gesamtbild kaum Abbruch. Als Nachschlagewerk und zur Information über Elementarteilchenphysik ist «Raumschiff Neutrino» zu empfehlen.

F. EGGER

JOHN KRIGE AND ARTURO RUSSO: *Europe in Space 1960-1973*. ESA SP-1172, Noordwjik 1994. ISBN 92-9092-125-0, Gebunden, Englisch, 143 Seiten, 120 Abbildungen, Dfl 70.–

Europe in Space

Die Anfänge der europäischen Raumfahrt liegen noch nicht ganz vier Jahrzehnte zurück, da sind auch schon die ersten Historiker dabei, dieses noch junge Kapitel der Zeitgeschichte aufzuarbeiten. 1992 hat die *European Space Agency* ESA sogar eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, um die Entwicklung von 1959 bis 1987 nachzuzeichnen. Seitdem sind in Florenz am *European University Institute* drei Wissenschaftler damit beschäftigt, die Archivbestände auszuwerten. In ihrer Öffentlichkeitsarbeit werden sie dabei von einer eigens dafür geschaffenen Schriftenreihe, den *History Study Reports* HSR unterstützt. Bislang sind ein Tagungsband und sechzehn dünnere Broschüren mit einzelnen Fachaufsätzen zu speziellen Fragen erschienen. Darin gehen die Autoren vornehmlich auf die Entwicklung der *European Space Research Organisation* ESRO und der *European Space Vehicle Launcher Development Organisation* ELDO ein. Die beiden Vorläufer der 1975 gegründeten ESA nahmen bereits 1961 ihre Arbeit auf, rieben sich jedoch schon rasch in zahlreiche Krisen auf. Wem die wissenschaftshistorischen Abhandlungen zu sehr ins Detail gehen, der kann sich auch ohne Fußnoten über die Anfänge der europäischen Raumfahrt zwischen 1960 und 1973 informieren. Die Einzelveröffentlichungen liegen nämlich jetzt in einer illustrierten Zusammenfassung vor. Leider haben sich beiden Autoren John KRIGE und Arturo RUSSO aber ganz offensichtlich darauf beschränkt, das vorhandene Textmaterial ohne großen Aufwand aneinanderzufügen. Das Resultat ist Stückwerk. Es bleibt dem Leser überlassen, sich die großen Zusammenhänge selbst zu erarbeiten. Schade, daß die Gelegenheit versäumt wurde, Europas Einzug in die Raumfahrt für ein breiteres Publikum unterhaltsamer aufzubereiten. Dabei hätten die von politischen Querelen und technischen Improvisationen bestimmten Gründungsjahre wahrlich ausreichend Stoff für ein echtes Weltraumabenteuer hergegeben.

Bezugsadresse

ESA Publications Division: ESTEC, Postbus 299, NL-2200 AG Noordwjk

Bibliographische Angaben der bislang erschienenen *History Study Reports*

JOHN KRIGE: *The Prehistory of ESRO 1959/60.* From the First Initiatives to the Formation of the COPERS. ESA HSR-l, July 1992

ARTURO RUSSO: *ESRO's First Scientific Satellite Programm 1961-1966*. ESA HSR-2, October 1992

ARTURO RUSSO: *Choosing ESRO's First Scientific Satellites*. ESA HSR-3, November 1992

JOHN KRIGE: *The Early Activities of the COPERS and the Drafting of the ESRO Convention 1961 /62*. ESA HSR-4, January 1993

MICHELANGELO DE MARIA: *Europe in Space*. Edoardo Amaldi and the Inception of ELDO. ESA HSR-5, March 1993

ARTURO RUSSO: *The definition of a Scientific Policy*. ESRO's satellite programme in 1969-1973. ESA HSR-6, March 1993

JOHN KRIGE: *The Launch of ELDO*. ESA HSR-7, March 1993

JOHN KRIGE: *Europe into Space*. The Auger Years 1959-1967. ESA HSR-8, May 1993

ARTURO RUSSO: T*he Early Development of the Telecommunications Satellite Programme in ESRO 1965-1971*. ESA HSR-9, May 1993

MICHELANGELO DE MARIA: *The History of ELDO Part I: 1961-1964*. ESA HSR10, September 1993

JOHN KRIGE AND ARTURO RUSSO: *Reflections on Europe in Space*. ESA HSR- 11, January 1994

PETER FISCHER: *The Origins of the Federal Republic of Germay's Space Policy 1959-1965* - European and National Dimensions. ESA HSR-12, January 1994

ARTURO RUSSO: *ESRO's Telecommunications Programme and the OTS Project 1970- 1974*. ESA HSR- 13, February 1994

LORENZA SEBESTA: *United States-European Cooperation in Space during the Sixties*. ESA HSR-14, July 1994

LORENZA SEBESTA: *United States-European Cooperation in the Post-Apollo-Programme*. ESA HSR-16, February 1995

ARTURO RUSSO: *The Scientific Programme between ESRO and ESA 1973-1977*. ESA HSR-16, February 1995

Bezugsadresse

ESA Publications Division: ESTEC, Postbus 299, NL-2200 AG Noordwjik F. KRULL

GUILLAUME CANNAT, *Le guide du ciel 1995-1996*. Nathan Paris, 1995. 240 pages. 126 FFR. ISBN 2-09-2605890-1.

Cet annuaire donne «le programme complet des spectacles célestes d'avril 1995 à juin 1996» et renseigne sur «les Instruments pour les observer et les photographier». L'auteur est un collaborateur régulier de la revue française CIEL et ESPACE. Le Guide du Ciel donne pour chaque jour de la période d'avril 1995 à juin 1996, les phénomènes à voir. La rubrique de chacun de ces 15 mois contient en plus les éphémérides de la Lune, du Soleil et des planètes ainsi que des idées d'observation. Le volume se termine par un chapitre sur les instruments, comment les choisir, et par des renseignements pratiques (clubs, comment s'initier, bibliographie). F. EGGER

AGNES ACKER, P*raxis der Astronomie. Ein Leitfaden für Astrofotografen*. Birkhäuser Verlag (ISBN 3-7643-2473-2)/ Springer Verlag (ISBN 3-540-51950-5) 1991. 221 Seiten, 53 Farb- und 130 sw-Abb. CHF 68.–, DEM 78.–, ATS 608.40. Aus dem Französischen von Peter HILTNER (Originalausgabe «Formes et couleurs dans l'Univers. Nébuleuses, amas d'étoiles, galaxies», bei Masson, Paris 1987).

Das schön ausgestattete Buch gibt eine Einführung in die Techniken der astronomischen Fotografie (Instrumente, fotografische Techniken, Nachbearbeitung und Kopieren, Farbfotografie), in die Farben (Spektroskopie) und in die Physik der Gaswolken zwischen den Sternen. Der Hauptteil (ca. 80%) ist Fotografien von rund 100 ausgewählten Himmelskörpern gewidmet. Jeder Aufnahme ist ein «Steckbrief» beigegeben mit Name, Ort (Koordinaten), Art des Objektes, Aufnahmedaten, ferner eine eingehende Beschreibung. Die Aufnahmen stammen von den grossen Observatorien (Haute Provence, ESO-La Silla, Hawaii), und von Amateuren um die Arbeitsgemeinschaft Astrofotografie von Neustadt an der Weinstrasse (Eckhard ALT, Ernst BRODKORB, Kurt RIHM, Jürgen RUSCHE), sowie von Roger MOSSER (Valff im Elsass), Jean-Marie ROQUES (Aniane, Südfrankreich). Die Diskussion beschränkt sich auf die «klassische» Fotografie (ohne CCD) und auf Objekte ausserhalb unseres Sonnensystems. Das Werk gibt also einerseits eine Einführung in Erscheinung und Physik von Nebeln und Galaxien und anderseits Anregung und Ermutigung zum selbst Probieren. F. EGGER

M E A D E

Pictor 216

Pictor 416

Grosse $-Kurs-Rabatte

auf unten stehende Preise. Telefonieren Sie !

Durch Computersteuerung beider Achsen muss das LX200-Teleskop nicht mehr parallaktisch montiert und auf den Polarstern justiert werden. Das macht sie zu den stabilsten Schmidt-Cassegrain Teleskopen auf dem Markt ! Sogar ein Föhnsturm lässt das Bild ruhig stehen, und der Computer findet immer das gewünschte Objekt ! Die grosse Oeffnung für Deep-Space-Beobachtungen, die lange Brennweite für Planeten und die geschlossene, wartungsfreie, kurze Bauweise machen sie zum idealen transportablen Allzweck-Teleskop. Die neue Qualitätsoptik hält jedem Vergleich mit viel teureren Instrumenten stand.

8" Mod. 'STANDARD'	mit Stativ, Aufsatz, Nachführmotor	**Fr. 2957.-**
8" LX100	mit Stativ, Polwiege, Elektronik, PPEC,	**Fr. 4863.-**
8" LX200	mit Stativ, Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto	**Fr. 5548.-**
10" LX200	mit Stativ, Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto	**Fr. 7394.-**
12" LX200	mit Stativ, Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto	**Fr. 9864.-**

Alle Preise sind unverbindlich März 95 - Preis-Änderungen jederzeit vorbehalten. Die Abbildung zeigt ein 12" LX200

Die MEADE CCD-Revolution !

Meade CCD's können mehr als alle andern : Das Objekt wird selbständig zentriert - es wird automatisch maximal scharf eingestellt - die Belichtung wird automatisch richtig - auch jede Farbe bei 3-Farben Fotografien - kombiniert automatisch mehrere Belichtungen zu einem Bild (track and accumulate) - automatisches fotografieren und aneinandersetzen von angrenzenden Bildfeldern (auto mosaik) - elektronischer Verschluss verhindert verschmierte Sterne und ermöglicht Mond- und Planetenfotografie - kleinste Pixel-Grösse, höchste Auflösung (9x9 Mikron, 1 Bogensekunde bei 8" F/10) - automatische Dunkelstrom-Aufnahme und Kompensation - 5x bis 20x kleinerer Dunkelstrom - SCSI Interface ermöglicht Bildtransfer in einer Sekunde ! 5 Modelle :
(2 Modelle nicht alle Möglichkeiten) **Fr.799.- / Fr.1599.-**
Wie Beschrieb : **Fr. 2399.- / Fr. 4899.- / Fr. 13399.-**
Preise immer nach aktuellem $-Kurs ! (Max. 1.35)

Gratis-Katalog :
01 / 841'05'40

Autorisierte MEADE - JMI - LUMICON -
Vertretung in der Schweiz :

E. AEPPLI, Loowiesenstrasse 60, 8106 ADLIKON

CELESTRON

CG-11
Nichts kann Öffnung ersetzen

Öffnung Ø 280mm (11"), Brennweite f - 2800mm

. . . solche Astrofotos allerdings gelingen Ihnen nur mit einem Instrument, welches auch bei grossen Öffnungen Zentimeter für Zentimeter exzellente optische Qualität bietet. Für diesen «kleinen Unterschied» ist

M 51

NGC 2392

M 27

Celestron - Fotos: Tony Hallas / Daphne Mount

Celestron ja hinreichend bekannt! Doch auch die beste Optik ist stets nur so gut, wie ihre Montierung es zulässt. Und jeder, der etwas von Astrofotografie versteht, kennt die Anforderungen, welche in der Praxis an eine Montierung gestellt werden:

- Stabilität durch geringstmögliches Lagerspiel, extreme Steifigkeit und kürzeste Ausschwingzeiten
- Sichere Nachführung durch elektronisch optimierte Steuerung, präzise Mechanik und übersichtliche Bedienelemente
- Feldtauglichkeit durch kurze Aufbauzeit, schnellste Poljustierung und vom Stromnetz unabhängigen Betrieb

Die gelungene Kombination dieser Merkmale mit einer Optik der absoluten Spitzenklasse heisst CG-11 und kostet Fr. 11'900.—.

Preis freibleibend

Celestron CG-11 Teleskop

Grundausstattung incl. C-11 Optik (280/2800), Tubus, 1 1/4" Zenitprisma, 1 1/4" Ultima-Okular 30mm, Sucher 8×50, Montierung G-11 mit Schwalbenschwanz, Polsucher f. N/S—Himmel, Motorsteuerung in beiden Achsen, 2 Gegengewichte je 5kg, Säulenstativ, Koffer für Optik und Montierung.

Bitte Datenblatt anfordern!

Generalvertretung für die Schweiz:

proastro

P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstr. 124
8034 Zürich

Telefon 01 383 01 08
Telefax 01 383 00 94