Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 54 (1996)
Heft: 273

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: 20.08.2025

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

273

April · Avril · Aprile 1996

ORION

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

SBIG
ASTRONOMICAL
INSTRUMENTS

Die dualen CCD-Kameras ST-7 und ST-8

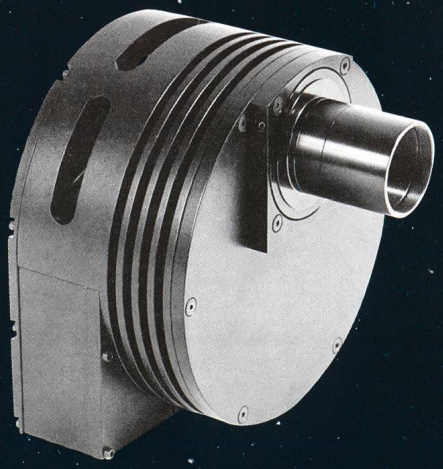
Nie mehr ...

Leitfernrohre • Off Axis Nachführsysteme • Parallaxenfehler

Zwei CCDs in einem Kameragehäuse (ST-4 zum Nachführen - KAF 400 bzw. 1600 für die Bildgewinnung), über einen PC, mit einem einzigen Steuerprogramm - einfach und schnell zu bedienen ?

Ein erfüllbarer Wunschtraum - fragen Sie uns !

Baader Planetarium · Zur Sternwarte · D-82291 Mammendorf



Drei Galaxien im Löwen begrenzen hier das Bildfeld der ST-8. Fordern Sie die neuesten Unterlagen an. Ein SBIG-Handbuch (112 Seiten) erhalten Sie komplett mit Software zu DM 20,-

54. Jahrgang
54e Année
Nr. 273 April 1996
No. 273 Avril 1996

Seiten 53-104
Pages 53-104

ORION

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

Inhaltsverzeichnis / Sommaire

M. Griesser: Jubiläum in der Sternwarte Eschenberg 71
J. Dieguez: Cieli rubati 80/10
H. Jost-Hediger: Que peut bien faire la SAS pour moi? 83
T. J-L Courvoisier: Cosmologie et genèse 90
A. Verdun: Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846) und die Begründung der Fundamentalastronomie 97

Instrumententechnik • Techniques instrumentales
H.G. Ziegler: Der Hypozykloid-Trieb 57
H.-R.H. Wernli: CCD-Bilder, FITS und SkyPro 60
E. Lips: Die Geschichte meines « Double-Twenty » 62

Neues aus der Forschung • Nouvelles scientifiques
N. Cramer: Die Planeten des Pulsars PSR B1257+12 72
M.R. Aellig, S. Hefti: Ununterbrochene Sonnenwindbeobachtung mit SOHO CELIAS 86

Sonnensystem • Système solaire
H. Jost-Hediger: Jupitersonde Galileo am Ziel 64
H. Jost-Hediger:C/1995 01 Hale-Bopp: Ein Komet im Anflug 65
U. Hugentobler: Neuer Komet /Nouvelle Comète C/1996 B2 Hyakutake 67
S. Meister: Hyakutake – ein neuer Komet sorgt ab März für Aufregung 68
T.K. Friedli: Sonnenaktivität im dritten Trimester 1995 70

Astrofotografie • Astrophotographie
F.G. Zuber: NGC 2392 « Eskimo » 81/11
A. Baerfuss: Lune avec caméra CCD 85
H. Lehmann: Imagerie CCD 88
A. Behrend: Partie centrale de la constellation d'Orion 94

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato
52. Generalversammlung / 52e Assemblée générale: Programme 75/5
52. Generalversammlung / 52e Assemblée générale: Traktanden / Ordre du jour 76/6
H.G. Ziegler: Walter Bohnenblust 76/6
U. Stampfli, K. Niklaus: SAG & ORION Rechnungen 1995, SAG Budget 1996/1997 ..... 77/7
Veranstaltungskalender / Calendrier des activités 79/9
J. Dieguez: Cieli rubati 80/10
F.G. Zuber: NGC 2392 « Eskimo » 81/11
H. Bodmer: Planetendiagramme / Diagrammes planétaires 82/12
H. Bodmer: Sonne, Mond und innere Planeten / Soleil, Lune et planètes intérieures 82/12

An- und Verkauf / Achat et vente 88

Titelbild/Couverture

Im Uhrzeigersinn
Dans le sens des aiguilles d'une montre:

M51 (60 min.) – NGC 2392 «Eskimo» (15 min.)
NGC 2683 (60 min).

C14, f:11, Fuji 800 (normal).
Càuco (1100m) Val Calanca (GR), 19.1.1996

JULIO DIEGUEZ
Via alla Motta 45, CH-6519 Arbedo

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 274: 12.04.1996** ***Dernier délai pour l'envoi des articles ORION 274: 12.04.1996***
ORION 275: 07.06.1996 ***ORION 275: 07.06.1996***

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. 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

Korrektor/*Correcteur:*
Andreas Verdun, Astronomisches Institut, Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern

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

Redaktion ORION-Zirkular/*Rédaction de la circulaire ORION*
Michael Kohl, Hiltisbergstrasse 11, 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. 60.– 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.10.– 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. 60.–.
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. 10.– plus port et emballage.*

ISSN 0030-557 X

Der Hypozykloid-Trieb

Eine interessante Triebmechanik für die sehr genaue Nachführung von Teleskopen

H.G. ZIEGLER

Für den Amateur, der seine Montierung selber herstellt, ist der Bau einer präzisen Nachführung ein grosses Problem. Bei der klassischen Ausführung ist die erste Stufe der Nachführung in der Regel ein Schneckentrieb. Grosse Schneckenräder, mit entsprechender Präzision und kleinen Teilungsfehlern, sind jedoch sehr teuer und schwer erhältlich. Aus Kostengründen werden meistens viel zu kleine Schneckenräder verwendet, die eine kleine Untersetzung ergeben. Mit einem feinverzahnten Schneckenrad lässt sich eine grössere Untersetzung erreichen. Bei nicht vorhandener oder hart eingestellter Rutschkupplung wird der Trieb jedoch anfällig auf Beschädigungen. Zudem ist es gar nicht so einfach, einen spielfreien Schneckentrieb mit hoher Torsionssteifigkeit zu realisieren. Viele Montierungen weisen daher in der Drehrichtung der Polachse zwei Schwachstellen auf: zu geringe Steifigkeit und zu grosses Spiel.

Zahlreiche Amateure haben sich als Ersatz für den teuren Schneckentrieb andere Triebmechaniken ausgedacht. Erwähnt seien hier Tangentialspindeltriebe, Band- und Friktionstriebe, Zahnriementriebe und andere exotische Mechanismen. Diese haben alle schwerwiegende Nachteile.

Ein idealer Rektaszensionstrieb sollte folgende Eigenschaften haben:

1. Die erste Triebstufe sollte ein möglichst grosses Untersetzungsverhältnis haben (ü > 180:1).
2. Die erste Triebstufe sollte keine Teilungs- und Rundlauffehler haben.
3. Die Triebmechanik sollte eine hohe Torsionssteifigkeit haben und muss spielfrei sein.
4. Die Triebmechanik sollte in Bezug auf Überlastungen unempfindlich sein und eine einstellbare Rutschkupplung haben.
5. Die Triebanordnung sollte preisgünstig sein. Der Amateur sollte sie allenfalls mit nicht zu grossem Aufwand (Verzahnungs-Maschinen!) selber herstellen können.

Gibt es eine Triebmechanik, die diesen Anforderungen gerecht wird? Ja, es gibt sie. Es ist der *Differential-Hypozykloidtrieb.* Dieser ist schon sehr alt. Das geometrisch-kinematische Prinzip haben schon die Griechen gekannt.

Allgemeines über Zykloiden

Zykloiden, auch *Trochoiden* genannt, sind eine grosse Gruppe geometrischer Kurven, die entstehen, wenn ein Kreis (wir wollen hier anschaulicher von einem «Rad» sprechen) auf einer Geraden oder auf einer Kurve abrollt. Man spricht daher auch von *Rollkurven (Trochoiden).* Elementare und technisch wichtige Rollkurven ergeben sich, wenn ein Rad auf einer Geraden oder auf der Innen- oder Aussenseite eines Kreises abrollt. Auf einer Geraden ergeben sich die «gewöhnlichen» *Zykloiden,* beim Abrollen in einem Kreis die *Hypozykloiden* und auf einem Kreis die *Epizykloiden.*

Es dürfte bekannt sein, dass im *Ptolemäischen System* die Planetenbewegungen, aus *geozentrischer* Perspektive gesehen, durch eine *epizyklische Kinematik* zu erklären versucht wurden. Die elementaren Trochoiden waren daher schon den Griechen bekannt.

Ist der Radius des Rollbahnkreises «R», der Radius des abrollenden Rades «r» und der Rollwinkel des Rades «a», dann lauten die Parameter-Gleichungen der Hypozykloide in einem rechtwinkligen Koordinatensystem (x, y):

Gl. 1
$$x = (R-r)\cdot\cos\frac{r}{R}\cdot\alpha + r\cdot\cos\frac{R-r}{R}\cdot\alpha$$
$$y = (R-r)\cdot\sin\frac{r}{R}\cdot\alpha - r\cdot\sin\frac{R-r}{R}\cdot\alpha$$

Für das Verstehen des Hypozykloid-Triebes benötigen wir diese Gleichungen nicht.

Wie funktioniert der Differentia1-Hypozykloidtrieb?

Wer mit komplizierten, kinematischen Systemen nicht sehr vertraut ist, der wird den *Differential-Hypozykloid*-Trieb nicht auf Anhieb durchschauen. Ich werde ihn daher am Beispiel «Auto» anschaulich zu machen versuchen:

Jedes Auto muss ein Differentialgetriebe auf der angetriebenen Achse haben. Ohne «Differential» könnte man keine Kurven befahren, da der innere Bahnbogen immer kleiner als der äussere ist. Streng genommen könnte man in einem Auto mit starr verbundenen Achsen nicht einmal exakt geradeaus fahren. Durch den links sitzenden Fahrer werden die linken Räder stärker zusammengedrückt. Sie haben daher einen etwas kleineren Rollradius als die rechten. Das Auto würde langsam nach links abdriften. Wir machen folgendes Gedankenexperiment:

- man stelle sich ein Auto ohne Differential mit starr verbundenen Rädern vor
- die rechtsseitigen Räder mögen einen Radius «r», die linksseitigen einen um «Δr» kleineren haben
- das Auto möge durch enge Leitplanken so geführt werden, dass es sich nur entlang einer Geraden bewegen kann.

Was passiert nach «N» Umdrehungen der Räder? Auf der rechten Seite werden die Räder eine Strecke $L_r = N\cdot 2\cdot\pi\cdot r$ zurückgelegt haben, auf der linken $L_l = N\cdot 2\cdot\pi\cdot(r - \Delta r)$. Die linke Wegstrecke ist etwas kürzer. Das ist bei starr verbundenen Rädern nur möglich, wenn die rechten Räder gegenüber der Strasse «schlüpfen», d.h. durchrutschen. Schliessen wir diesen «pneuverschleissenden» Fall aus, dann wäre in unserem Gedankenexperiment folgender Lösungsweg denkbar: Die linken Räder mögen nach wie vor schlupffrei auf der Strasse abrollen. Unter den rechten Rädern stellen wir uns jedoch ein Band vor, auf dem die Räder auch schlupffrei abrollen, das jedoch gegenüber der Strasse verschiebbar ist. Es wird sich nach «N» Umdrehungen gegenüber der Strasse um den Betrag «ΔL»

Gl. 2
$$\Delta L = L_r - L_l = N\cdot 2\cdot\pi\cdot\Delta r$$

verschoben haben. Wir brauchen uns nur noch die Wegstrekke «L_l» auf der Strasse und die des Bandes «L_r» zu einem Rollbahnkreis eingerollt vorstellen und fertig ist der Differenti-

al-Hypozykloidtrieb! *Differential* hat hier nichts mit einem konventionellen Differentialgetriebe zu tun, sondern meint, dass es um die Differenz zweier hypozykloiden Abrollbewegungen geht.

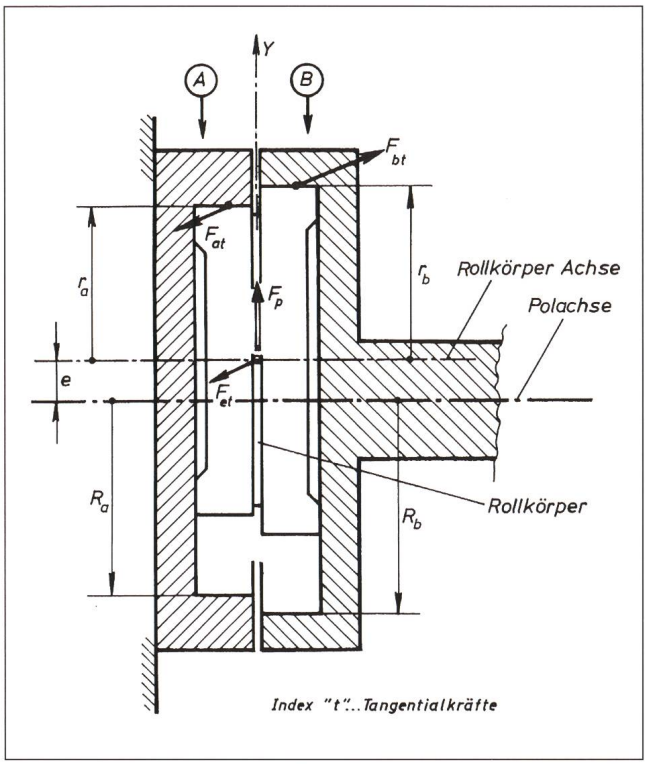


Bild 1: Prinzipanordnung des Differential-Hypozykloidtriebes. Der Rollkörper, mit den beiden Radien «r_a» und «r_b», rollt innen auf den beiden Rollbahnkreisen mit den Radien «R_a» und «R_b» ab. Die Verdrehung der Topfscheibe «B» gegenüber der feststehenden Topfscheibe «A» entspricht den Wegdifferenzen.

Wie sieht der Differential-Hypozykloidtrieb technisch aus?

Die Abb. 1 zeigt schematisiert die sehr einfache Triebanordnung. Mit «A» ist eine Topfscheibe bezeichnet, die einen Innenradius «R_a» hat und stillsteht. Sie ist mit der Montierungsstruktur verbunden. Eine zweite Topfscheibe «B», mit dem Innenradius «R_b», ist mit der Stundenachse verbunden. Starr miteinander verbunden sind ferner die beiden Rollräder mit den zugehörigen Aussenradien «r_a» und «r_b». Wir müssen uns nur noch überlegen, wie wir dieses Rollradpaar in geeigneter Weise antreiben. In der Abb.2 ist gezeigt, dass dies sehr einfach über einen zentral gelagerten «Exzenter» möglich ist. Seine Achse wird auf der feststehenden Topfscheibe «A» herausgeführt und mit «n_e» Umdrehungen angetrieben. Man beachte, dass hier nicht (wie beim Auto) die Räder angetrieben werden, sondern durch den Exzenter ihr Radzentrum am *Leitkreis* mit dem Radius «e» herumgeführt wird. In unserem Gedankenmodell würde dies bedeuten, dass die translatorische Bewegung des Autos durch schieben erfolgt. Man sieht, dass alle Hauptkomponenten sehr einfache Drehteile sind. Wir wollen noch mit elementarer Algebra die Abtriebsdrehzahl «n_b» der Topfscheibe «B» bestimmen. Mit obigen Bezeichnungen erhält man:

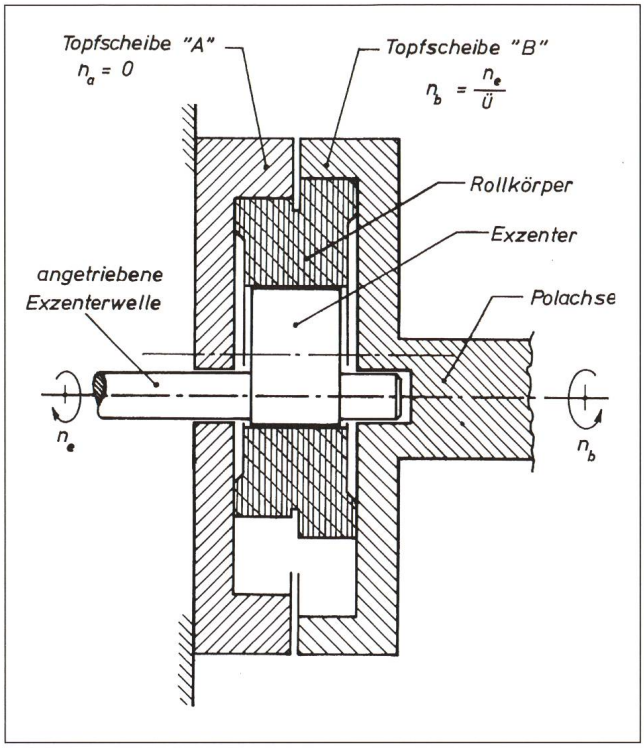


Bild 2: Bei der technischen Ausführung des Triebes muss der Rollkörper angetrieben werden. Dies geschieht mit dem Exzenter, der den Rollkörper im Kreis herumführt. Der Exzenter muss ausserdem so ausgebildet sein, dass er den Rollkörper mit genügender Kraft an die Topfscheiben presst.

Gl. 3 $$n_b = n_e \cdot \frac{\Delta_{Rr} \cdot \Delta_r}{r_a \cdot R_b}$$

Mit «Δ_{Rr}» ist die Differenz zwischen «R» und «r» bezeichnet, die selbstverständlich für beide Hypozykloiden gleich ist.

Gl. 4 $$\Delta_{Rr} = (R_a - r_a) = (R_b - r_b)$$

Gl. 5 $$\Delta_r = r_b - r_a$$

Zur Triebmechanik

a. Aus Gl.3 ergibt sich, dass die Untersetzung des Triebes umso grösser ist, je kleiner die Werte für «Δ_{Rr}» und «Δ_r» und je grösser die Durchmesser «r_a» und «R_b» sind. Durch entsprechende Wahl dieser Parameter lassen sich sehr grosse Untersetzungsverhältnisse realisieren. Untersetzungsverhältnisse, die mit einem Schneckentrieb nicht machbar sind.

b. Im Vergleich zum Schneckentrieb hat der Hypozykloidtrieb eine sehr grosse Torsionssteifigkeit. In der Abb.3 ist das Federdiagramm eines Hypozykloidtriebes dem eines Schneckentriebes gegenübergestellt. Die hohe Steifigkeit ergibt sich, weil die Topfscheibe «A» über den Rollkörper auf sehr kurzem Weg kraftschlüssig mit der Topfscheibe «B» verbunden ist. Sowohl die Topfscheiben als auch der

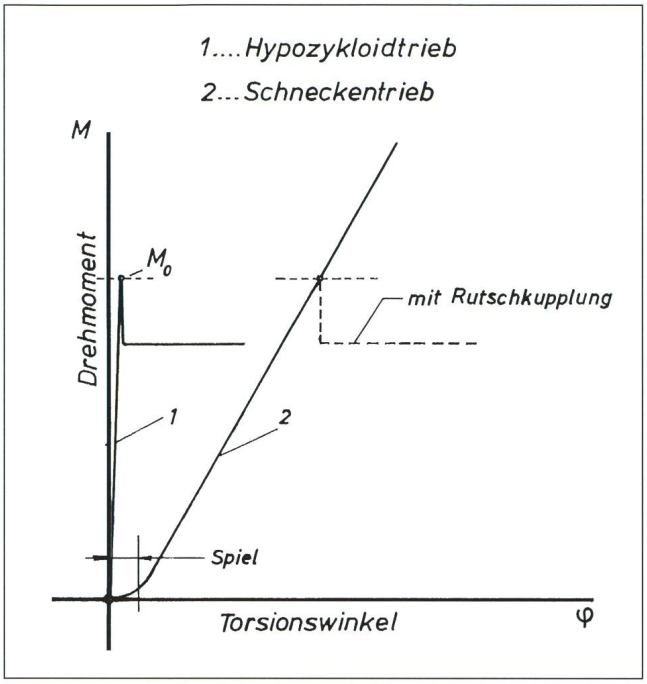


Bild 3: Im Federdiagramm ist die Torsionssteifigkeit des Differential-Hypozykloidtriebes mit jener eines konventionellen Schneckentriebes verglichen. Die Topfscheiben und der Rollkörper sind sehr torsionssteife Körper. Zudem sind die Kraftflusswege sehr kurz. Das ergibt eine hohe Torsionssteifigkeit des Triebes. Dargestellt ist auch das Durchrutschmoment «M_0», bei dem der Trieb als Rutschkupplung wirkt.

Rollkörper haben eine sehr hohe Torsionssteifigkeit. Beim Schneckentrieb müssen das Drehmoment und die ihm zugeordneten Kräfte über erheblich mehr Teile und einen viel längeren Weg auf die feststehende Struktur übertragen werden.

Eine Forderung beim Hypozykloid-Trieb ist, dass der Rollkörper seitlich genau geführt wird (Leitplanken im Gedankenexperiment!). In der Abb. 1 ist gezeigt, dass am Rollkörper ein tangentiales Kräftepaar «F_{ta}» - «F_{tb}» angreift, das die Radebene um die Y-Achse zu kippen versucht. Eine solche Kippung würde die Torsionssteifigkeit herabsetzen.

c. Aus dem Federdiagramm Abb. 3 ist ferner ersichtlich, dass der Hypozykloidtrieb bei einem gewissen Drehmoment plötzlich durchrutscht. Als *Rollreibtrieb* ist bei ihm die erwünschte Rutschkupplung bereits systemintegriert. Man kann so das Instrument rasch in jede beliebige Position drehen und schützt den Trieb vor Überlastung. Dies ist ein weiterer Vorteil dieses nicht nur spielfreien und genauen, sondern auch robusten Triebes (keine beschädigten Zähne!).

Durchrutschen tritt auf, wenn das Drehmoment «M» an der Polachse das *Haftreibmoment* «M_0» überschreitet:

Gl. 6 $$M_0 = \mu_0 \cdot 0{,}5 \cdot F_p \cdot R_b$$

«μ_0» ist die *Haftreibzahl* zwischen Topfscheibe und Rollkörper. Die *Gleitreibzahl* «μ», bei gleitenden Körpern, ist immer etwas kleiner als die Haftreibzahl «μ_0». Die Haftreibzahl liegt, je nach der Werkstoffpaarung, zwischen 0,20 und 0,40. Um das zu übertragende Drehmoment aufzubringen, muss der Rollkörper durch den Exzenter mit einer genügend grossen Kraft «F_p» gegen die beiden Topfscheiben gepresst werden. Dafür ist eine *Anpressmechanik* erforderlich, mit der das Drehmoment entsprechend eingestellt werden kann. Diese Mechanik wurde in der Abbildung nicht dargestellt.

In diesem Beitrag wurde nicht auf konstruktive Details, wie die Lagerung der Komponenten, die Anpressmechanik, die geeignete Werkstoffwahl und auf Bearbeitungshinweise eingegangen. Über diese Aspekte wird A. CORNAZ in einem weiteren Artikel berichten.

Schlussbemerkungen und Quellen

Der Schreibende ist 1985 durch eine Publikation von A. VAN HAASTEREN in *Telescope Making* TM # 26 auf den Differential-Hypozykloidtrieb aufmerksam geworden. Es ist das Verdienst dieses holländischen Ingenieurs und Astroamateurs, dass er dieses alte und interessante Triebprinzip aus der Versenkung geholt und für ein 390 mm Spiegelteleskop eingesetzt hat. Das Spiegelteleskop befindet sich auf der «*Stichting Sterrenwacht Saturnus*» in Heerhugowaard, Holland.

Vom Schreibenden wurde der Differential-Hypozykloidtrieb im Herbst 1994 der *Yolo-Arbeitsgruppe* vorgestellt. Dieses geniale Triebprinzip stiess sofort auf ein so grosses Interesse, dass von meinen Kollegen A. CORNAZ und D. STEINER der Bau beschlossen und in die Wege geleitet wurde. Heute liegt bereits der Prototyp vor.

Literatur:

ALB. VAN HAASTEREN, C. SIMONS, «*The Hypozykloid Drive, A Perfect Drive for Perfect Astrophotography*», TM # 26, Summer 1985, Kalmbach Publ. Co.

H.G. ZIEGLER
Ringstrasse 1a, CH-5415 Nussbaumen

Materialzentrale SAG

SAG-Rabatt-Katalog «SATURN» mit Marken-Teleskopen, Zubehör und dem gesamten Selbstbau-Programm gegen Fr. 3.80 in Briefmarken:

Astro-Programm von BAADER-PLANETARIUM:
Refraktoren von Astro-Physics, CCD-Kameras ST4X ST5, ST6, ST7, ST8, exklusives Angebot an Videos u. Dia-Serien für Sternwarten, Schulen und Private usw.
(in unseren Preisen sind MWST, Zoll und Transportkosten aus dem Ausland inbegriffen!)

Selbstbau- und Zubehör-Marken-Programm URANUS:
Parabolspiegel (Ø 6" bis 14"), Helioskop, Fangspiegel- u. -zellen, Haupt spiegelzellen, Deklinations- u. Stundenkreise, SPECTROS-Okulare usw.

Unsere Renner: Selbstbau-Fernrohr «Saturn» netto Fr. 228.–
Spiegelschleifgarnituren für Ø von 10 bis 30 cm
(auch für Anfänger!)

Profitieren Sie vom SAG-Barzahlungs-Rabatt (7%).

Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM.
Postfach 715, CH-8212 Neuhausen a/Rhf, Tel 053/22 38 69

CCD-Bilder, FITS und SkyPro

H.-R.H. WERNLI

Wer mit einer CCD-Astrokamera Bilder aufnimmt, verspürt bald einmal den Wunsch, seine Bilder mit jenen eines anderen Amateurs auszutauschen. Sei es, weil der Kollege dieses Objekt noch nicht «geschafft» hat und daran Helligkeitsmessungen vornehmen möchte, oder der Kollege hat mehr Geschick und Geduld im Umgang mit Bildbearbeitungsprogrammen, oder man möchte seine Aufnahmen als Kopie bei einem Freund vor Feuer und anderen «Datenvernichtern» in Sicherheit wissen.

Die Bilder einer bestimmten Kamera werden in einem bestimmten Dateiformat abgelegt, jene einer anderen Kamera in einem anderen. Die Bilder sind damit nicht direkt austauschbar. Glücklicherweise erlauben verschiedene CCD-Aufnahmeprogramme das Exportieren der Bilddaten in ein anderes Dateiformat und meistens findet sich darunter eines, welches vom Programm des Kollegen ebenfalls unterstützt wird. In diesem gemeinsamen Format werden die Bilder dann ausgetauscht.

Für CCD-Aufnahmen, die als 8bit-Bilder vorliegen oder ausschliesslich zu einem ansprechenden «Foto» verarbeitet werden sollen, empfiehlt sich das weit verbreitete Grafikformat TIFF. Für 3farben-Kompositaufnahmen (24bit) eignet sich dieses Dateiformat ebenfalls vorzüglich. Beim Exportieren in das TIFF-Format sollte man alle Kompressions-Optionen ausschalten, weil sich hier oft Kompatibilitätsprobleme ergeben.

Aber welches Dateiformat wählt man für Bilder mit mehr als 8 Bit? Obwohl das TIFF-Format theoretisch auch 12-, 14- oder 16bit-Bilder unterstützt, gibt es keine Programme, welche eine solche Bilddatei darstellen können. Entweder tauscht man seine Aufnahmen im kameraspezifischen Format aus, oder man wählt das FITS-Format.

Das FITS-Dateiformat wurde als flexibles Bildtransport-System bereits vor über 15 Jahren vorgeschlagen und ausführlich beschrieben [1]. Es sollte den Datenaustausch unter den verschiedenen astronomischen Instituten der Welt ermöglichen. Zwischen den Computerplattformen, die z.T. speziell für ein Institut entwickelt wurden, lassen sich Daten nicht so leicht austauschen wie zwischen zwei PCs. Das Dateiformat hat sich nun etabliert und es spricht für die Weitsichtigkeit der CCD-Astrokamerahersteller, dass sie dieses Dateiformat auch für Amateurkameras unterstützen. Dem Amateur ist die Benutzung des FITS-Formates für den Austausch seiner Bilder sehr zu empfehlen. FITS kennt aber keine Datenkompression und die Dateien können so gross werden, dass sie nicht mehr auf eine Diskette kopiert werden können. In diesem Fall verwendet der Amateur einen Datenkompressor, wie beispielsweise PKZIP, ARJ usw. Damit schrumpfen die Dateien auf wenige Prozente ihrer ursprünglichen Grösse, ohne dass Bilddaten verloren gehen. Mit solchen Packern können sogar selbstentpackende Dateien hergestellt werden, so dass der Kollege den Entpacker selbst gar nicht benötigt. Es gibt keine Gründe, das FITS-Format nicht zu verwenden.

Oder doch? Nicht nur CCD-Aufnahmeprogramme, auch Bildbearbeitungsprogramme kennen und unterstützen seit einiger Zeit das FITS-Format. Diese Programme erzeugen FITS-Dateien von Bildern und können diese Dateien auch wieder lesen. Leider halten sich aber nicht alle streng genug an die Definition des FITS-Formates: wenn das verbreitete CCD-Bildbearbeitungsprogramm SkyPro mit der Versions-Nummer kleiner als 2.06 eine FITS-Datei schreibt, kann diese von keinem anderen Programm mehr gelesen werden. Dass dies natürlich nicht der Sinn der Sache ist, haben die Entwickler des SkyPro-Programmes unterdessen auch gemerkt und den Fehler in der Version 2.06 korrigiert. Trotzdem: soll man nur deswegen Geld für ein «Update» ausgeben, wenn einem die Leistungen des Programmes sonst genügen?

Der Autor wurde angeregt, ein Korrekturprogramm zu entwickeln, welches aus falschen SkyPro V.2.04 FITS-Dateien richtige macht. Das Programm belegt etwa 45KB auf der Festplatte/Diskette und läuft unter MS-/PC-DOS ab Version 3.2 und unter Windows 3.1 im DOS-Fenster. Es ist kostenlos und kann beim Autor angefordert werden. Bitte einen rückfrankierten, adressierten Antwortumschlag der Diskette beilegen. Nebenbei bemerkt ist SkyPro nicht das einzige Programm, welches falsche FITS-Dateien schreibt, nur sind die Fehler bei MiPS und ST6 nicht so schlimm, dass die Dateien nicht mehr von anderen Programmen gelesen werden können [2].

Unter den ORION-Lesern befinden sich sicher auch welche, die ein solches Programm selber schreiben möchten. Für diese Leser sind die folgenden Hinweise gedacht. Es ist wesentlich einfacher, ein Dateileseprogramm zu schreiben, wenn «jedes Ding an seinem Ort ist», als wenn das Programm die Teile zusammensuchen muss, bevor es diese interpretieren kann. FITS wurde von der Computersprache FORTRAN inspiriert, welche mit dem FORMAT-Befehl über ausgezeichnete Formatiermöglichkeiten zum Schreiben und Lesen von Daten verfügt. Im PC-Bereich wird hauptsächlich mit Pascal, C und BASIC programmiert, die alle nicht über einen eigentlichen Format-Befehl verfügen und Datenteile werden einfach mit «Delimittern», z.B. Leerschlag, Komma, oder Tabulatorzeichen getrennt.

FITS verlangt, dass der Dateikopf aus 36 Zeilen (oder einem Mehrfachen davon) zu je 80 ASCII/ANSI-Zeichen besteht. Die Zeilen sind nicht mit einer Wagenrücklauf-Zeilenvorschubsequenz abgeschlossen. In der ersten Spalte (in der Zeile linksbündig) beginnt das Schlüsselwort, welches 8 Zeichen lang sein muss; falls es kürzer ist, müssen Leerschläge angefügt werden. In Spalte 9 gehört ein Gleichheitszeichen (=). Die dem Schlüsselwort zugeordneten realen Werte werden rechtsbündig in die Spalten 11 bis 30 geschrieben und die imaginären Werte rechtsbündig in die Spalten 31 bis 50. CCD-Aufnahmen werden wohl kaum imaginäre Anteile haben und so kann in Spalte 32 ein Schrägstrich (/) einen Kommentar einleiten, der bis nach Spalte 80 reichen muss (gegebenenfalls mit Leerschlägen ausfüllen). Von den knapp 60 vorgeschlagenen Schlüssel-

wörtern sind 6 zwingend - auch deren Reihenfolge: SIMPLE, BITPIX, NAXIS, NAXIS1, NAXIS2 und END. SIMPLE muss für CCD-Aufnahmen immer «T» (true=wahr) sein, BITPIX «8» oder «16» (Bits pro Pixel), NAXIS «2» (2 Achsen). NAXIS1 gibt die Anzahl horizontaler Bildpunkte an, z.B. «192» oder «768» und NAXIS2 die Anzahl vertikaler, d.h. die Anzahl Zeilen des Bildes («165», «512»). END schliesst den Text im Dateikopf ab. Folgen NAXIS2 noch weitere Schlüsselwörter, gehört END natürlich an den Schluss. Der Rest des Dateikopfes wird mit dem Wert 0 aufgefüllt. Ein Dateikopf muss immer genau 2880 Bytes (oder ein Mehrfaches davon) betragen. Die Bilddaten schliessen direkt an den Dateikopf an.

SkyPro V.2.04 FITS-Dateikopf (unformatiert und falsch)

```
SIMPLE  = T / SKYPRO CCD ASTRONOMY SOFTWA-
RE BY SOFTWARE BISQUE
BITPIX  = 8
NAXIS   = 2
NAXIS1  = 192
NAXIS2  = 165
COMMENT 'File Created by SkyPro CCD Astronomy
Software (c) 1993-1994'
COMMENT 'Software Bisque 912 Twelfth Street, Golden
CO 80401'
COMMENT 'Telephone: 303.278.2278 Fax 303.278.0045
BBS 303.279.9533'
END
```

Korrigierter SkyPro FITS-Dateikopf

```
SIMPLE  = T / Corrected with SkyPro-to-FITS V.1.02
BITPIX  = 8 /
NAXIS   = 2 /
NAXIS1  = 192 /
NAXIS2  = 165 /
COMMENT 'File Created by SkyPro CCD Astronomy
Software (c) 1993-1994'
COMMENT 'Software Bisque 912 Twelfth Street, Golden
CO 80401'
COMMENT 'Telephone: 303.278.2278 Fax 303.278.0045
BBS 303.279.9533'
END
```

Beispiel eines korrekten FITS-Dateikopfes

```
SIMPLE  = T
BITPIX  = 16
NAXIS   = 2
NAXIS1  = 384
NAXIS2  = 256
END
```

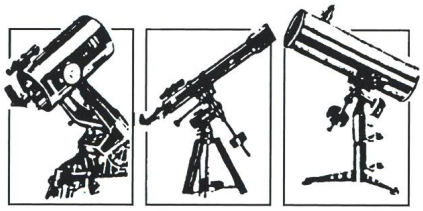
Die SkyPro-FITS-Datei muss im Binärmodus geöffnet werden. Man kann entweder die ersten 2880 Bytes lesen oder solange immer 80 Bytes lesen, bis das Schlüsselwort END gefunden wird. Für jede Zeile, ausser für die Kommentarzeilen (COMMENT), muss das Gleichheitszeichen (=) gesucht und auf Spalte 9 gesetzt werden. Nachdem man den Anfang des Parameters gefunden und seine Länge bestimmt hat, muss er so verschoben werden, dass das letzte Zeichen auf Spalte 30 zu stehen kommt.

[1] WELLS, D.C.; GREISEN, E.W.; HARTEN, R.H.: FITS: *A Flexible Image Transport System*. Astronomy and Astrophysics Supplement Series 44, 1981.

[2] WERNLI, H.-R.: *Die CCD-Astrokamera für den Amateur*. Birkhäuser 1995. ISBN 3-7643-5218-3.

Anschrift des Autors für Gratis-Programmbestellungen:
H.-R.H. WERNLI
Pletschgasse, CH-3952 Susten

TIEFPREISE für Teleskope und Zubehör



Grosse Auswahl
Zubehör, Okulare, Filter
Telrad-Sucher
Sternatlanten, Literatur
Sirius-Sternkarten
Astro-Software
Beratung

CELESTRON
AOK
BORG
Tele Vue
PENTAX

FOTO VIDEO Zumstein Casinoplatz 8 Bern
Tel. 031/3112113 Fax 031/3122714

Alleinvertrieb für die Schweiz:

Die Geschichte meines «Double-Twenty»

E. LIPS

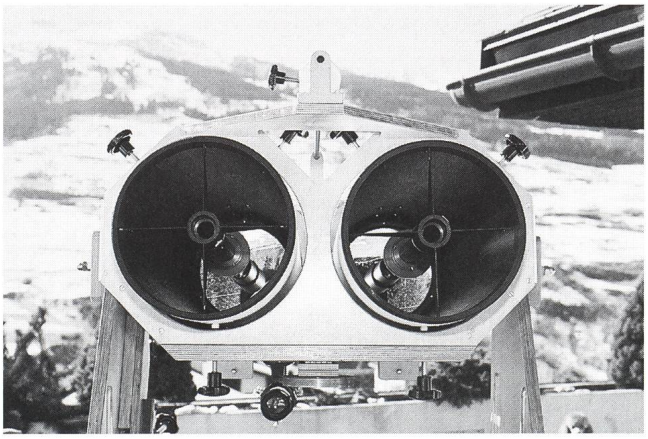
Vor ungefähr 15 Jahren beschäftigte ich mich intensiv mit der Herstellung von Spiegel-Optiken und dem Teleskopbau; unter anderem baute ich eine 6er-Serie von 20 cm-Cassegrain-Teleskopen (Primär-Fokus 80 cm), mit 2 Sekundärspiegeln für wahlweise f11 oder f30. Fünf dieser Instrumente fanden Käufer, eines behielt ich für mich.

Angefangen hatte meine Leidenschaft für dieses Hobby anlässlich des Besuchs eines Spiegelschleifkurses, der von EUGEN AEPPLI in den frühen 70er Jahren durchgeführt wurde. Der Grob- und Feinschliff, die Politur und die abschliessende Parabolisierung eines Spiegels hatten mich von Anfang an fasziniert. Es folgten diverse weitere Projekte, angefangen von 15 cm-Newton- bis zu 30 cm-Cassegrain-Optiken.

Einen vorläufigen Abschluss fand meine «Schleif-Wut» mit dem Bau der erwähnten 6er-Serie, bei dem ich mit Rat und Tat von meinem ursprünglichen Lehrmeister unterstützt wurde.

Vor ca. 8 Jahren tauchten im amerikanischen «Sky & Telescope» erste begeisterte Berichte von grösseren Doppelinstrumenten auf. Die Sache mit dem stereoskopischen Sehen am Fernrohr liess mir keine Ruhe mehr, hatte ich doch vor einigen Jahren mit Stereo-Fotografie und -Projektion angefangen und insgeheim ziemlich schnell den Wunsch nach einem eigentlichen Stereo-Teleskop gehegt. Dabei kam mir zwangsläufig mein aus der 6er-Serie übriggebliebenes 20 cm-Cassegrain-Instrument wieder in den Sinn, denn ungefähr in dieser Grössenordnung bewegten sich meine Gedanken. Aber ich hatte einfach nicht den Mut, mich an den Neubau des benötigten Zwillings-Instruments zu wagen – zu viel Zeit war seit dem ursprünglichen Bau vergangen, benötigte Gussteile waren auch nicht mehr am Lager und, um ehrlich zu sein, mir trat beim blossen Gedanken an die nächtlichen Parabolisier-Versuche jetzt schon beinahe wieder der kalte Angstschweiss auf die Stirn... !

Durch Zufall bekam ich zu diesem Zeitpunkt wieder Kontakt mit einem ehemaligen Käufer eines Instrumentes aus der erwähnten 6er-Serie und fand im Laufe eines Gesprächs mit ihm schnell heraus, dass sein Astronomie-Hobby so etwas wie einen ewigen Winterschlaf angetreten hatte. Auf seine Frage, ob ich eventuell an einem Rückkauf interessiert wäre, musste ich mir unter den gegebenen Umständen die Antwort nicht lange überlegen...



Nachdem ich durch diesen glücklichen Umstand ganz unerwarteterweise in den Besitz des erforderlichen «Rohmaterials» für mein Doppelinstrument gelangt war, stand der eigentlichen Planung nichts mehr im Wege. Zuerst galt es, die exakten Brennweiten der beiden Systeme zu messen. Da die Einhaltung auf Zentimeterlänge beim Bau der Einzelinstrumente seinerzeit nicht unbedingt ein kritischer Punkt gewesen war, brauchte ich für die jetzt benötigte Übereinstimmung schon etwas Glück. Mit nur einem halben Prozent Unterschied der Spiegel-Kurvenradien, also bequem innerhalb der geforderten Toleranz, war auch diese Hürde genommen. Blieb noch die exakte Übereinstimmung der Vergrösserungsfaktoren der Sekundärspiegel. Nachdem das Projekt aber schon so weit gediehen war, wäre ich bereit gewesen, hier nochmals Schleifarbeit zu verrichten. Wie sich später jedoch herausstellte, blieb mir auch dies erspart.

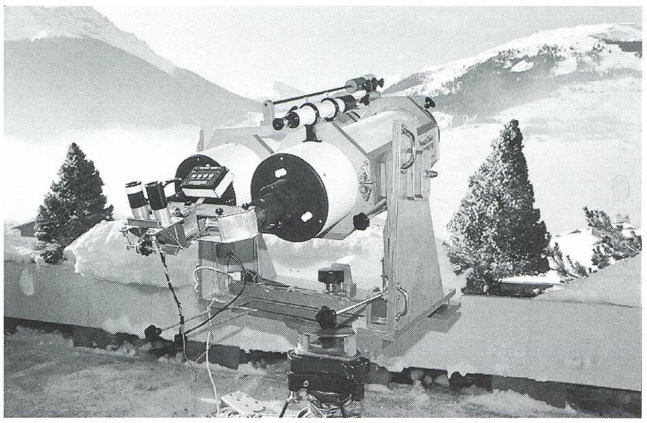
Für diese Art von «Feldstecher» kam von Anfang an nur eine azimutale Montierung in Frage. 20fach verleimtes Schiffs-Sperrholz wurde für die Doppelrohrwiege und das Joch verwendet. T- und U-Profile aus Eisen und Aluminiumwinkel zur Verstärkung des Jochs machen die einfache Konstruktion sehr stabil. Als Drehlager für die Azimutachse wurde ein Hartplastik-Drehteller mit 20 cm Durchmesser und einer Tragkraft von 200 kg eingebaut.

Für den eigentlichen Montierungs-Unterbau gelangte ich durch die freundliche Vermittlung des leider kürzlich verstorbenen Herrn WALTER BOHNENBLUST von der Astronomischen Vereinigung Baden in den Besitz eines ausrangierten grossen Artillerie-Telemeterfusses der Armee. Sollte das ganze Instrument schliesslich nicht solid genug sein, wäre der Fehler sicher nicht in diesem Bauteil mit Dreipunkt-Justierlagerung und 30 cm in der Höhe hydraulisch ausfahrbarer Mittelsäule zu suchen...

Das fertige Instrument kann in Azimut und Deklination geklemmt und über Gewindestangentriebe von Hand nachgeführt werden. Diese Vorrichtung hat sich in der Praxis allerdings als vollkommen überflüssig erwiesen, da die ganze Montierung sehr leichtgängig ist und in Deklination durch Schiebegewichte im Gleichgewicht gehalten wird.

Das sicher nicht alltägliche Doppelinstrument hat seinen Standort im Kanton Graubünden auf 1200 m Meereshöhe auf einer offenen Dachterrasse erhalten. Um mehr Bewegungsfreiheit und zugleich die Möglichkeit zu haben, das Instrument bei Nichtgebrauch (leider meistens) unter ein vorspringendes Dach stellen zu können, wurde die Montierung mit schwenkbaren Gummirädern versehen. Schliesslich hat sich die Konstruktion einer schnell, präzis und einfach zu verstellenden Augenabstands-Vorrichtung für meine beschränkten feinmechanischen Fähigkeiten als am schwierigsten zu bewältigen herausgestellt. Hier könnte vielleicht eines Tages noch etwas verbessert werden...

Sonnen- und Mond-Auf- und -Untergänge mit dem «Double-Twenty», der standardmässigen 68fachen Vergrösserung und den Gesichtsfeld füllenden 35-mm-Kern-Okularen zu verfolgen,



sind etwas vom spektakulärsten, was mit diesem Instrument beobachtet werden kann. Der Horizont in meiner Umgebung befindet sich je nach Sichtrichtung ungefähr zwischen 2 und 10 km vom Beobachtungsstandort entfernt und besteht grösstenteils aus Nadelbäumen oder Felsformationen. Mit diesem Vordergrund die zwei scheinbar grössten Himmelsobjekte im All auf- und untergehen zu sehen, gibt einen vollkommen räumlichen Eindruck, obwohl die effektive Stereobasis nur 305 mm beträgt. Den «Luxus», ein um 90 Grad abgewinkeltes, seitenrichtiges und aufrechtstehendes Bild zu haben - was jedoch für diese Art von Beobachtung ein absolutes Muss ist -, erhalte ich leider nur durch total sechs (!) Lichtumlenkungen, Haupt- und Sekundärspiegel mitgerechnet.

Dank den Lichtschutzrohren kann das Instrument auch tagsüber eingesetzt werden. Nach dem Auspacken aus seinen Schutzhüllen (3 metallisierte Auto-Abdeckhauben) und der von Zeit zu Zeit fälligen, kleinen Strahlengang-Justierung geht es meistens auf die «Jagd» nach den Gemsherden in bis zu 2800 m Höhe...

Vor vier Jahren habe ich das «Double-Twenty» mit dem NGC-MAX Astro-Computer und den entsprechenden Encodern ausgerüstet und erst dieser Schritt hat mir eigentlich den problemlosen Zugang zur Himmelsbeobachtung mit diesem Instrument ermöglicht.

Was ist jetzt aber der grosse Unterschied, abgesehen von terrestrischen Beobachtungen und den erwähnten Sonnen- und Mond-Ereignissen, zwischen monokularem oder stereoskopischem Sehen am Fernrohr? Der Unterschied kann gross sein, manchmal sehr gross. Gut vergleichen kann ich das erst, wenn auch mein zweites Instrument auf der Terrasse, ein 30 cm-Cassegrain (1:3,4/8/13/20) gleichzeitig mit dem «Double-Twenty» in Betrieb ist. Vor allem bei durchschnittlichen oder schlechteren Luftverhältnissen, die ja leider in unseren Gegenden häufig sind, kann die Verbesserung mit zweiäugigem Sehen an zwei Strahlengängen frappant sein, denn unser Hirn hat die gute Eigenschaft, die beiden Bilder, die durch die Luftunruhe nie genau gleich sind, ständig gegenseitig zu ergänzen und so unseren Seh-Eindruck zu optimieren.

Ein gutes Beispiel, den Vorteil des stereoskopischen Sehens zu verdeutlichen, ist unser Gehör: Einen Strahlengang mit einem Auge sehen, bedeutet nur einen Tonkanal einer Stereoschallquelle mit nur einem Ohr hören. Einen Strahlengang mit beiden Augen mittels Binokular-Strahlenteiler sehen, bedeutet nur einen Tonkanal einer Stereoschallquelle mit beiden Ohren hören. Und schliesslich zwei separate Strahlengänge von ein und demselben Objekt mit beiden Augen sehen, bedeutet eine Stereoschallquelle mit beiden Ohren hören, so wie wir es uns gewohnt sind!

Ich bin gerne bereit, Interessierten weitere Auskünfte zu geben oder nach gegenseitiger Absprache das Instrument vorzuführen.

ERNST LIPS
Bergholzweg 24, CH-8123 Ebmatingen
Telefon und Fax 01/980 08 13

Feriensternwarte – Osservatorio – CALINA

Programm 1996

8.-13. April: Elementarer Einführungskurs in die Astronomie, mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte.Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH
15.-20. April: Astrophotographie mit der Schmidt - Kamera. Leitung: Dieter Maiwald, Berlin
29. April-4. Mai: Die Sonne und ihre Beobachtung. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH
8./9. Juni: Kolloquium. Thema: Die Geschichte der Astronomie. Leitung: Prof. Dr. Paul Wild, Bern
15./16. Juni: 12. Sonnenbeobachtertagung der SAG
16.-21. September: Elementarer Einführungskurs in die Astronomie, mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH
7.-12. Oktober: Einführung in die Astrophotographie. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH
14.-19. Oktober: Sonnenuhren kennen- und verstehen lernen. Leitung: Herbert Schmucki, Wattwil

Anmeldungen für alle Kurse und Veranstaltungen bei der Kursadministration: Hans Bodmer, Schlottenbüelstrasse 9b, 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. 091/649 52 22 oder Feriensternwarte Calina: Tel. 091/649 83 47

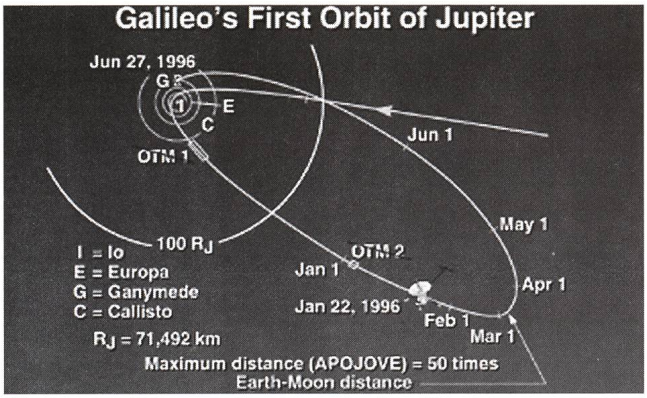
Alle Kurse und Veranstaltungen finden unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG statt.

Jupitersonde Galileo am Ziel

H. JOST-HEDIGER

«Die Qualität der Daten der Jupitersonde Galileo übersteigt die optimistischsten Voraussagen. Die Messresultate erlauben der wissenschaftlichen Gemeinschaft wertvolle neue Einsichten über die Entstehung und Evolution des Sonnensystems, der Planeten und den Ursprung des Lebens im Sonnensystem» sagte DR. WESLEY, NASA, anlässlich der Pressekonferenz vom 22.1.1996 über die Galileo-Sonde.

Nach einer über sechsjährigen Reise durchs Sonnensystem und zahlreichen Problemen (defekte Hauptantenne, Probleme mit dem Bandrecorder usw.), welche die Mission mehrmals buchstäblich an den Rand des Abgrunds brachten, ist Galileo am 7.12.1995 in eine Umlaufbahn um Jupiter eingeschwenkt und der Abstieg der Eintauchsonde konnte beginnen.

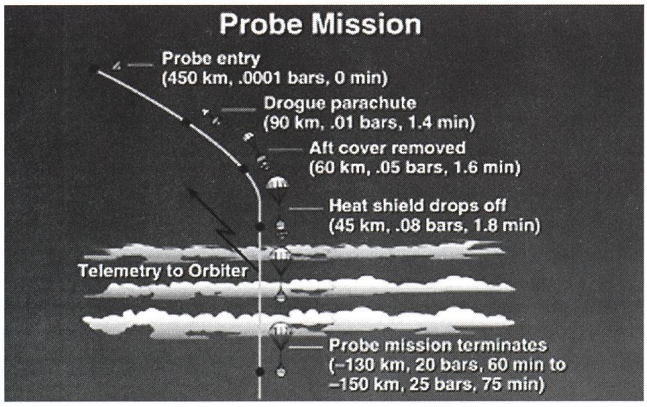


Der erste Umlauf von Galileo um Jupiter

Der Eintritt in die Jupiter-Atmosphäre

Die Eintrittssonde machte den schwierigsten atmosphärischen Abstieg, welcher je versucht wurde. Beim Eintritt in die Jupiter-Atmosphäre am 7.12.1996 überlebte die Sonde die Eintrittsgeschwindigkeit von 170'000 km/h, Temperaturen von ca. 13'000 Grad und Verzögerungskräfte, welche 230 mal der Erdbeschleunigung entsprechen. Sie schickte während des 57- minütigen Abstiegs ihre Daten zu der Muttersonde, welche in einer Höhe von 208'000 km um Jupiter kreiste, wo die Daten zur späteren Weiterübermittlung zur Erde zwischengespeichert wurden. Die hohen Drücke und Temperaturen waren vermutlich die Ursache dafür, dass die Kommunikation zwischen Sonde und Mutterschiff ca. 57 Minuten nach Beginn des Abstiegs zusammenbrach.

Der Eintritt der Galileo-Eintrittssonde in die Jupiter-Atmosphäre



Erste Ergebnisse

Die Eintrittssonde entdeckte während ihres Abstieges extrem starke Winde und sehr intensive Turbulenzen in der dicken Jupiter-Atmosphäre. Die Wissenschaftler hatten bisher erwartet, auf dem Jupiter Winde mit einer Geschwindigkeit von bis zu 350 km/h zu finden. Sie wurden mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 530 km/h überrascht, welche während dem gesamten Abstieg bemerkenswert konstant blieben. Dies deutet darauf hin, dass die extremen Zirkulationsphänomene der Jupiteratmosphäre nicht durch die unterschiedlich starke Sonneneinstrahlung am Äquator und an den Polen, oder der Wärme, welche bei der Kondensation von Wasser freigesetzt wird (wie bei der Erde), angetrieben werden, sondern von einer tief im Inneren des Jupiter liegenden Wärmequelle.

Die gemessene Zusammensetzung der Jupiteratmosphäre bot den Wissenschaftlern zahlreiche Überraschungen. Es wurde festgestellt, dass die höhere Jupiteratmosphäre wesentlich dichter ist als erwartet und von den drei erwarteten, getrennten Wolkenschichten war nichts zu bemerken. Auch die Temperaturen sind wesentlich höher als erwartet und erfordern einen noch nicht identifizierten Mechanismus zur Wärmeerzeugung in diesen grossen Höhen. Die Atmosphäre ist trockener als erwartet und die Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel wurden in wesentlich geringerer Dichte als erwartet gemessen. *«Wo ist der Sauerstoff?, wo ist das Wasser?»*, fragten sich die beteiligten Wissenschaftler. Die erwartete Ähnlichkeit der Jupiteratmosphäre mit dem solaren Urnebel konnte nicht bestätigt werden und zwingt die Wissenschaftler, ihre Vorstellungen von der Entstehung und Evolution des Jupiters zu überdenken.

Diskrepanzen bestehen auch zu den Messungen von Voyager, welcher 1979 an Jupiter vorbeiflog. Voyager mass eine Wasserkonzentration, welche zirka der Doppelten der Sonnenoberfläche entsprach, währendem Galileo ungefähr dieselbe Konzentration wie auf der Sonne mass. Ebenso liessen die gemessenen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der atmosphärischen Wellen beim Sturz von Shoemaker-Levy 9 einen Wasseranteil, welcher rund 10 mal grösser als auf der Sonnenoberfläche ist, erwarten. Auch diese Resultate dürften neu zu diskutieren sein.

Schliesslich entdeckte die Eintrittssonde noch einen neuen, intensiven Strahlungsgürtel in ca. 50'000 km Höhe über der Jupiteroberfläche.

Schon nach der ersten Auswertung der Daten ist klar, dass das Bild des Jupiters wesentlich komplizierter ist als erwartet. Die verschiedenen Messungen von Voyager, Galileo und auch erdgebundene und Hubble-Beobachtungen werden den beteiligten Wissenschaftlern noch einige Denksportaufgaben aufgeben.

Quellenangaben

NASA Presse-Release 96/10 vom 23.1.96 via Internet
Bild1,2: NASA Pressekonferenz vom 22.1.1996

HUGO JOST-HEDIGER, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

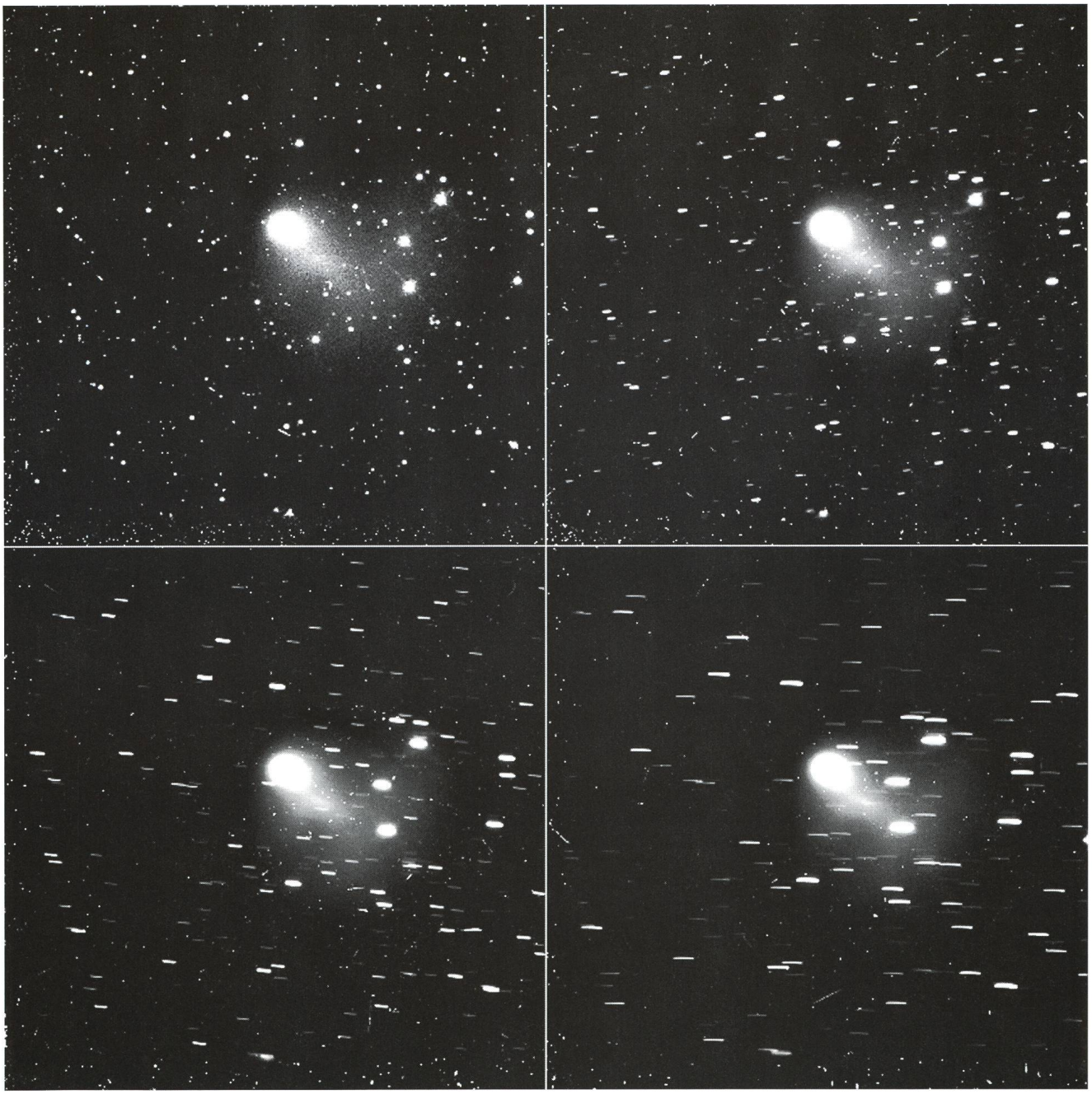
C/1995 01 Hale-Bopp: Ein Komet im Anflug

H. JOST-HEDIGER

«Hallo Leute: Wir haben eine vorläufige Analyse der Oktober-Aufnahmen vom Hubble Space Teleskop (HST) gemacht und herausgefunden, dass der Kern von Hale-Bopp einen Durchmesser von ca. 40 km hat. Wenn der Kern wirklich so gross ist, dann werden wir im Frühling 1997 eine schöne Show erleben. Grüsse. Hal Weaver.» konnte im Dezember auf der Hale-Bopp home-page im Internet gelesen werden.

Am 22. Dezember 1995 hat RICHARD M. WEST (ESO) eine englische Zusammenfassung der bisherigen Beobachtungsergebnisse über Internet verbreitet, welche ich in gekürzter Fassung wiedergebe.

Aufnahmedatum 23.10.95, 0630 UT



Allgemeines

Seit seiner Entdeckung im Juli 1995 wurde der Komet Hale-Bopp intensiv mit bodengebundenen Grossinstrumenten und dem HST beobachtet. Nach dem Oktober 1995 liegen, da sich der Komet in Konjunktion mit der Sonne befindet, nur noch wenige Beobachtungen vor.

Der Komet ist durch eine unnatürlich helle Koma schon bei der heutigen, grossen Entfernung von 6AU (900 Millionen km) charakterisiert. Die Koma besteht vor allem aus Staub, aber auch Emissionen von CN- und CO-Molekülen wurden festgestellt.

Beobachtungen mit Millimeter-Radioteleskopen, welche den Kometen auch während der Konjunktion beobachten können, zeigen, dass die hohe Aktivität des Kometen andauert, jedoch sehr stark variiert.

Visuelle Beobachtungen von erfahrenen Amateuren im November 1995 ergeben eine totale Magnitude von Hale-Bopp von ca. 10. Die Helligkeit nahm seit der Entdeckung in Übereinstimmung mit der Verkleinerung der Distanz zur Sonne leicht zu. In der Zeit von August bis Oktober erlebte der Komet fünf Helligkeitsausbrüche. Sie begannen jeweils mit einer Zunahme der Kernhelligkeit, gefolgt von einem Staubschweif, welcher dann wieder verblasste. Das Hauptintervall zwischen den Helligkeitsausbrüchen betrug ca. 19 (±4) Tage.

Im Moment sieht es so aus, dass der Komet im April 1997, wenn er im kleinsten Sonnenabstand ist, vergleichsweise hell, so um 0. Magnitude herum, wird (75% Chance +0 bis +2 Magnituden, 90% Chance -1 bis +3 Magnituden). Es ist aber kaum mehr zu erwarten, dass er die ausserordentliche Helligkeit von -2 Magnituden oder noch heller erreicht. Trotzdem, diese Voraussage kann unerwartete Ereignisse wie z.B. das Teilen des Kerns, welches die Helligkeit drastisch erhöhen würde, nicht berücksichtigen.

Beobachtungen von Staubemissionen

Die Produktionsrate von Staub ist für einen Kometen in der gegenwärtig grossen Sonnendistanz sehr ungewöhnlich. Da es bis heute nicht möglich war, die Albedo (Reflexionsgrad) der Staubkörner zu bestimmen, ist die aktuelle Produktionsrate des Staubes immer noch unbekannt. Messungen mit dem UK Infrarot Teleskop in Hawai (IAUC6225) zeigten Absorptionslinien bei 2,04 Mikrometer, was auf Wassereis hindeutet. Das Rückstrahlvermögen der Staubkörner könnte deshalb grösser als bei Halley (p=0,04 Halley Kern) sein.

Die Produktionsrate des Staubes ist durch einigermassen reguläre Ausbrüche, gefolgt von Staubschweifen, welche sich dann langsam verbreitern und schliesslich wieder verschwinden, geprägt. Von diesen Ausbrüchen sind vor allem Bildserien des Observatoriums Teide und vom HST via Internet erhältlich.

Die Evolution der Schweifstrukturen wurde von ZDENEK SEKANINA (IAUC 6248) analysiert. Er zog die Schlussfolgerung, dass die meisten Staubausbrüche von derselben Quelle auf der Oberfläche des Kometen stammen. Aber auch die Möglichkeit, dass die Ausbrüche von mehr als einer Quelle stammen, kann nicht ausgeschlossen werden. Die Ausbruchgeschwindigkeiten liegen in der Grössenordnung von 30-50 m/s (100-180 km/h).

Der Kerndurchmesser

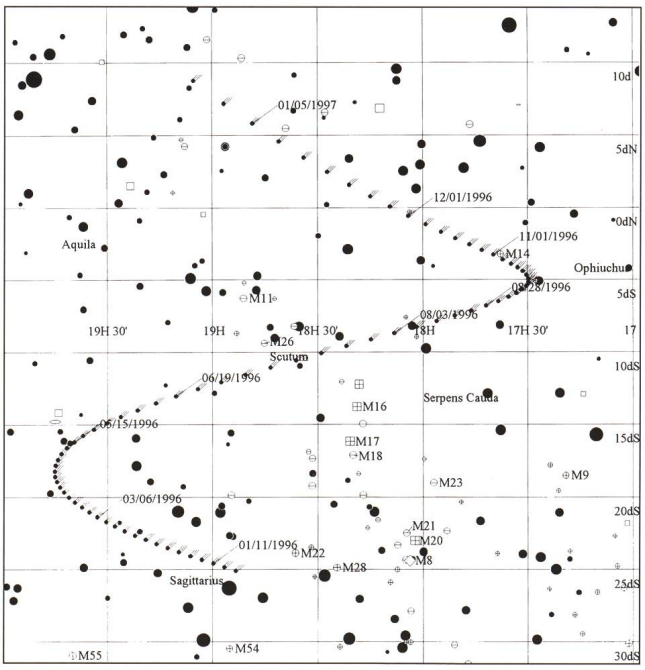
Der Kerndurchmesser konnte bisher noch nicht direkt gemessen werden, da der Winkeldurchmesser noch wesentlich unter der Auflösung des HST liegt. Eine indirekte Bestimmung, basierend auf der CO-Produktionsrate, ergibt einen Durchmesser von 10-15 km. Hochauflösende Bilder wurden im September und Oktober 1995 vom HST gewonnen. Die Oktober-Bilder wurden von HALE WEAVER bearbeitet und ausgewertet. Durch extrapolieren der Koma-Helligkeit zum Kometenkern wurde, obwohl die lineare Auflösung des HST in dieser Distanz 440 km pro Pixel beträgt, eine vorläufige Bestimmung des Kerndurchmessers vorgenommen. Die Messungen ergeben eine obere Grenze des Kerndurchmessers von 70 km mit einem wahrscheinlichen Durchmesser von 40 km .

Es ist also sehr wahrscheinlich, dass der Kerndurchmesser von Hale-Bopp einige Male grösser als der Kern von Halley (mittlerer Durchmesser = 10 km, grösster Durchmesser = 15 km) ist. Es kann aber, sollte der Komet eine extrem starke Staubproduktion aufweisen, auch nicht ausgeschlossen werden, dass der Durchmesser einiges kleiner ist.

Fortführung der Beobachtungen

Die Beobachtungs-Kampagne wird im Februar 1996, wenn sich der Komet wieder mehr als 30 Grad von der Sonne entfernt hat, mit Grossinstrumenten, unter anderem im März/April mit Instrumenten der ESO in La Silla, wieder aufgenommen werden. Die Entwicklung des Kometen im Jahre 1996 wird unzweifelhaft zu weiteren Erkenntnissen und genaueren Voraussagen bezüglich seiner Erscheinung im Jahre 1997 führen.

Für uns in der Jurasternwarte ist Hale-Bopp auf jeden Fall ein 3-jähriges, interessantes Beobachtungsprojekt. Die ersten 3 Aufnahmen vom Oktober 1995 haben wir zum Glück schon im Kasten. Beobachten auch Sie Hale-Bopp, es wird sich lohnen. Beim Auffinden des Kometen soll Ihnen die beiliegende Karte helfen.



Der Lauf des Kometen Hale-Bopp im Jahre 1996 im Intervall von 5 Tagen dargestellt. Ausdruck mit dem Programm «The Sky». Beachte die amerikanische Datumsdarstellung: Monat, Tag, Jahr.

Die Bilder wurden mit dem PC1 CCD-Chip der WFPC2-Kamera gewonnen. Die Aufnahmezeiten betragen für die Aufnahme oben links 60 Sekunden, oben rechts 300 Sekunden und für die zwei unteren Aufnahmen je 600 Sekunden. Jedes Bild hat eine Kantenlänge von 36,4 Bogensekunden, was beim Kometen einer Länge von 177'000 km entspricht. Norden ist von oben 130,7 Grad im Uhrzeigersinn, Osten ist 90 Grad von der Nordrichtung im Gegenuhrzeigersinn.

Quellenangaben

RICHARD M. WEST, *ESO, Comet Hale-Bopp*, Status December 22, 1995 (Hale Bopp home page WWW).
MARK KIDGER, *Latest Hale Bopp-News from Teide Observatory*, December 1995 (Hale Bopp home page WWW).
Bild 1: Hubble Space Telescop, Observer: Hal Weaver.
Bild 2: G. KLAUS, Grenchen, Bahn von Hale-Bopp.

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

Neuer Komet C/1996 B2 Hyakutake

U. HUGENTOBLER

Am 30. Januar entdeckte der japanische Amateurastronom Yuji Hyakutake mit seinem 25x150 Feldstecher im Schwanzende des Sternbildes Hydra einen Kometen 11-ter Grösse (IAUC 6299). Sind die vorläufigen Bahnprognosen (bei Redaktionsschluss des ORION) korrekt, so könnte der Komet Ende März und im April in zweierlei Hinsicht ein spektakuläres Ereignis werden: Zuerst läuft er am 26. März in nur 0.10 AE an der Erde vorbei und bewegt sich dann mit bis 0.7 Grad pro Stunde vom Äquator zum Himmelspol. Am 1. Mai erreicht er dann das Perihel in nur 0.23 AE Abstand zur Sonne. Die Helligkeit könnte erste Grösse erreichen, die Prognose ist allerdings sehr unsicher, wie bei Kometen üblich. Gemäss BRIAN MARSDEN vom Minor Planet Center, Smithsonian Astrophysical Observatory in Cambridge, MA, ist auch die Unsicherheit in der Position im Moment noch gross und beträgt Ende März rund ein Grad.

Periheldistanz	φ	=	0.2301957 AE
Neigung	i	=	124.88607°
Knotenlänge	Ω	=	188.06079°
Periheldistanz	ω	=	130.17807°
Periheldurchgangszeit	T	=	1996 Mai 1.41087 UT

▲

Tabelle 1: Parabolische Elemente gemäss Minor Planet Center (MPEC C06). Die Elemente beruhen auf Beobachtungen zwischen dem 31. Januar und dem 10. Februar 1996. Das Referenzsystem ist J2000.

Table 1: Eléments paraboliques d'après le Minor Planet Center (MPEC C06). Les éléments sont basés sur des observations faites entre le 31 janvier et le 10 février 1996. J2000 est le système de référence.

▶

Tabelle 2: Ephemeriden um 0 UT gemäss Minor Planet Center (MPEC C06), beruhend auf den Elementen aus Tabelle 1. Angegeben sind neben Rektaszension und Deklination die Distanz des Kometen zur Erde und zur Sonne in AU, die Elongation (Winkeldistanz Komet – Sonne), Phase (Winkel Erde – Komet – Sonne) und die geschätzte Helligkeit. Die Unsicherheit der Ephemeriden bei der kleinsten Annäherung an die Erde Ende März beträgt rund ein Grad.

Table 2: Les éphémerides à 0 UT d'après le Minor Planet Center (MPEC C06). Elles sont basées sur les éléments de la table 1. La table indique l'ascension droite, la déclinaison, la distance de la comète de la terre et du soleil (en ua), l'élongation (distance angulaire comète – soleil), la phase (angle terre – comète – soleil) et la luminosité estimée. L'incertitude des éphémerides va jusqu'à environ un degré lors du passage de la comète près de la terre fin mars.

Nouvelle comète C/1996 B2 Hyakutake

L'astronome amateur Yuji Hyakutake a découvert le 30 janvier avec ses jumelles de 25x150 une nouvelle comète de la magnitude 11 dans la queue de l'Hydre (IAUC 6299). Si les prévisions provisoires (le jour du dernier délai pour l'envoi des articles pour ORION) sont correctes nous pouvons nous attendre à un événement à deux points de vue spectaculaire fin mars et en avril: D'abord la comète s'approche le 26 mars à seulement 0.10 UA de la terre et se déplace de jusqu'à 0.7 degrés par heure de l'équateur vers le pôle céleste. Ensuite le 1er mai elle passe par son périgée à une distance de seulement 0.23 UA du soleil. Sa luminosité pourrait atteindre la première magnitude, mais les prévisions sont très incertaines – comme d'habitude pour les comètes. D'après BRIAN MARSDEN du Minor Planet Center (Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, MA) l'incertitude de la position est en ce moment également assez grande et atteindra environ un degré fin mars.

0 UT	R.A.	(2000)	Decl.	d(Erde)	d(Sonne)	Elong.	Phase	mag
22.3	14	50.37	+11 26.3	0.153	1.114	137.5	37.2	1.9
24.3	14	43.54	+34 26.0	0.113	1.073	129.8	45.6	1.1
26.3	14	14.64	+69 19.3	0.104	1.031	105.9	68.6	0.7
28.3	4	22.2	+80 19.6	0.133	0.988	82.0	90.4	1.1
30.3	3	24.62	+64 29.4	0.182	0.945	67.8	102.0	1.6
1.4	3	14.95	+55 33.4	0.239	0.901	59.3	107.5	1.9
3.4	3	10.70	+50 05.1	0.299	0.857	53.6	110.1	2.2
5.4	3	08.02	+46 24.4	0.362	0.811	49.1	111.2	2.4
7.4	3	05.92	+43 44.3	0.425	0.765	45.4	111.3	2.5
9.4	3	04.03	+41 40.5	0.489	0.718	42.1	110.7	2.5
11.4	3	02.15	+39 59.2	0.553	0.671	39.1	109.6	2.5
13.4	3	00.17	+38 31.8	0.618	0.622	36.2	108.0	2.4
15.4	2	58.01	+37 12.6	0.683	0.573	33.3	105.8	2.3
17.4	2	55.60	+35 57.1	0.749	0.522	30.5	102.9	2.1
19.4	2	52.88	+34 41.4	0.814	0.472	27.6	99.2	1.8
21.4	2	49.77	+33 21.8	0.881	0.421	24.7	94.4	1.5
23.4	2	46.24	+31 54.0	0.947	0.371	21.6	88.1	1.1
25.4	2	42.22	+30 12.9	1.013	0.323	18.4	79.7	0.6
27.4	2	37.76	+28 12.0	1.076	0.280	15.0	68.2	0.1

URS HUGENTOBLER
Astron. Inst. Univ. Bern, Sidlerstr. 5, CH-3012 Bern

Hyakutake

Ein neuer Komet sorgt ab März für Aufregung

S. MEISTER

Endlich: das lange Warten auf einen hellen Kometen neigt sich dem Ende zu. Fast pünktlich zum 20-jährigen Jubiläum des grossen Kometen West ist ein neuer, erfolgsversprechender Nachfolger in Sicht. Die Rede ist ausnahmsweise nicht vom Komet Hale-Bopp, der voraussichtlich im Frühjahr 1997 eine prächtige Erscheinung werden wird, sondern von einem soeben entdeckten Neuling, der dem geplanten «Jahrzehntekometen» ganz schön die Schau stehlen könnte. Der Unbekannte hat auch einen Namen: *Hyakutake* oder auf fachjapanisch C/1996 B2. Neben Yuji Hyakutake aus Hayato-machi, Aira-gun, Kagoshima-ken, konnten zwei weitere Japaner T. Kojima und Y. Ikari die Beobachtung bereits einen Tag später bestätigen. Es war dies der zweite entdeckte Komet von Hyakutake innert sechs Wochen, wobei der Ort nur drei Grad vom ersten entfernt lag.

Was wissen wir über den neuen Kometen? Ende Januar dieses Jahres berichtete das IAU Zirkular Nr. 6299 von der visuellen Entdeckung durch den Japaner Yuji Hyakutake. Dazu verwendete er bloss ein Binokular, jedoch eines der Top-Klasse: 25-fache Vergrösserung bei 15cm-Öffnung, also alles andere als ein kleiner Operngucker. In der Zeit nach der Entdeckung vom 30. Januar bis Mitte Februar konnten bereits 155 präzise Positionsmessungen durchgeführt und ausgewertet werden. Die vorausberechnete Bahn des Kometen Hyakutake sieht ziemlich ungewöhnlich aus. Nach einer gemächlichen Rechtskurve im Sternbild Centaurus/Libra beschleunigt Hyakutake enorm und schiesst innerhalb weniger Tage durch die Sternbilder Virgo, Bootes, Ursa Major knapp am Polarstern vorbei. Bis dahin verschiebt sich die beste Beobachtungszeit des Schweifsternes von 04.12 Uhr morgens am 1. März bis Mitternacht am 28. März. Mit dem Schwenker auf die andere Himmelsseite wird Hyakutake auf den Abendhimmel wechseln und bequem ab 20 Uhr zu beobachten sein. Seine anschliessend absteigende Fahrt findet im Sternbild Perseus mindestens für die Beobachter auf der Nordhalbkugel wegen zunehmender Horizontnähe langsam ein Ende.

Betrachten wir die zukünftige Helligkeitsentwicklung, so erscheint diese geradezu dramatisch. Während 1996 B2 bei seiner Entdeckung knapp 10 mag hell war, leuchtete er am 22. Februar mit 8 mag, 10 Tage später mit 6.6 mag, am 20. März unterschreitet er nach Plan bereits die dritte Magnitude und sollte somit von blossem Auge erspäht werden können. Sein Maximum wird sich um den 25. März bei ca. 1 mag (!) einpendeln. Schade ist nur, dass er wahrscheinlich recht flächenschwach, vergleichbar mit dem Kometen IRAS-Araki-Alcock C/1983 H1, sein wird.

Sein Komadurchmesser wird auf ein halbes bis ein ganzes Grad vorhergesagt. Der Schweif kann hingegen nach der ca. 40% perspektivischen Verkürzung während der Erdannäherungsphase durchaus sehr lang werden. ANDREAS KAMMERER von der VdS Fachgruppe Kometen prognostiziert die Entwicklung eines höchstens 5° langen Schweifes bis zum 20. Mai. In der folgenden Woche sollte er dann schnell wachsen und bis zu 20° Länge um den 27. Mai erreichen können. Dazu gibt es aber noch einige Unbekannte: Erstens beschreibt die Formel einen Durchschnittskometen, die bei einer hohen oder sehr schwachen

Diagramm 1-3: Schätzungen von Helligkeit, Komadurchmesser und Kondensationsgrad aus 31 Beobachtungen zwischen dem 10. und dem 23. Februar 1996. Der Degree of Condensation (DC) gibt an, wie diffus oder kondensiert die Koma erscheint. Es sind Werte von 0 (keine zentrale Helligkeitszunahme) bis 9 (sternförmig) möglich. Quelle: Comet Observation Home Page von Charles Morris, http://encke.jpl.nasa.gov.

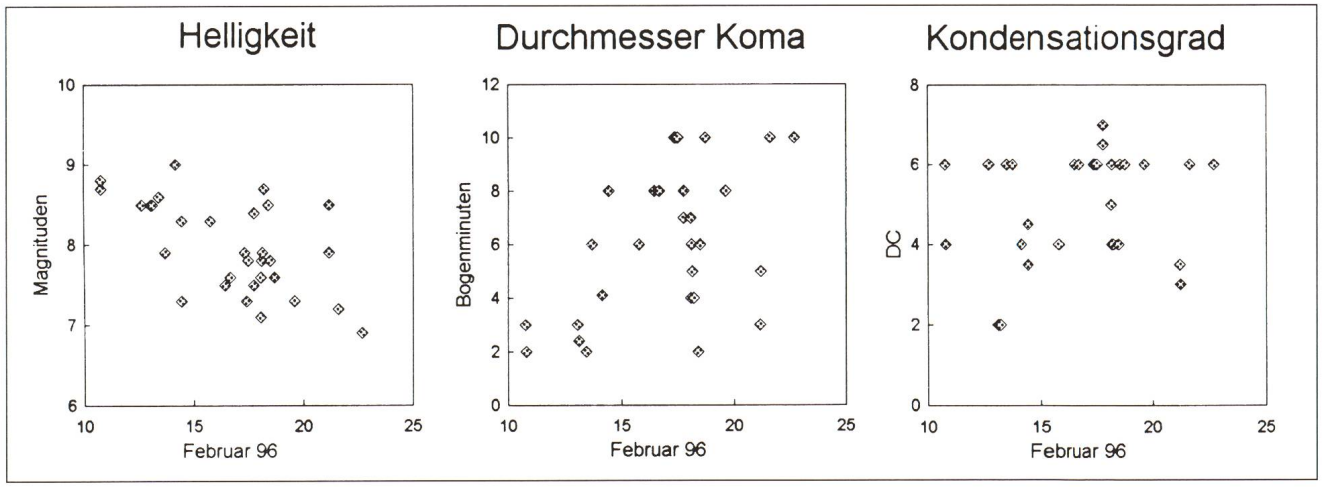
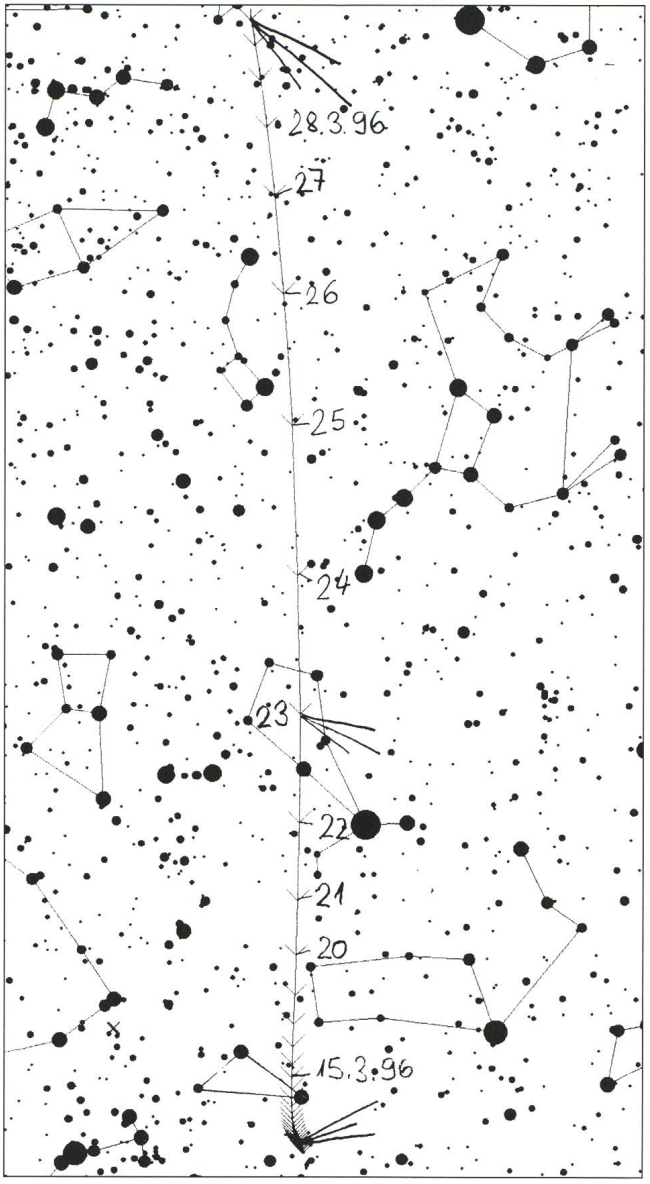


Abb. 1: Übersichtskarte des gesamten Bahnverlaufs von Mitte bis Ende März. Die einzelnen Striche beziehen sich auf 22.00 MEZ des angegebenen Tages. Die tatsächliche Kometenposition kann jedoch vor allem bei den grossen Tagesabständen noch etwas vom berechneten Ort abweichen. Derartig schnelle Objekte sind kritisch zu berechnen und bedingen höchste Genauigkeit der Bahnelemente, welche zum Zeitpunkt der Drucklegung noch nicht vorlagen.



Aktivität von Hyakutake ungültig ist. Zweitens ist die Formel für die Schweiflänge auch abhängig von den Helligkeitsparametern, die derzeit bei m_0=5.5 mag und n=4 angesetzt werden. Drittens konnte die Formel bisher nur bei Kometen mit Sonnendistanzen von minimal 0.35 AU «getestet» werden. Für einen kurzen Zeitraum ab Ende April wird Hyakutake jedoch näher als 0.3 AU an die Sonne herankommen und daher diesen Erfahrungsbereich verlassen. Ob der Schweif unter guten Bedingungen von Auge sichtbar sein wird, ist derzeit ebenfalls noch nicht klar. Ein allfälliger Gasschweif wäre dann zwar sehr lang, aber auch relativ flächenschwach und für das blosse Auge problematisch zu sehen. Die beste Zeit für die Beobachtung des Schweifes liegt auf jeden Fall zwischen dem 22. und 31. März. Dies ist auch gleichzeitig der Zeitpunkt der kleinsten Erdannäherung mit 15 Millionen km. Bisher haben in den letzten 300 Jahren nur elf Kometen eine solche Erdnähe erreicht. Von der Erde aus betrachtet erreicht er zu diesem Zeitpunkt Spitzenwinkelgeschwindigkeiten von bis zu 15° pro Tag. Ein schlichter Alptraum für alle Fotojäger, die hier auf den Kometenkern nachführen möchten, sind das doch immerhin 38 Bogensekunden Bewegung pro Minute, die es festzuhalten gilt!

Die Beobachtungsbedingungen während diesen aufregenden Zeiten sind ungewöhnlich gut im Vergleich zu den sonst üblichen «knapp-über-Horizont-erspähbaren» Objekten. Hyakutake erreicht geradezu astronomische Höhen und steht am Morgen des 26.3.96 (wie schon erwähnt) wenige Grade neben dem Himmelsnordpol (siehe auch Übersichtskarte Abb. 1). Auch der Mond sollte dann noch nicht sehr stören.

Der absteigende Teil der Bahn führt Hyakutake südlicher in Richtung des Sternbildes Perseus, wo er ab Mitte April bei ca. 2 mag immer tiefer und schwieriger sichtbar wird. Seine Magnitude steigt anschliessend wieder an, weil Hyakutake unmittelbar vor dem sonnennächsten Punkt steht. Das Perihel erreicht er am 1. Mai 1996. Für die Zeit danach stehts leider schlecht mit der Sichtbarkeit auf der Nord- und Südhalbkugel; der Komet verharrt vom Blickwinkel her in sehr geringer Entfernung zur Sonne.

Zum Schluss: Nach allerneusten Beobachtungen vom 17.2.96 ist der Komet bereits knapp eine Magnitude heller als in bisherigen Berechnungen angegeben. Daneben hat auch der Kondensationsgrad zugenommen - ein gutes Zeichen. Wenn er diese Entwicklung durchhält, stehen uns wahrlich interessante (schlaflose?) Beobachtungsnächte bevor!

STEFAN MEISTER
Vogelsangstr. 9, CH-8180 Bülach

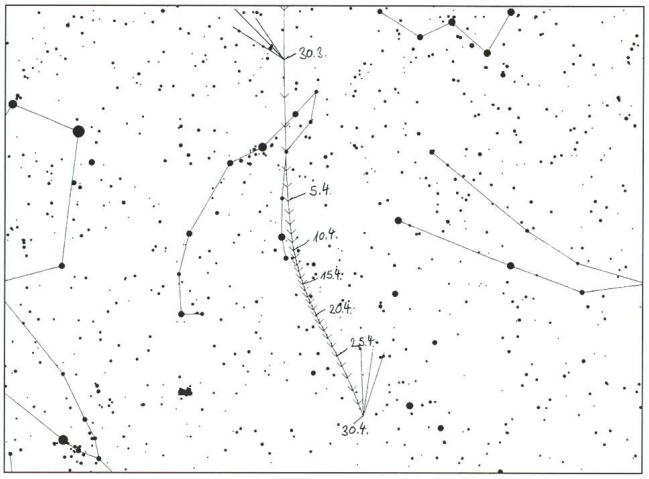


Abb. 2: Nach der Erdnähe Ende März verlangsamt sich die scheinbare Geschwindigkeit und der Komet zieht im Perseus südwärts. Die Richtung des Schweifes wird um den 10. April im Bild gegen Rechts wechseln.

Sonnenaktivität im dritten Trimester 1995

Tätigkeitsbericht der Sonnengruppe der SAG

T.K. FRIEDLI

Gelegentlich können Sparmassnahmen auch ihre angenehmen Seiten haben: So mussten im letzten Jahr infolge Finanzknappheit die seit Jahren intern an die Sonnenbeobachter abgegebenen Berichte zur aktuellen Sonnenaktivität eingestellt werden. An ihre Stelle tritt jetzt dreimal im Jahr ein Bericht im ORION. Neben kurzen Beschreibungen der Sonnenaktivität im vergangenen Trimester wird hier auch über die Aktivitäten der Beobachtergruppe berichtet werden. Damit sollen interessierte Amateure animiert werden, selber die Sonne zu beobachten und ihre Erfahrungen bekannt zu machen.

Sonnenaktivität September – Dezember 1995

Da das letzte Maximum schon 7 Jahre zurückliegt, war die Sonnenaktivität 1995 sehr tief (vgl. Abb. 1). So lagen die Monatsmittel der Sonnenfleckenrelativzahl im letzten Trimester generell um 11, was einer mittleren Sichtbarkeit von nur einem einzigen Fleck pro Beobachtungstag entspricht! Lediglich im Oktober war eine grössere Sonnenfleckengruppe zu beobachten, die am 10. Oktober bei 10 Grad südlicher Breite und 144 Grad Länge am Ostrand als D-Gruppe erschien, sich rasch zu einer komplexen E-Gruppe entwickelte, bald jedoch zu zerfallen begann und am 22. als unipolarer H-Fleck über den Westrand rotierte (vgl. Abb. 2). Sie produzierte zwei Importance-1 Flares und 33 Subflares. Am 14. Oktober konnte C. MONSTEIN in Freienbach denn auch eine leicht erhöhte Sonnenaktivität im Radiobereich bei 470 Mhz messen.

Wann kommt das nächste Minimum?

Die meisten Anzeichen deuten darauf hin, dass die Minimumsphase erreicht ist. Zwar sind die ausgeglichenen Monatsmittel der Wolfschen Sonnenfleckenrelativzahl noch relativ hoch, doch wird erwartet, dass sie in den nächsten Monaten auf Minimumswerte sinken werden: H.U. KELLER von der ehem. Eidg. Sternwarte prognostiziert für das erste Halbjahr 1996 ausgeglichene Monatsmittel zwischen 12 und 10. Bald wird die Sonne wiederholt für einige Tage oder Wochen fleckenfrei sein. Dazwischen wird die Aktivität kurzzeitig immer wieder aufflackern. Bei früheren Minima konnte gelegentlich eine Gruppe sogar mit blossem Auge gesehen werden. Das Minimum wird von J. KENNEWELL vom Learmonth Solar Observatory in Australien in der zweiten Jahreshälfte 1996 erwartet. Trotzdem bleibt eine gewisse Spannung bestehen, da bis heute erst 4 Gruppen des neuen 23. Zyklus gezählt wurden (vgl. Tabelle 1). Diese neuen Gruppen treten nach dem SPÖRERschen Breitenwanderungsgesetz in heliographischen Breiten um 30 Grad auf und besitzen nach dem HALEschen Polaritätsgesetz eine umgekehrte magnetische Polaritätsverteilung als die Gruppen des vorangegangenen Zyklus. Stünde das Minimum tatsächlich unmittelbar bevor, so sollten mehr neue Gruppen registriert werden. Es könnte also sein, dass die Sonne einmal mehr alle Prognosen missachtet und erst in der zweiten Jahreshälfte 1997 ihr Aktivitätsminimum durchläuft...

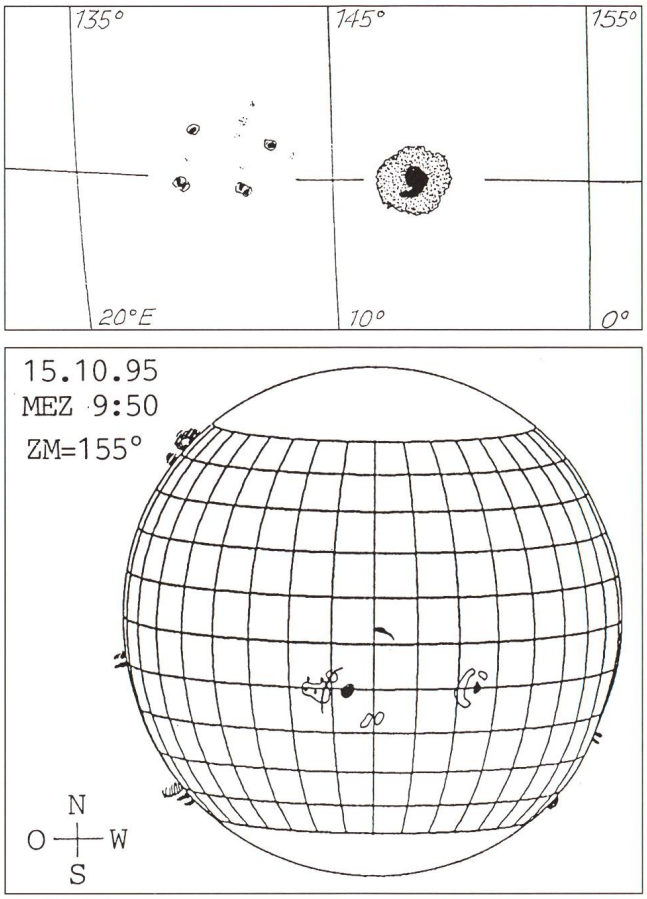
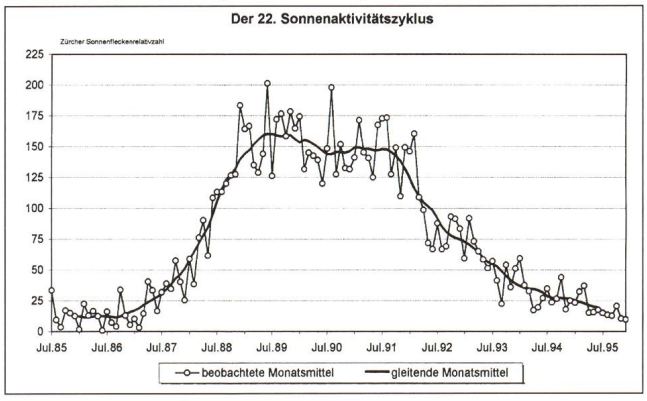


Abb. 2: Sonnenaktivität am 15. Okt. 1995 im Integrallicht (oben) und in H-alpha (unten) nach Beobachtungen von IVAN GLITSCH in Wallisellen. Zu erkennen sind Flecken, Plages, Filamente und Protuberanzen. Osten ist links, Norden oben.

Abb. 1: Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen 1985 - 1995



Datum	Breite	Flecken	Klasse
14. Feb 93	S 21	-	D
13. Mai 95	N13	2	B
26. Jul 95	S 18	3	A
13. Aug 95	S 20	2	B

Tabelle 1: Gruppen des neuen 23. Sonnenfleckenzyklus

Sonnenbeobachter 1995

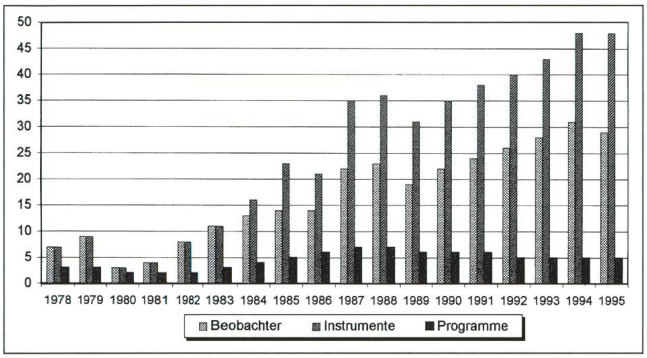


Abb. 3: SoGSAG - Programmaktivitäten 1978-1995

Gegenüber dem Vorjahr ging die Zahl der aktiven Beobachter von 31 auf 29 zurück (vgl. Abb. 3). Mit 48 Instrumenten konnten insgesamt 3111 Beobachtungen gewonnen werden. Die Beobachter verteilen sich auf die Programme Wolfsche Relativzahl, Klassifikation nach Waldmeier, Pettiszahl, Inter-Sol-Index und Flecken mit blossem Auge. Die Beobachtungen werden durch MARCEL BISSEGGER zentral gesammelt und ausgewertet. Einige der Beobachtungen werden anschliessend an ausländische Beobachtergruppen weitergereicht. Die Resultate werden regelmässig im MONTHLY SUNSPOT BULLETIN und über ASTRO!NFO veröffentlicht.

Weiterführung der Wolfschen Reihe

Leider wurde der Sonnenfleckendienst des Bundesamtes für Übermittlungstruppen an der ehem. Eidgenössischen Sternwarte in Zürich per 31. Dezember 1995 eingestellt. Damit wurden die seit 1863 ununterbrochen am historischen Fraunhofer Refraktor der Eidgenössischen Sternwarte durchgeführten Sonnenfleckenzählungen offiziell beendet. An einer Tagung am 10. Februar 1996 in Bern wurde beschlossen, diese Beobachtungsreihe mit Hilfe von Beobachtungen der Sonnengruppe der SAG fortzusetzen. Hierzu ist jedoch eine sorgfältige Eichung der Amateurbeobachtungen auf die Wolfsche Skala notwendig, was nun in Zusammenarbeit mit der Rudolf Wolf Gesellschaft in Zürich, die sich für die Weiterführung dieser Beobachtungsreihe einsetzt, realisiert werden soll. Über den weiteren Fortgang dieser Bemühungen, die nicht nur neue Lösungen in der Auswertung der Amateurbeobachtungen, sondern auch zusätzliche Eichbeobachtungen an den originalen Zürcher Beobachtungsinstrumenten erfordern, werden wir künftig berichten.

Tagung in Carona vom 15./16. Juni 1996

Am dritten Wochenende im Juni findet in der Feriensternwarte Calina in Carona die traditionelle Sommertagung der Sonnengruppe der SAG statt. Dieses Jahr wird das Hauptthema die Beobachtung und Überwachung der Sonne mit Hilfe von CCD-Kameras sein. Amateursonnenbeobachter werden hierzu ihre bisherigen Erfahrungen und Resultate vorstellen. Anmeldungen sind möglichst bald zu richten an: HANS BODMER, Schlottenbüelstrasse 9b, 8625 Gossau / ZH. Gäste sind herzlich willkommen!

Adresse des Autors:
THOMAS K. FRIEDLI
Plattenweg 32, 3098 Schliern, e-mail: friedli@math-stat.unibe.ch

Jubiläum in der Sternwarte Eschenberg: Eine Wärmeflasche für die 30'000. Besucherin

Am 8.Januar besuchte die 4. und 5. Primarklasse aus Schlatt zusammen mit ihrem Lehrer ROBERT HARTMANN und einigen Eltern die Sternwarte Eschenberg in Winterthur. Die Kids waren sich nicht bewusst, dass sich unter Ihnen der 30'000. Gast des Observatoriums befand. Umso grösser dann die Freude für die 12 jährige RAMONA MUIÑOS aus Nussberg, die vom Sternwarten-Leiter MARKUS GRIESSER zur Erinnerung das neueste Buch über das Hubble-Teleskop sowie als launiges Zusatzgeschenk an diesem nass-kalten Januar-Abend eine Bettflasche im Sternendesign geschenkt erhielt. DANIELA ANDEREGG und DEBORA MUIÑOS, die den Jubiläumseintritt knapp verpassten, durften als Trostpflaster eine Sirius-Sternkarte bzw. ein astronomisches Jahrbuch für 1996 entgegennehmen.

Die Sternwarte Eschenberg, die von der Astronomischen Gesellschaft Winterthur getragen wird, bietet seit 1979 für jedermann unentgeltliche, himmelskundliche Führungen. Für die Beobachtungen stehen zwei moderne Teleskope im Einsatz, daneben finden Diavorträge und bald auch Computerpräsentationen statt. Besonders beliebt sind die Angebote der Winterthurer Sternwarte bei Schulen, Vereinen und Firmen aus der ganzen Region. So besuchten allein im vergangenen Jahr 58 Gruppen mit weit über 1000 Teilnehmerinnen und Teilnehmern ausserhalb der öffentlichen Besuchsabende die Sternwarte. Oft ist das Observatorium auf Wochen hinaus ausgebucht. Jeweils an klaren Mittwochabenden sowie bei besonderen Himmelserscheinungen finden öffentliche Himmelsexkursionen statt.

M. GRIESSER

Geschenke für die Jubiläumsgäste der Sternwarte Eschenberg: RAMONA MUIÑOS aus Nussberg, flankiert von ihrer Schwester DEBORA (rechts) und DANIELA ANDEREGG.

Die Planeten des Pulsars PSR B1257+12

Simple Koinzidenz?

N.CRAMER

Vorwort

Im ORION 269 (August 1995) ist ein Aufsatz in frz.Sprache über den Pulsar PSR B1257+12, dem damals noch einzigen bekannten Stern mit einem echten Planetensystem, erschienen. Im ORION 272 (Februar 1996) haben wir sodann über die von zwei Astronomen am Observatoire de Genève gemachte Entdeckung eines Planeten und möglicherweise sogar eines ganzen Planetensystems beim Stern 51 Pegasi berichtet. Diese kurze, zweisprachige Mitteilung bezog sich wiederholt auf den Aufsatz über den Pulsar, und einige deutschsprachige Leser (darunter der Übersetzer) haben den Wunsch geäussert, der Artikel über den Pulsar möge übersetzt werden. Nun liegt die Bearbeitung vor, acht Monate nach ihrem ersten Erscheinen, aber das Thema hat nichts von seiner Aktualität verloren. N. CRAMER

Der Millisekunden-Pulsar PSR B1257+12 wurde im Februar 1990 von A. WOLSZCZAN mit dem 305 m Radioteleskop von Arecibo bei der systematischen Suche nach solchen Objekten in hohen galaktischen Breitengraden entdeckt.

Entgegen unseren Erwartungen sind diese extrem schnellen Pulsare keine jungen Neutronensterne. Ursache für die hohe Rotationsgeschwindigkeit ist sehr wahrscheinlich die Wechselwirkung mit seinem Begleitstern nach dessen Entstehung.

Die Anwesenheit von Pulsaren in Binärsystemen wirft eine Reihe von Fragen auf. Die Supernova-Explosion vom Typ II eines hinreichend massiven Sterns ($M_{ini}>8M_\odot$), dessen Eisenkern bei der Implosion zur Bildung eines Neutronensterns (und möglicherweise in gewissen Fällen zu der eines schwarzen Lochs) führt, muss sich i.a. als nicht ganz symmetrischer Vorgang abspielen. Die isolierten Pulsare bewegen sich tatsächlich mit einer mittleren Geschwindigkeit von 400 km/s durch den Raum, und verschiedene andere Indizien weisen ebenfalls darauf hin, dass die Pulsare bei ihrer Entstehung einen kinetischen Impuls erhalten, der ihnen eine Geschwindigkeit zwischen 100 und 600 km/s erteilt. Wenn ein Partner eines Binärsystems eine derart gewaltige Beschleunigung erfährt, die mit dem Auswurf von mindestens der halben Masse des explodierenden Sterns verbunden ist, so ist dieses Ereignis a priori nicht sehr günstig für den Fortbestand der dynamischen Verbindung des Paares. Alles hängt jedoch von der Richtung des Impulses ab, den der Überrest der Supernova erfährt, und unter gewissen Umständen (z.B. Impulsrichtung im Gegensinn der Umlaufbahn) könnte dieser Effekt sogar zur *Stabilisierung* des resultierenden Systems beitragen.

Ein solches Szenario entspricht dem sog. *regenerierten Pulsar-Modell*, das sich wie folgt abspielt: Anfänglich besteht ein Doppelsystem, dessen Komponenten nur wenig getrennt sind. Die Hauptkomponente, deren Masse zu Beginn über der kritischen Masse einer Supernova ($\approx 8M_\odot$) liegt, hat einen Begleiter von geringerer Masse ($M \leq 1\ M_\odot$). Die Entwicklung des erstern und die Aufblähung seiner Hülle verursachen einen dynamisch instabilen Massentransfer zu seinem Begleiter hin. Die Reibung des Begleiters an dieser Hülle vermindert seinen Drehimpuls und demzufolge beginnt er sich der Hauptkomponente auf einer Spiralbahn zu nähern. Das Resultat ist die Bildung eines kompakten binären Systems, das sich einerseits aus dem produzierten Heliumkern der Hauptkomponente und anderseits aus dem masseärmeren Begleiter zusammensetzt. Nach erfolgter Supernova-Explosion wird der letztere (vorausgesetzt, das System überlebt dynamisch) den restlichen Neutronenstern zum Partner haben. Im Laufe der weiteren Evolution des masseärmeren Sterns findet nun in umgekehrter Richtung ein umfangreicher Materietransfer zum Pulsar hin statt und führt dort zur Ausbildung einer Akkretionsscheibe. Gleichzeitig beschleunigt die Übertragung von Drehimpuls die Rotationsgeschwindigkeit des Neutronensterns, bis seine Periode nahe bei einer Millisekunde liegt. Wegen der starken Korpuskularstrahlung, die vom Pulsar ausgeht, und wegen der Nähe des Begleiters kann letzterer sogar nach und nach «evaporiert» und von der Akkretionsscheibe geschluckt werden, ein Vorgang, der zu einem isolierten Millisekunden-Pulsar führt.

Es wurden noch andere Mechanismen für die Entstehung eines Neutronensterns aus einem Doppelsternsystem vorgeschlagen, *so der durch Akkretion ausgelöste Zusammensturz*. Der Vorläufer wäre ein weisser Zwerg, der auf Kosten seines Begleiters auf dem Weg über eine Akkretionsscheibe Materie schluckt. Sobald er dann die Chandrasekhar-Grenze erreicht hat, stürzt er in sich zusammen und endet in einem Neutronenstern. Der Ch.-Grenzwert hängt von der chemischen Zusammensetzung ab und wird in Anzahl Sonnenmassen ausgedrückt mit

$$M_{ch} = 5.75(Z/A)^2 M_\odot,$$

wo Z die Kernladungszahl (Anzahl Protonen) und A das Atomgewicht (Anzahl Protonen und Neutronen des Kerns) bedeuten. Für einen weissen Zwerg, der die Endphase in der Evolution eines Sterns von der initialen Masse M_{ini} weniger als $8M_\odot$ darstellt und hauptsächlich aus Kohlenstoff und wenig Sauerstoff besteht, beträgt diese Grenzmasse $1.44M_\odot$. Die Beschleunigung der Rotation findet auf die gleiche Weise statt, wie sie auch dem obigen Modell zugrunde liegt. Dieses Szenario «Stille Supernova» hat den Vorzug, keinen kinetischen Impuls zu fordern und ein wesentlicher Teil des Massenverlustes könnte mit der Änderung der Bindungsenergie in Zusammenhang gebracht werden. Ausgedrückt als Bruchteile von Sonnenmassen beträgt diese Änderung der Energie ungefähr (ZELDOVICH und NOVIKOV, 1971)

$$\Delta M \cong (3GM_{wd}/5R_{ns}c^2) \cong 0.2M_\odot$$

wo M_{wd} die Masse des weissen Zwerges ($\cong 1.5M_\odot$)und R_{ns} den Radius des Neutronensterns (≈ 7 km) bedeutet. Dieser Transfermechanismus von Materie aus der Hülle des Begleiters ist der gleiche, wie er postuliert wird für die variablen Eruptionsveränderlichen, wo die Schicht Wasserstoff, die sich nach und nach durch Akkretion auf dem weissen Zwerg ansammelt, vereinzelt gewaltige oberflächliche thermonukleare Explosionen erzeugt. Auf diese Weise wird meist auch die Explosion einer Supernova vom Typ I erklärt. Feste Rückstände wären nachher nicht vorhanden und das binäre System würde sich auflösen. Ungewiss ist u.U. noch, ob dieser Kollaps, der von einer Reihe

von Kernreaktionen begleitet wird, nur auf eine unkomplizierte Implosion mit späterer Bildung eines Millisekunden-Pulsars beschränkt bleibt. Noch mit einer anderen Schwierigkeit ist der Forscher bei diesem Modell konfrontiert, nämlich mit dem Fehlen von Doppelpulsaren mit nur geringer Raumgeschwindigkeit, wie dieses Szenario es vorsehen würde. Wie auch immer PSR B1257+12, dieser Pulsar mit einer Periode von 6.2 Millisekunden, entstanden sein mag, er hat keinen Begleitstern (oder keinen mehr), ist aber interessant, weil er das einzige *Planetensystem* besitzt, das ausser dem unsrigen bekannt ist.

Im Jahr 1992 wurden von A. WOLSZCZAN und D.A. FRAIL anhand der Analyse der Zeitverschiebungen beim Empfang der Impulse vom Pulsar zwei Planeten entdeckt. Die extreme Konstanz der Eigenfrequenz eines Pulsars erlaubt nämlich, Veränderungen in seiner Radialgeschwindigkeit, die sich durch Phasenverschiebung der eintreffenden Impulse zu erkennen geben, äusserst genau zu messen. Die Genauigkeit ist fast 2000 mal höher als diejenige der besten, heute zu Verfügung stehenden, spektroskopischen Verfahren. Diese Variationen der registrierten Periode sind sehr klein. Sie erreichen im vorliegenden Fall ±15 Picosekunden, was Radialgeschwindigkeiten von ±0.7 m/s und maximalen Ortsverschiebungen von ±900 km auf der Visierlinie entspricht (zum Vergleich: Jupiter bewegt die Sonne mit 10 m/s über rund 900'000 km).

In ihrer Analyse zeigen die Autoren, dass sich die Frequenzvariationen des Pulsars PSR B1257+12 komplex verhalten, was optimal mit der Existenz zweier Planeten vereinbar ist. Ihre Massen sollen jeweils $3.4(M_\oplus/\sin i)$ und $2.8(M_\oplus/\sin i)$, ihre Distanzen vom Pulsar 0.36 und 0.47 AE und ihre Umlaufperioden 66.6 und 98.2 Tage betragen. $M_\oplus$ ist die Masse der Erde, i der Winkel, den die Orbitalachse mit der Visierlinie bildet. Diese Werte basieren auf der berechtigten Annahme, dass die Masse des Pulsars 1.4 $M_\odot$ betrage: Es handelt sich um einen Wert nahe der Chandrasekhar-Masse. Nach Modellrechnungen liegt der Bereich der Stabilität für Neutronensterne zwischen 1.4 und 1.5 $M_\odot$. Die wenigen Neutronensternmassen, die bisher in Doppelsternsystemen gemessen werden konnten, sind ebenfalls von dieser Grössenordnung.

Die Autoren verzeichnen jedoch eine zusätzliche, die Messungenauigkeit übersteigende Periodenvariation und schliessen daraus auf die mögliche Existenz eines, wenn nicht sogar zweier weiterer, weniger massiver Planeten. Sie bemerken auch die fast perfekte Orbitalresonanz von 3/2 der beiden zuerst entdeckten Planeten. Der innere Planet durchläuft 2.95 (≈3) mal seine Bahn, während der äussere 2 Umkreisungen macht. 1994 nahm WOLSZCZAN seine Arbeit wieder auf und zeigte, dass diese leichte Unvollkommenheit der Verknüpfung der Planetenbahnen auf eine obere Grenze der Planetenmassen schliessen lässt. Das setzt allerdings voraus, dass die Bahnen nicht stark von der Visierlinie abweichen, denn $\sin i$ muss nahe bei 1 liegen. Bei einer erneuten Analyse der Empfangszeiten der Impulse fand er tatsächlich den dritten Planeten, der weniger massiv als die beiden andern ist; seine Masse beträgt $M = 0.015(M_\oplus/\sin i)$, seine Distanz vom Pulsar 0.19 AE. Mit Recht darf man annehmen, dass dieses Objekt die Orbitalebene seiner beiden massiveren Begleiter teilt.

Ein derart exotisches Objekt wie einen Pulsar mit einem Planetensystem mit mindestens drei Körpern von respektabler Grösse und fast kreisförmigen Umlaufbahnen zu finden, ist recht überraschend. Noch erstaunlicher ist nach T. MAZEH und I. GOLDMAN (1995) die Ähnlichkeit der Masstäbe dieses Systems mit denen unseres innern Sonnensystems. Unter der Annahme, dass $\sin i = 1$ sei, wie das WOLSZCZAN vorschlägt, und dass man die Distanz des 3. Planeten (in unserem Fall die Erde) zum Zentralstern als Einheit nimmt, entsteht das Diagramm Fig.1, wo

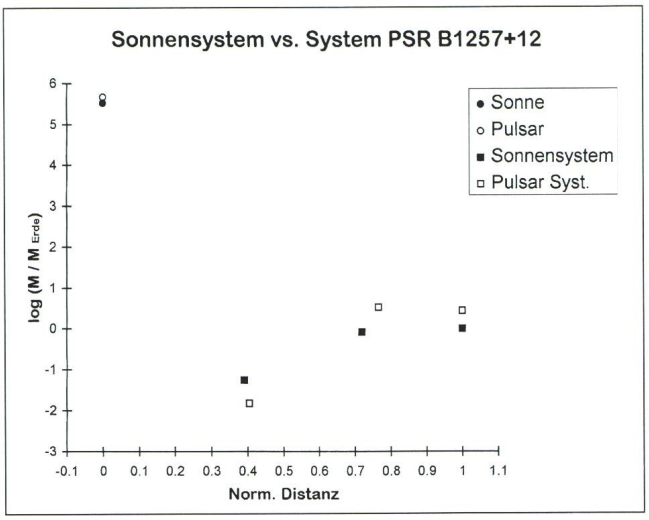


Fig. 1: Vergleich der Massen und normierten Distanzen der drei ersten Planeten der beiden Systeme (nach T. MAZEH und I. GOLDMAN). Die beiden Masstäbe der Distanzen sind normiert auf die Einheit (1AE) für den dritten Planeten (die Erde in unserem Fall), wobei der vom Pulsar um den Faktor 2.13 erweitert ist. Die Massen, ausgedrückt in Erdmassen, erfuhren keine Erweiterung. Diese Darstellung illustriert die bemerkenswerte Übereinstimmung des «bidimensionalen» Charakters dieser beiden Planetensysteme.

die Logarithmen der Planetenmassen (Einheit = 1 $M_\oplus$) als Funktion der normierten Distanzen (Einheit = 1AE) aufgezeichnet sind. Die weitgehende Übereinstimmung der beiden Planetensysteme ist frappant. Ein logarithmischer Masstab tendiert natürlich immer zur Abschwächung der Streuung. Doch hier bilden die sich entsprechenden Massen sehr deutliche Gruppen und dies in jedem Fall über eine Skala von 7 Grössenordnungen. Die Ähnlichkeit ist noch auffallender auf der linearen Skala der Distanzwerte. Die Übereinstimmung ist jedoch auf diese drei inneren Planeten beschränkt. Der Pulsar hat nichts Ebenbürtiges zu unserem äusseren Sonnensystem mit seinen Riesenplaneten aufzuweisen.

Die Erklärung, weshalb wir unverhofft eine Anzahl Planeten in Begleitung eines Pulsars entdecken, bevor wir sie bei den «gewöhnlichen» Sternen, vergleichbar unserer Sonne, finden, liegt bei der ausserordentlich hohen Genauigkeit, mit der wir die Veränderungen ihrer Radialgeschwindigkeit messen können. Die Präzision bei Messungen an Pulsaren beruht auf Zeitmessungen, einer Technik, die wir heute meisterhaft beherrschen. Die Regelmässigkeit der Frequenz, mit der die Impulse vom Stern ausgesandt werden, erlaubt uns gewissermassen eine «Interferometrie» seines Signals mit unsern Uhren vorzunehmen. Bei der klassischen Bestimmung der Radialgeschwindigkeit wird der Dopplereffekt mehr «mechanisch» als Verschiebung von Spektrallinien gemessen, womit eine so hohe Präzision schwer zu erreichen ist. Man denkt unwillkürlich an das Problem, das sich im 17. und 18. Jh. bei der Messung der astronomischen Einheit stellte und das Halley 1677 auf die Idee brachte, die Triangulation mit der Methode des Venusdurchgangs vorzunehmen (s. ORION 225, April 1988), denn es war schon damals einfacher, eine Zeitdifferenz mit hoher Genauigkeit zu messen, als eine Differenz von zwei Winkeln. Bei einem «gewöhnlichen» Stern wird die präzise Messung der Ortsveränderung seines Gravitationszentrums noch erschwert durch die grossmasstäblichen Bewegungen seiner Atmosphäre, wo das Licht emittiert wird, das wir mit unsern Instrumenten wahrneh-

men (Pulsationen, Flecken, Supergranulation, etc.). Aber an dem Tag, an dem es möglich sein wird, die Variationen der Radialgeschwindigkeit von normalen Sternen mit der Genauigkeit von m/s zu messen, werden wir höchstwahrscheinlich eine grosse Zahl planetarischer Systeme entdecken, insbesondere dort, wo ihre Entstehung viel natürlicher scheint als in der feindlichen Umgebung eines Pulsars in voller Aktivität.

Die Planeten von Pulsar PSR B1257+12 sind bestimmt erst nach der Geburt des Neutronensterns aufgetreten, wahrscheinlich in Verbindung mit der Akkretionsscheibe, die von den Resten seines Begleiters gespiesen wurde. Die Planeten unseres Sonnensystems haben sich ebenfalls in den letzten Phasen der Evolution der solaren Akkretionsscheibe (protoplanetare Scheibe) gebildet. Die Umstände sind jedoch in den beiden Fällen sehr verschieden. Der Pulsar hat möglicherweise mit seiner Strahlung den Begleiter zerstört und man fragt sich zu Recht, wie in einer derartigen Umgebung überhaupt Planeten entstehen konnten. Wir haben uns aber anhand dieser kurzen Darstellung überzeugen können, dass diese beiden einzigen bis heute bekannten Planetensysteme in zweifacher Hinsicht auffallend übereinstimmen. Man stellt sich deshalb gemeinsam mit T. MAZEH und I. GOLDMAN die naheliegende Frage, ob allenfalls der Planetenbildung ein allgemeingültiges Gesetz zugrunde liegt. Oder stehen wir lediglich vor einer simplen Koinzidenz?

(Übersetzung: Dr. H.R. Müller)

Literatur:

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.

Die Sonne und ihre Beobachtung

Die Sonne ist im Moment nicht sehr aktiv, trotzdem erscheinen immer wieder Phänomene, welche sich lohnen, diese zu beobachten. Gerade für den Anfänger, welcher sich eingehender mit der Bestimmung und Klassifizierung von Sonnenflecken beschäftigen möchte, ist diese Zeit sehr ideal. Die Erscheinung von Sonnenflecken, Protuberanzen usw. verändern sich in rascher Folge und stellen ein lebendiges Bild der Sonne dar.
Im Kurs soll zuerst gezeigt werden, mit welchen einfachen Mitteln die Sonne beobachtet werden kann. (Augenbeobachtungen durch verschiedene Filtergläser und Feldstecher). Im weiteren Verlauf des Kurses soll aber auch vermittelt werden, wie bei der Beobachtung der Sonne in systematischer Art und Weise vorgegangen werden soll. Dabei werden auch die geeigneten Instrumente und Geräte gezeigt. Andererseits soll auch auf die Sonne selbst, d.h. auf den physikalischen Aufbau, die solare Energieerzeugung und auf die mannigfaltigen Erscheinungen eingegangen werden. Der Kurs umfasst also praktische und auch theoretische Teile, die sich jedoch kurzweilig abwechseln. Zum Kurs wird eine ausführliche Dokumentation abgegeben.

Aus dem Themenkreis

1. Praktischer Teil

- Die Beobachtung der Sonne mit einfachsten Mitteln (Blosses Auge, Feldstecher)
- Die Bestimmung der Sonnenfleckenrelativzahl, Fleckenklassifizierung mit Übungen, richtige Protokollierung
- Das geeignete Instrumentarium zur Beobachtung der Sonne im Fernrohr (Sonnenfilter, verschiedene Optiken usw.)
- Positionsbestimmung von Sonnenflecken
- Zeichnen von Sonnenflecken ab Fernrohr a) freihand; b) ab Projektion
- Sonnenphotographie, die geeigneten Filme, die Entwicklung des Filmmaterials, Anfertigen von Kopien
- Die Beobachtung von Protuberanzen am Sonnenrand mit einem Protuberanzenansatz

2. Theoretischer Teil

- Die Sonne als Fixstern, die Zustandsgrössen der Sonne, Aufbau der Sonne.
- Die Energieerzeugung der Sonne
- Sonnenfinsternisse
- Die Phänomene der Sonne im weissen Licht (Sonnenflekken, Fackeln, Randverdunkelung)
- Die aktive Sonne und dessen Erscheinungen: 11 jähriger Zyklus, Eruptionen, Korona. Die Beobachtung der Sonne in der H-alpha-Linie des Wasserstoffes
- Moderne Sonnenforschung
- Sonne und Erde; Beeinflussung der Erde durch die Sonne und ihre Phänomene (Beeinflussung des geomagnetischen Feldes, der Ionosphäre, Polarlichterscheinungen)
- Die Entwicklung der Sonne - Ein Lebenslauf

Zeitpunkt:
Montag, 29. April; 09.30 Uhr bis und mit Freitag, 3. Mai 1996 (Anreise Sonntag, 28. April; - Rückreise Samstag, 4. Mai 1996)
Kurszeit:
Jeweils vormittags 09.30 Uhr bis ca. 12.00 Uhr, (der Nachmittag ist frei) sowie am Abend von 20.00 Uhr bis ca. 21.30 Uhr. Anschliessend bei klarer Witterung Beobachtungen in der Sternwarte.
Kurskosten: Fr. 150.– inkl. Kursmaterial
Unterkunft:
Das Ferienhaus, welches zur Sternwarte gehört, bietet 2 Ferienwohnungen mit separatem Bad/WC und Küche an. Im weitern stehen 6 Einzel/Doppelzimmer mit gemeinsamer Küche, Bad/WC zur Verfügung. In jedem Zimmer fliessendes, kaltes und warmes Wasser.
Im Dorf sind weitere gute Unterkunftsmöglichkeiten vorhanden. (Hotel Villa Carona usw.) Fussmarsch zur Calina ca. 5 Minuten.

Kursanmeldung und weitere Auskünfte:
HANS BODMER, Schlottenbüelstrasse 9b,
CH-8625 Gossau/ZH -Tel. 01/936 18 30 abends.

Es hat noch einige Plätze frei!

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato 2/96
Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

SAG · SAS

Redaktion: ANDREAS TARNUTZER, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

52. Generalversammlung 52e Assemblée générale 52ma Assemblea generale

Neuchâtel, 3.-5. Mai/Maggio 1996

	Programm	Programme	Programma
	Freitag 3. Mai	*Vendredi 3 mai*	*Venerdi 3 maggio*
1800-2000	Öffnung des Tagungsbüros auf dem Bahnhof	Ouverture du secrétariat à la gare	Apertura del segretariato presso la stazione
	Samstag 4. Mai	*Samedi 4 mai*	*Sabato 4 maggio*
0800-1015	Öffnung des Tagungsbüros an der Sternwarte	Ouverture du secrétariat à l'Observatoire	Apertura del segretariato all'Osservatorio
1015-1230	Besuch der Sternwarte, Apero und Begrüssungsansprache	Visite de l'Observatoire, apéritif et allocution de bienvenue	Visita dell'Osservatorio, aperitivo e saluti di benvenuto.
1245-1400	Mittagessen in der Cité Universitaire	Dîner à la Cité Universitaire	Colazione alla Cité Universitaire
1415-1545	Generalversammlung in der Aula de l'Université	Assemblée Générale à l' Aula de l'Université	Assemblea generale nell' Aula de l'Université
1615-1730	Öffentlicher Vortrag von Prof. GIOVANNI BUSCA: *La mesure du temps*	Conférence publique du	Conferenza pubblica del
1745-1915	Öffentlicher Vortrag von Prof. CATHERINE TURON: *Le satellite européen HIPPARCOS: un renouveau pour les bases de l'astronomie et de l'astrophysique.*	Conférence publique de la	Conferenza pubblica della
1930-2030	Abendessen in der Cité Universitaire	Souper à la Cité Universitaire	Cena nella Cité Universitaire
2045-2130	Öffentlicher Vortrag von ANDREA MANNA: *Il lavoro attuale alla Specola Solare di Locarno*	Conférence publique de	Conferenza pubblica di
	Sonntag 5. Mai	*Dimanche 5 mai*	*Domenica 5 maggio*
	Aula de l'Université	Aula de l'Université	Aula de l'Université
0915-1045	Öffentlicher Vortrag von Prof. GASTON FISCHER: *L'évolution au cours des âges de notre perception du Cosmos*	Conférence publique du	Conferenza pubblica del
1100-1230	Öffentlicher Vortrag von Prof. GERHARD BEUTLER: *Fundamentalastronomie, Geodynamik und Satellitengeodäsie*	Conférence publique du	Conferenza pubblica del
1245-1345	Mittagessen in der Cité Universitaire	Dîner à la Cité Universitaire	Colazione alla Cité Universitaire
1400	Abfahrt nach Papiliorama/Nocturama de Marin	Départ pour Papiliorama/Nocturama de Marin	Partenza per Papiliorama/Nocturama de Marin
1430-1530	Besuch	Visite	Visita

Inscrivez-vous pour les repas ... avec tombola surprise!

Melden Sie Sich für die Mahlzeiten ... Tombola!

Generalversammlung 1996 in Neuchâtel

Traktanden

1. Begrüssung durch den Präsidenten der SAG
2. Wahl der Stimmenzähler
3. Genehmigung des Protokolls der 51. GV vom 6. Mai 1995
4. Jahresbericht des Präsidenten
5. Jahresbericht des Zentralsekretärs
6. Jahresbericht des Technischen Leiters
7. Jahresrechnung 1995, Revisorenbericht
8. Entlastung des ZV
9. Budget 1997. Mitgliederbeiträge 1997
10. Verleihung des Robert A. Naef-Preises
11. Neuwahl von Vorstandsmitgliedern
12. Wahl der Rechnungsrevisoren
13. Wahl des Präsidenten
14. Statutenänderung
15. Anträge von Sektionen und Mitgliedern
16. Bestimmung von Ort und Zeit der GV 1997
17. Verschiedenes

Zu Traktandum 14

Der Zentralvorstand schlägt der Generalversammlung vor, Art. 21b) der Statuten wie folgt zu ergänzen:

«Die Amtszeit des mit der ORION-Redaktion beauftragten ZV-Mitgliedes kann ausnahmsweise drei Amtsperioden überschreiten; das betreffende ZV-Mitglied muss aber – wie die übrigen ZV-Mitglieder – alle vier Jahre wiedergewählt werden.»

Assemblée générale 1996 à Neuchâtel

Ordre du iour

1. Allocution du président de la SAS
2. Election des scrutateurs
3. Approbation du procès-verbal de la 51e AG du 6 mai 1995
4. Rapport annuel du président
5. Rapport annuel du secrétaire central
6. Rapport annuel du directeur technique
7. Finances 1995. Rapport des vérificateurs des comptes
8. Décharge du CC
9. Budget 1997. Cotisations 1997
10. Attribution du prix Robert A. Naef
11. Election de nouveaux membres du Comité Central
12. Election des vérificateurs des comptes
13. Election du président
14. Modification des statuts
15. Propositions des sections et des membres
16. Fixation du lieu et de la date de l'AG 1997
17. Divers

Proposition du point 14

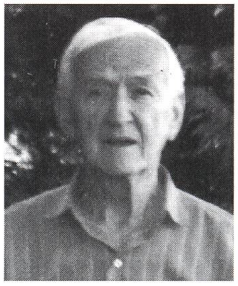
Le comité central propose à l'assemblée générale de compléter l'article 21b des statuts comme suit:

«La durée du mandat du membre du CC responsable de la rédaction d'ORION peut toutefois dépasser trois périodes dans des cas exceptionnels. La personne en question doit cependant, tout comme les autres membres du CC, être réélue tous les quatre ans.»

Walter Bohnenblust

WALTER BOHNENBLUST ist am 5. Januar 1996 im Alter von 83 Jahren verstorben. Die Schweizer Amateurbewegung hat mit ihm einen namhaften Exponenten und Förderer verloren. Er prägte in den 60er und 70er Jahren nicht nur die ***Badener Astronomische Gesellschaft,*** *sondern über diese hinaus das Amateurgeschehen in der Schweiz in erheblichem Masse.*

Der Schreibende lernte ihn 1966 bei einem Spiegelschleifkurs kennen. Die Badener Gesellschaft war zu dieser Zeit eine kleine Gruppe mit nur wenigen Mitgliedern. Walter entwickelte sich bald zum treibenden Motor des Geschehens in dieser Gruppe. Auf diesen ersten Schleifkurs in der Region folgte bald ein zweiter mit 18 Teilnehmern und einer ganzen Reihe bedeutender Folgeaktivitäten. Damit die Spiegel nicht in Ermangelung geeigneter Montierungen in einem Winkel verstaubten, organisierte er ein Montierungsbau-Team, in dem bald einmal die legendäre ***«Badener Montierung»*** *vorgestellt werden konnte. Die Nachfrage war so gross, dass auf sein Betreiben hin bald eine gut eingerichtete Werkstätte in einer alten Militärbaracke mit einem motivierten Instrumentenbau-Team zur Verfügung stand.*



Etwa zu dieser Zeit übernahm er auch das Präsidium der Badener Gesellschaft, mit von Jahr zu Jahr steigender Mitgliederzahl. Schon Anfang der 70er Jahre zählte die Badener Gesellschaft zu einer der grössten und aktivsten in der Schweiz. Seine Bemühungen gingen jedoch weit über die lokalen Vereinsinteressen hinaus. Er bahnte Kontakte zu den anderen Gesellschaften an und pflegte hierzulande den Gedankenaustausch mit anderen namhaften Amateuren. Diese Kontakte reichten sogar über die Grenzen der Schweiz hinaus. Zahlreiche interessante Bekanntschaften bahnten sich damals an, die für den einen oder anderen von uns auch heute noch Bestand haben und von Bedeutung sind.

Um den fortgeschrittenen Instrumentenbau breiten Kreisen bekannt zu machen, organisierte er 1961 die ***Badener Spiegelschleifer- und Astroamateur-Tagung,*** *die ein grosser Erfolg wurde. 1965 ging die zweite «Badener Tagung» mit fast 800 Besuchern und einer grossen Instrumentenausstellung im* ***«Martinsberg»*** *über die Bühne. Eine Tagung, an die sich die ältere Amateurgeneration noch heute gern erinnert.*

Zu dieser Zeit reifte auch die Idee einer Vereinssternwarte an einem Ort mit günstigen Sichtverhältnissen heran. Der Schreibende erinnert sich noch an die unzähligen Wanderungen und Abende mit Walter, bei denen alle Hügel und Höhen der Umgebung mit Feldstecher und einem einfachen 60 mm Refraktor aufgesucht und auf ihre Eignung bewertet wurden. Die zielstrebige Art, wie Walter die Projekte anging und in die Tat umsetzte, führte auch hier sehr rasch zur Beobachtungsstation ***«Cheisacker»*** *mit Sternwarte und Klubhütte, die sich für die damalige Zeit sehen lassen konnte. Er verstand es, Leute für eine Idee zu begeistern und sie motiviert auf ein Ziel hinzuführen.*

Anfang der 80er Jahre und knapp nach seiner Pensionierung musste WALTER BOHNENBLUST seine astronomischen Aktivitäten stark einschränken. Ein Lebensabschnitt, in dem andere Amateure sich voll dem Hobby widmen konnten, war ausgefüllt mit der Pflege seiner schwer kranken und ans Bett gebundenen Frau. Ihren Tod hat er nur schwer verkraften können und es dauerte lange, bis er wieder in unsere Kreise zurückfand, wieder zu den Vorträgen kam und am lokalen astronomischen Geschehen teilnahm. Trotz seines hohen Alters begann er neuerlich aktiv zu werden, schaffte sich neue Beobachtungsinstrumente an und besuchte mehrmals mit G. KLAUS die Sternwarte ***Puimichel*** *in der Provence. Unerwartet hat am 5. Januar ein aktives Leben, das im Dienste der Amateurastronomie stand, ein Ende gefunden.*

H. G. ZIEGLER

SAG-Rechnung 1995

Bilanz mit Eröffnungssaldi

Nr	Bezeichnung	Eröffnungssaldo	Veränderung	Saldo
1000	Kassa SAG	63.— S	6.70 S	69.70 S
1010	Postcheck (PC-Konto 82-158-2)	1.392.76 S	833.45 S	2.226.21 S
1020	Bank (SVB KK 10-000.400.6)	5.492.34 S	3.016.81 S	8.509.15 S
1022	Bank (SVB Zst-SH 000.212.7)	58.749.95 S	1.514.45 S	60.264.40 S
	Flüssige Mittel	65.698.05 S	5.371.41 S	71.069.46 S
1047	Wertschriften (SVB Depot 012.830.0)	150.630.— S	25.000.— H	125.630.— S
1050	Transitorische Aktiven	4.572.50 S	4.100.45 S	8.672.95 S
	Wertschriften + Transitorische Aktiven	155.202.50 S	20.899.55 H	134.302.95 S
1080	Debitoren	930.20 S	8.346.20 S	9.276.40 S
	Debitoren	930.20 S	8.346.20 S	9.276.40 S
	Aktiven	221.830.75 S	7.181.94 H	214.648.81 S
2000	TP allgemeiner Art	255.95 H	–.—	255.95H
2010	TP Jungmitglieder	–.—	325.— H	325.—H
2020	TP Vollmitglieder	5.— H	14.196.— H	14.201.—H
2030	TP Auslandmitglieder	–.—	1.595.— H	1.595.—H
2040	TP Buchhandel	–.—	–.—	–.—
2050	TP Schulen, Uni's usw.	–.—	–.—	–.—
2060	TP Sternwarten	–.—	60.— H	60.—H
2100	TP Sektionsbeiträge	–.—	–.—	–.—
	Transitorische Passiven	260.95 H	16.176.— H	16.436.95H
2180	Kreditoren	4.791.30 H	568.45 H	5.359.75H
	Kreditoren	4.791.30 H	568.45 H	5.359.75H
2200	SAG-Vermögen	212.989.80 H	3,788.70 H	216.778.50H
2251	Rückstellungen	–.—	–.—	–.—
2252	Vorschlag	3.788.70 H	3.788.70 S	–.—
	Vermögen + Vorschlag	216.778.50 H	–.—	216.778.50H
	Passiven	221.830.75 H	16.744.45 H	238.575.20H
	Verlust	–.—	23.926.39 H	23.926.39H

Erfolgsrechnung mit Budget- und Vorjahresvergleich

Nr	Bezeichnung	Saldo	Vorjahr	Veränderung
3000	Orion-Zeitschrift	114.000.— S	83.960.— S	30.040.— S
3010	Drucksachen + Werbung	1.286.— S	913.— S	373.— S
	Drucksachen	115.286.— S	84.873.— S	30.413.— S
3020	Generalversammlung	3.160.— S	3.000.— S	160.— S
3030	Sekreteriat	2.347.80 S	3.784.40 S	1463.60H
3035	Anschaffungen	–.—	164.— S	164.—H
3040	Vorstand	7.134.75 S	9.160.85 S	2.026.10H
3050	Jugendorganisation	1.000.— S	500.— S	500.— S
3060	Internationale Organisationen	–.—	448.60 S	448.60H
3070	Astrotagung	241.— S	–.—	241.— S
3080	Arbeitsgruppen	1.873.25 S	4.823.60 S	2.950.35H
	Organisation	15.756.80 S	21.881.45 S	6.124.65H
3100	Taxen, Steuern usw.	986.09 S	1.159.69 S	173.60H
3200	Adressverwaltung	3.925.30 S	3.630.15 S	295.15 S
	Verwaltung	4.911.39 S	4.789.84 S	121.55 S
3410	Rückstellungen	–.—	–.—	–.—
	Vorschlag / Rückschlag	–.—	–.—	–.—
	Aufwand	135.954.19 S	111.544.29 S	24.409.90 S
4010	Jungmitglieder	600.— H	675.— H	75.— S
4020	Vollmitglieder	19.391.40 H	19.509.— H	117.60 S
4030	Auslandmitglieder	4.037.85 H	4.665.94 H	628.09 S
4040	Buchhandel	866.90 H	1264.40 H	397.50 S
4050	Schulen, Uni's usw.	–.—	1.265.— S	1.265.— S
4060	Sternwarten	110.— H	825.— H	715.— S
	Einzelmitglieder	25.006.15 H	28.204.34 H	3.198.19 S
4100	Sektionsbeiträge	75.301.— H	74.797.— H	504.—H
	Sektionsmitglieder	75.301.— H	74.797.— H	504.—H
4210	Zinsen	11.715.65 H	12.299.55 H	583.90 S
4230	Spenden	5.— H	32.10 H	27.10 S
	Zinsen + Spenden	11.720.65 H	12.331.65 H	611.— S
	Ertrag	112.027.80 H	115.332.99 H	3.305.19 S
	Verlust	23.926.39 S	3.788.70 H	27.715.09 S

ORION-Rechnung 1995

Bilanz

	Aktiven		**31.12.95**	**31.12.94**
105	SBG Köniz P. Konto		2.061.70	19.870.—
107	SBG Köniz Anl. Konto		12.295.35	12.057.—
110	Verrechn. Steuer Bern		1.286.45	870.90
120	Trans. Aktiven (Inserate 95)		5.583.—	8.724.—
			21.226.50	41.521.90
	Passiven			
220	Trans. Passiven		32.194.65	59.179.90
221	Verlustvortrag	17.658.—		
	Gewinn1995	6.689.85	–10.968.15	17.658.—
			21.226.50	41.521.90

Gewinn- und Verlustrechnung

	Einnahmen		
600	Beiträge SAG	114.000.—	84.000.—
610	Inserate (inkl. TA94)	25.812.—	25.262.—
700	Aktivzinsen (inkl. Vst.)	1.456.80	1.033.75
		141.268.40	110.295.75
	Ausgaben		
400	ORION Druck	132.103.40	122.106.65
420	Spesen (Mitarbeiter)	2.375.85	2.184.15
430	PTT und Bankgebühren	99.70	73.60
115	Auflösung Darlehen SAG		23.000.—
		134.578.95	147.364.40
	Verlust		37.068.65
	Gewinn	6.689.85	

ORION-Fonds

Bilanz mit Eröffnungssaldi

Nr	Bezeichnung	Eröffnungssaldo	Veränderung	Saldo
1023	Anlagesparkonto (SBG 455.698.J1 P)	50.945.— S	2.107.65 S	53.052.65 S
1049	Wertschriftendepot (SBG 455.698.N6)	25.100.— S	–.—	25.100.— S
1051	Transitorische Aktiven	2.337.65 S	1.163.55 S	3.501.20 S
	Wertschriften + Transitorische Aktiven	78.382.65 S	3.271.20 S	81.653.85 S
	Aktiven	78.382.65 S	3.271.20 S	81.653.85 S
2201	ORION-Fonds-Vermögen	72.300.— H	6.082.50 H	78.382.65H
2253	Vorschlag / Rückschlag	6.082.50 H	6.082.50 S	–.—
	Vermögen + Vorschlag	78.382.65 H	–.—	78.382.65H
	Passiven	78.382.65 H	–.—	78.382.65H
	Gewinn	–.—	3.271.20 S	3.271.20 S

Erfolgsrechnung mit Budget- und Vorjahresvergleich

Nr	Bezeichnung	Saldo	Abweichung	Veränderung
3001	Gebühren, Spesen usw.	53.25 S	68.— S	14.75H
3002	Beitrag an ORION-Zeitschrift	–.—	239.90 H	239.90 S
	Ausgaben	53.25 S	171.90 H	225.15 S
3421	Vorschlag	–.—	–.—	–.—
	Vorschlag / Rückschlag	–.—	–.—	–.—
	Aufwand	53.25 S	171.90 H	225.15 S
4221	Zinsen aus ORION-Fonds	3.324.45 H	5.910.60 H	2.586.15 S
4231	Spenden für ORION-Fonds	–.—	–.—	–.—
	Einnahmen	3.324.45 H	5.910.60 H	2.586.15 S
	Ertrag	3.324.45 H	5.910.60 H	2.586.15 S
	Gewinn	3.271.20 H	6.082.50 H	2.811.30 S

SAG-Budget 1996/1997

Rechnung 94, Rechnung/Budgetvergleich 95, Budget 96, Entwurf Budget 97

Aufwand		Rechnung 1994	Rechnung 1995	Budget 1995	Budget 1996 (genehmigt)	Budget 1997
3000	ORION-Zeitschrift	83.960.—	114.000.—	90.000.—	93.000.—	89.500.—
3010	Drucksachen, Werbung	913.—	1.286.—	4.000.—	1.500.—	1.500.—
3020	Generalversammlung	3.000.—	3.160.—	3.000.—	3.000.—	3.000.—
3030	Sekreteriat, Kassier	3.784.40	2.347.80	4.000.—	4.000.—	2.500.—
3035	Anschaffungen	164.—	–.—	1.000.—	1.000.—	500.—
3040	Zentral-Vorstand	9.160.85	7.134.75	7.000.—	7.000.—	7.000.—
3050	Jugendorganisation	500.—	1.000.—	3.000.—	1.500.—	500.—
3060	Internat. Organisation	448.60	–.—	1.000.—	1.500.—	500.—
3070	Astrotagung	–.—	241.—	–.—	–.—	–.—
3080	Arbeitsgruppen	4.823.60	1.873.25	4.500.—	5.000.—	4.000.—
3100	Taxen, Steuern, Mieten	1.159.69	986.09	2.500.—	2.000.—	1.000.—
3200	Adressverwaltung	3.630.15	3.925.30	2.500.—	3.500.—	4.000.—
3410	Rückstellungen	–.—	–.—	1.000.—	1.000.—	1.000.—
3420	Vor/Rückschlag	3.788.70	-23.926.39	-3.000.—	–3.000.—	–.—
Total Aufwand		**115.332.99**	**112.027.80**	**120.500.—**	**121.000.—**	**115.000.—**

Ertrag		Rechnung 1994	Rechnung 1995	Budget 1995	Budget 1996 (genehmigt)	Budget 1997
4010-4030	Einzelmitglieder	24.849.94	24.029.25	26.500.—	25.000.—	23.000.—
4040-4060	Abonnements	3.354.40	976.90	4.000.—	4.000.—	1.000.—
4100	Sektionen	74.797.—	75.301.—	78.000.—	75.000.—	75.000.—
4210	Zinsen	12.299.55	11.715.65	12.000.—	12.000.—	11.000.—
4220	Zinsen aus OF				5.000.—	5.000.—
4230	Spenden	32.10	5.—	–.—	–.—	–.—
Total Ertrag		**115.332.99**	**112.027.80**	**120.500.—**	**121.000.—**	**115.000.—**
4010-4030	Einzelmitglieder	25.000.—	105%	26250		
4040-4060	Abonnements	4.000.—	105%	4200		

U. STAMPFLI, K. NIKLAUS

Veranstaltungskalender • Calendrier des activités

In Zusammenarbeit mit astro!info

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

16. bis 19. Mai 1996
SONNE-Tagung in Violau bei Augsburg. Info: MICHAEL MÖLLER, Steiluferallee 7, D-23669 Timmersdorfer Strand.

16. bis 19. Mai 1996
Das Frühlingsteleskoptreffen auf dem Hasliberg BE. Übernachtung im gemütlichen Gasthof Berghaus. Infos schriftlich bei JAN DE LIGNIE, Affolternstr. 115, CH-8050 Zürich. Tel. 01/ 313 07 22.

24. bis 28. Mai 1996
15. Kometen- und Planetentagung in Violau bei Augsburg. Info: WOLFGANG MAYER, Martinstrasse 1, D-12167 Berlin.

25 au 27 mai 1996
«Journées portes ouvertes» de l'Observatoire D'Arbaz. A l'occasion de l'inauguration de l'observatoire des Creusets à Arbaz-Anzère, le public et tout particulièrement les astronomes amateurs de Suisse sont cordialement invités à visiter cet observatoire qui sera ouvert le jour et la nuit du samedi 25 mai au lundi 27 mai. L'observatoire se trouve à 20 minutes de Sion en voiture (service de cars postaux également). Il faut prendre la direction de la station d'Anzère et passer par Arbaz. Suivre alors les indications.

6. bis 9. Juni 1996
Österreichische Tagung der Amateurastronomen 1996. Info: Gasthaus Hirtenfeld, Windisch-Minihof (Burgenland, Österreich).

8. und 9. Juni 1996
Kolloquium. Thema: Die Geschichte derAstronomie. Leitung Prof. Dr. PAUL WILD, Bern. Feriensternwarte CALINA Carona.

12. Juni 1996
Workshop: Didaktik/Teleskop-Praxis für Newcomer. Info: G. HILDEBRANDT, 01/860 12 21. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland. Sternwarte Bülach, Eschenmosen bei Bülach.

15. Juni Nachmittag
Sonnen-Party. Astronomische Vereinigung St. Gallen, Sternwarte Brand. Durchführung: Tel. 181 (10 bis 14 Uhr). Ausweichdatum 22.6.

15. und 16. Juni 1996
12. Sonnenbeobachtertagung SoGSAG in Carona.

18. bis 21. Juni 1996
18 au 21 juin 1996
9. Generalversammlung der Internationalen Union der Amateur-Astronomen und 2. GV der Europäischen Sektion der IUAA in Luzern. «Congress on Amateur Astronomy Today.»
9e Assemblée Générale de l'Union Internationale des Astronomes Amateur et 2e AG de la Section Européenne de l'UIM à Lucerne. «Congrès sur l'astronomie d'amateur aujourd'hui».

22. Juni 1996
ab 13 Uhr: 2. Astrofloh im Collège «Ste. Croix», Route des Fougères, 1700 Fribourg. Info: BERND NIES, Chindismülistrasse 6, 8626 Ottikon.

29 July to 17 August 1996
32nd International Astronomical Youth Camp in Coucouron, France. Info: IWA e.V., c/o GWENDOLYN MEEUS, Schapenstraat 11, B-3000 Leuven.

12. bis 16. August 1996
«Woche des offenen Daches». Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland, Bülach. Sternwarte Bülach, Eschenmosen bei Bülach.

11. September 1996
Workshop: Teleskop-Praxis für Newcomer. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland. Sternwarte Bülach, Eschenmosen bei Bülach. Info: G. HILDEBRANDT, 01/860 12 21.

13. bis 15. September 1996
«The 8th Swiss Star Party» Gurnigel Passhöhe. Info: PETER STÜSSI, Lochäckerstrasse 12, 8302 Kloten. 01/813 66 97.

16. bis 21. September
Elementarer Einführungskurs in die Astronomie, mit praktischen Übungen am Instrument der Sternwarte. Feriensternwarte CALINA Carona. Leitung: HANS BODMER, Gossau ZH.

19 to 22 September 1996
International Meteor Conference, at Apeldoorn in the Netherlands. International Meteor Organization IMO. Info: INA RENDTEL, Gontardstrasse 11, D-14471 Potsdam.

27. September 1996
Sonderveranstaltung «Totale Mondfinsternis». Sternwarte Bülach, Eschenmosen. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland.

7. bis 11. Oktober 1996
«Woche des offenen Daches». Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland, Bülach.

7. bis 12. Oktober 1996
Einführung in die Astronomie. Leitung HANS BODMER, Schlottenbühlstrasse 9b, CH-8625. Feriensternwarte CALINA Carona.

12. Oktober 1996
Sonderveranstaltung «Partielle Sonnenfinsternis». Sternwarte Bülach, Eschenmosen. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland.

14. bis 19. Oktober 1996
Sonnenuhren kennen- und verstehen lernen. Leitung HERBERT SCHMUCKI, Wattwil. Feriensternwarte CALINA, Carona.

20. Oktober 1996
Tag der offenen Türe. Sternwarte Hubelmatt. Astronomische Gesellschaft Luzern.

23. Oktober 1996
Workshop: «Alte Objekte neu gesehen»/Teleskop-Praxis für Newcomer. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland. Sternwarte Bülach, Eschenmosen. Info: G. HILDEBRANDT, 01/ 860 12 21.

Kennen Sie den Lesemappendienst der SAG? Nein?
Rufen Sie an: 071. [8] 41 84 41 ! Die Lesemappe enthält derzeit 7 Zeitschriften aus Deutschland, Frankreich und USA.

Cieli rubati

J. DIEGUEZ

Il fronte dell'inquinamento luminoso avanza. In Svizzera l'arco alpino offre luoghi sufficientemente bui per le osservazioni astronomiche, ma fino a quando? Entro i prossimi 20 anni l'espansione dei comuni insediati nelle vallate ci darà lo scacco matto.

Non possiamo permettere che ciò accada. Dobbiamo sensibilizzare l'opinione pubblica e le autorità, convincerle ad abbandonare le lampade ai vapori di mercurio, in favroe di quelle al sodio. Tale misura, non solo gioverebbe al cielo notturno ma anche al bilancio economico e all'ambiente.

La Società Astronomica Svizzera deve creare un gruppo di lavoro con il compito di verificare il livello dell'inquinamento luminoso sul territorio nazionale e promuovere le misure necessarie per limitare questo fenomeno.

Non perdiamo il treno, il momento per agire è favorevole, non siamo gli unici a volere un uso più razionale dell'illuminazione pubblica.

Il Consiglio Federale con l'azione die E2000 ha definito un obiettivo chiaro e insiscutibile; stabilizzare e poi diminuire il consumo di energie fossili, ridurre l'aumento e poi stabilizzare il consumo di elettricità.

L'Ufficio Federale dell'Energia ha sostenuto finanziariamente l'elaborazione delle direttive per l'illuminazione delle strade da parte delle Aziende elettriche friburghesi. Ho ricevuto dal centro di coordinazione E2000 della Svizzera italiane, il rapporto contenente le direttive «**L'energie dans l'éclairage public**» nel quale si raccomanda l'uso di lampade al sodio in alta pressione e la riduzione dell'intensità dopo una certa ora o addirittura lo spegnimento dove le circostanze lo permettoneo.

Cito una frase molto significativa estratta da questo rapporto: **La presente directive «L'énergie dans l'éclairage public» a pour objectif une utilisation écologique, modérée et économique de l'énergie destinée à l'éclairage public».**

Il centro di coordinazione E2000 di Lugano e l'Ufficio Infoenergia di Bellinzona vedono positivamente un nostro apporto nell'intensificazione dell'informazione a livello pubblico. Chi saranno i miei colleghi oltre Gottardo? Annunciatevi alla Redazione a livello pubblico. Chi saranno i miei colleghi oltre Gottardo? Annunciatevi alla Redazione di ORION o al mio indirizzo (Italiano - francese - spagnolo).

Obiettivi da raggiungere:

- limitazione degli orari per l'illuminazione dei monumenti e dell' insegne pubblicitarie o almeno riduzione dell'intensità dopo certi orari;
- l'illuminazione di stabili, monumenti ecc., deve limitarsi alle loro superfici, evitando come spesso accade di dirigere fasci di luce verso il cielo;
- messa al bando dei proiettori pubblicitari delle discoteche (in Ticino sono vietati da una legge cantonale) e dei globi per l'illuminazione esterna.
- promuovere il sodio in bassa pressione, d'accordo, la luce è monocromatica ma l'efficienza é da record. Inquina poco il cielo perché la sua emissione interessa un solo colore dello spettro visibile attorno a 5983 angström.
  Pensate che la città di Crawford (Stati Uniti) che ha convertito tutte le sue lampade nel tipo al sodio in bassa pressione, risparmia ben 3 milioni di dollari all'anno ed i cittadini riescono a vedere ancora la via lattea.

Perché si vede meglio con la luce al sodio?

Per natura, i recettori dell'occhio umano (coni e bastoncelli) sono più sensibili alle lunghezze d'onda tra il verde ed il giallo, proprio dove irradia maggiormente il sodio.

In caso di pioggia; dato che l'asfalto diventa più nero e assorbe maggiormente le radiazioni luminose, con l'illuminazione ai vapori di mercurio si perde completamente il contrasto mentre che con il sodio la situazione rimane quasi inalterata, infatti la radiazione giallo-verde molto intensa di queste lampade anche se diminuita, viene percepita ancora molto bene dal occhio.

I costi

- Una lampada ai vapori di mercurio di 125 W costa fr. 14.–
- Una lampada al sodio in alta pressione di 70 W (l'equivalente della prima) costa fr. 35.–, si può sostituire senza alcuna modifica.
- 55 W risparmiati per 4300 ore annue equivalgono a 236 KWh per 10 cts. = fr. 23.60. La differenza di prezzo è stata ammortizzata.
- La vita delle due lampade è 60000 ore.

Se consideriamo 100000 punti luce, abbiamo un risparmio di 23.6 mio di KWh = 2.3 mio di franchi.

Per produrre 23.6 KWh con i pannelli solari (rendimento 120 KWh all'anno per metro quadrato) ci vuole una superficie di 19.6 Km quadrati e almeno 400 mio di franchi.

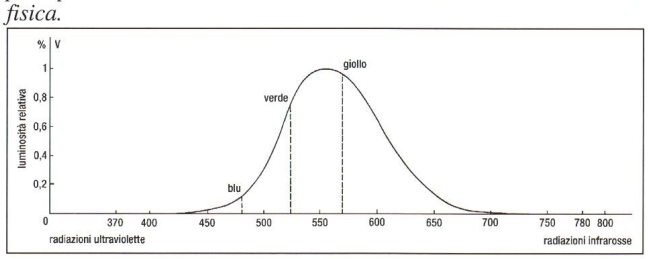
Conclusione

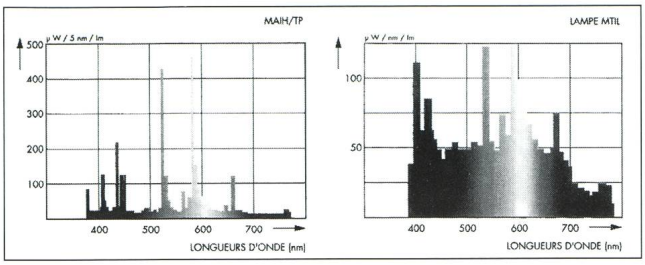
Visto che più del 30% della popolazione svizzera pone grandi speranza nella tecnologia fotovoltaica, sicuramente vedrà di buon occhio l'illuminazione al sodio.

Efficenze di alcuni tipi di lampade:

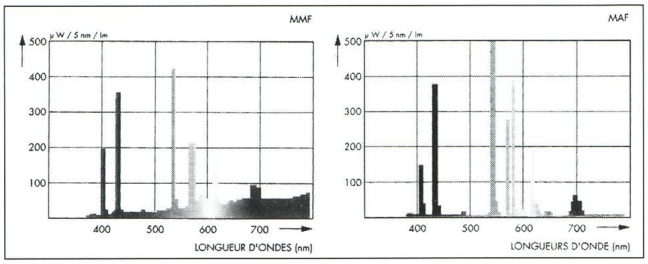
TIPO	Lumen/Watt
Incandescenza	20
vapori di mercurio	54
ioduri metallici	80
sodio ad alta pressione	125
sodio a bassa pressione	183

Questa curva indica il differente grado di luminosità, quale viene percepita dal nostro occchio, tra onde visibili della stessa intensità fisica.

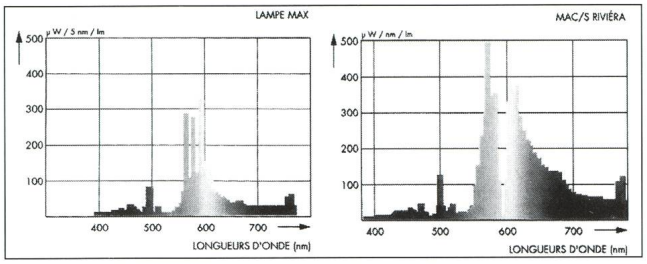




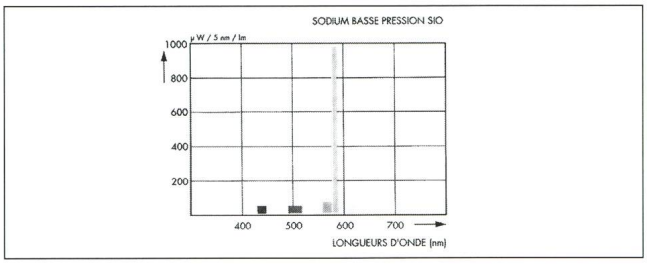
Ioduri Metallici



Vapori di Mercurio

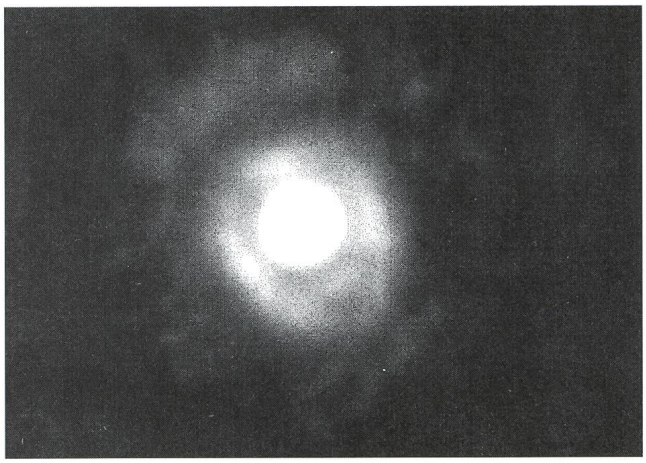


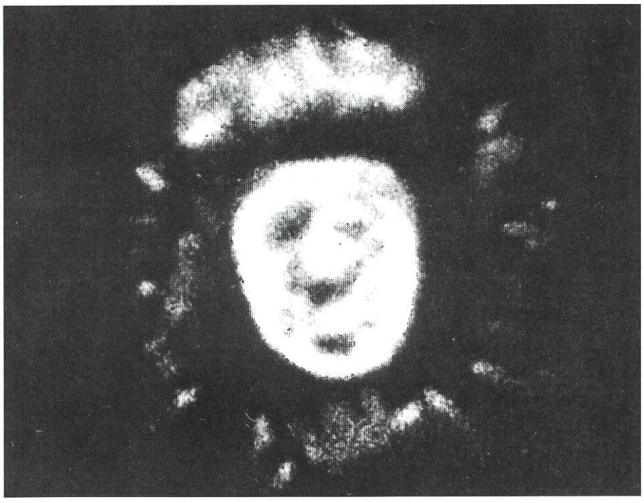
Sodio alta pressione



Sodio basso pressione

JULIO DIEGUEZ
Via alla Motta 45, CH-6519 Arbedo



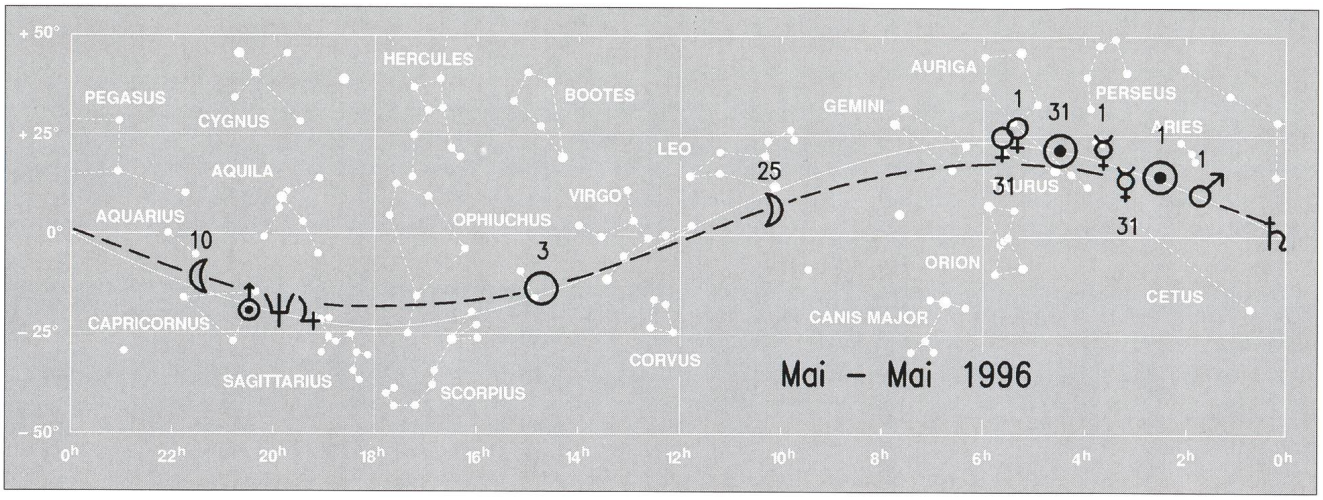


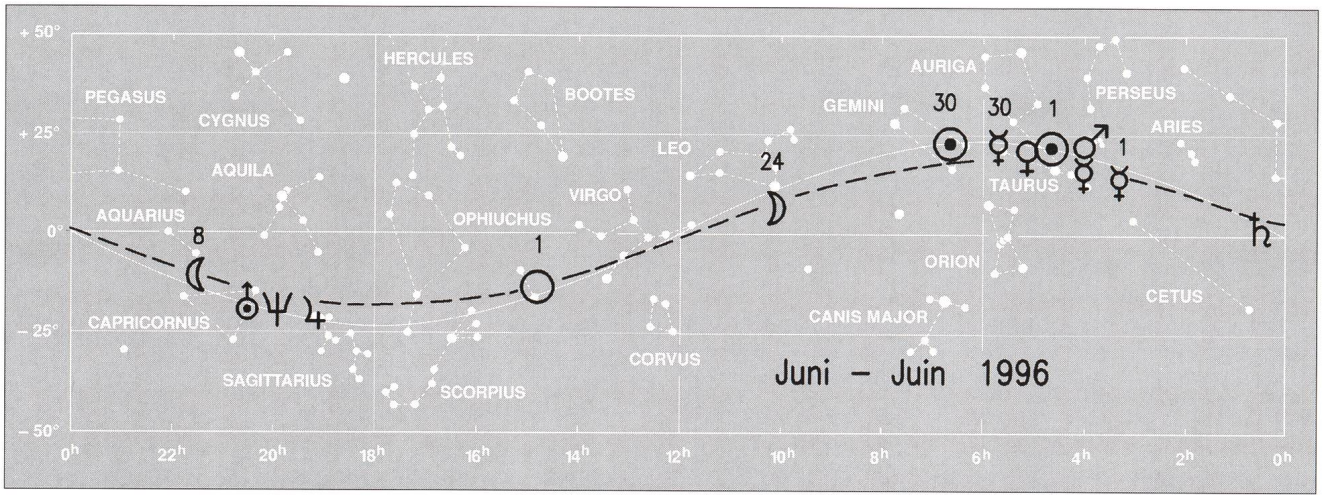
NGC 2392 «Eskimo» ◄ ▲

Prises de vue: le 20.01.1996; Caméra Hisis 22; 30 sec.; Traitement: Winmips. Lociciel de prise de vue: QMIPS 32. Lunette: 150/1200. Veyras: 20.01.1996 de 19h30 à 21h00. Légère brume et forte pollution lumineuse.

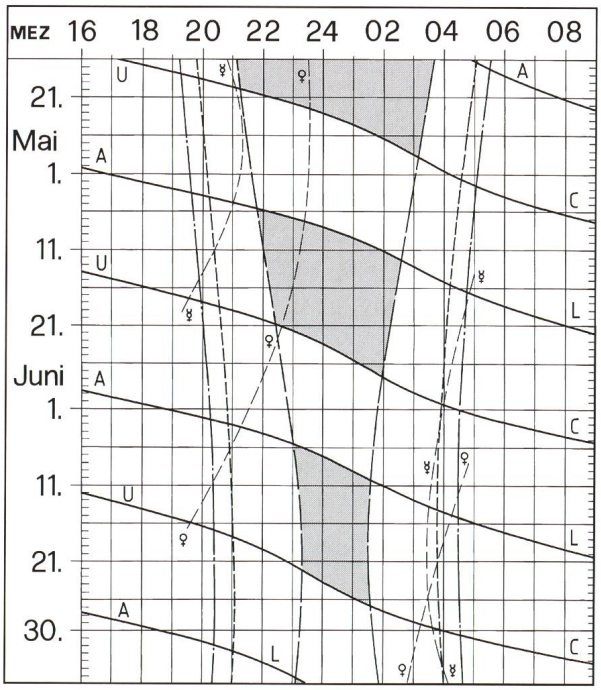
F.G. ZUBER
Chemin des Vendanges, CH-3968 Veyras

◄ *Photo classique dans le rouge avec le télescope de 200" du Mont Palomar.*





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

Que peut bien faire la SAS pour moi?

H. Jost-Hediger

Cette question m'a amené à me demander tout d'abord à qui revient le rôle d'animer les activités de notre société, puis ce que chacun d'entre nous peut faire pour que la vie de la SAS soit stimulante et vivante, ce que chacun peut donner et aussi recevoir. Avec la contribution de tous les membres engagés il est possible d'offrir beaucoup. La SAS peut agir par des conseils, une aide à l'organisation, un soutien financier ou autre, des suggestions. Mais le travail doit être fait avec la collaboration de chacun de nous.

Vu sous cet angle la question du titre «Que peut bien faire la SAS pour moi?» doit être remplacée par celle-ci: «Que faisons-nous tous pour que chaque personne intéressée à nos activités puisse en tirer profit?»

Bon nombre d'activités sont mises en route chaque année par et pour les sections. En voici un bref panorama:

1. Service d'informations

1. 1. ORION, organe de liaison de la SAS.

Vous avez en main le N° 273 d'**ORION**. Savez-vous quelle motivation et quels efforts ont été nécessaires pour réaliser ce numéro? Tous les deux mois, il faut trouver des gens pour écrire des articles, nombreux parfois, un peu moins parfois, demander des photos, mettre des dessins au propre, lire les épreuves et les corriger, traduire quelques articles. Je peux vous assurer qu'il s'agit d'un travail considérable qui a pu être jusqu'ici mené à bien grâce des membres sérieusement motivés.

Adresse de contact: Dr Noël Cramer,
Observatoire de Genève,
Chemin des Maillettes 51, 1290 Sauverny

1. 2. Circulaires ORION

Paraissent au gré des événements astronomiques imprévisibles tels que comètes, (super-)novae etc. Pour le moment nous avons 150 abonnés. Ce service a un intérêt certain.

Adresse de contact: Michael Kohl,
Hiltibergstrasse 11, 8637 Laupen

1. 3. Astro!nfo

Ce service a été créé par l'AGZU (Astronomische Gesellschaft Zürcher Oberland). Il s'appuie sur la technologie la plus actuelle et bénéficie des ressources informatiques de l'EPFZ. La mise en route et la maintenance de ce service requiert un engagement important des quelque 7 personnes qui y contribuent pour le moment. Astro!nfo est accessible via Internet pour environ 40 millions d'usagers et offre un potentiel de développement immense. Pour l'instant il enregistre annuellement environ 5000 interroga- tions (Login). Astro!nfo est soutenu financièrement par la SAS.

Astro!nfo offre: le panorama de l'astronomie, les «NEWS» (circulaires IAU= Union astronomique internationale, AAVSO = observateurs d'étoiles variables, NASA, ESA, etc...), un forum (via e-mail), un calendrier des manifestations, une banque de données sur les observatoires, des adresses de contact et bien d'autres choses sur le sujet. Astro!nfo est un media informatique et requiert au moins un PC équipé d'un Modem ou, mieux, une connection Internet.

Adresse de contact: Urs Stich,
Gerstmattstr. 41, 9172 Niederglatt

1. 4. Le portefeuille de lecture

Ce service de la SAS existe depuis longtemps. N'hésitez pas à en tirer parti. Il s'agit d'une collection de revues astronomiques diverses mise en circulation. Chacun peut ainsi prendre connais- sance de journaux sans devoir s'y abonner personnellement.

Adresse de contact: Hans Wittwer,
Seeblickstr. 6, 9327 Tübach

2. Manifestations et formation

2. 1. Les rencontres astronomiques (Astro-Tagung)

Ces rencontres sont organisées tous les quatre ans et sont un événement majeur de la vie de la SAS. La société astronomique de Lucerne n'a pas reculé devant le travail considérable que repré- sentait la mise sur pied des «Astro-Tagungen» 1990 et 1994 antérieurement organisées par la société de Berthoud. Je garde un souvenir particulièrement vif de l'Astro-Tagung de 1976, qui nous a amener à créer le Groupe astronomique de l'Observatoire jurassien de Grenchenberg. De telles manifestations sont de nature à attirer des gens vers la SAS et à en intensifier la vie. Pour que l'Astro-Tagung ait lieu, il faut une section qui dise: «Nous nous y lançons» et le fasse. Avis aux amateurs pour 1998!

Adresse de contact: Hugo Jost, Lingeriz 89, 2540 Grenchen

2. 2. Le colloque de Carona

Il s'agit d'une tradition de longue date qui se déroule dans le magnifique observatoire de vacances de Carona (TI). Bien sûr, le thème choisi ne vous parle peut-être pas personnellement à première vue. Mais tentez l'expérience! Participez à un week-end même si le thème ne répond pas à vos préoccupations habituelles. Vous serez surpris de découvrir l'astronomie sous un angle nouveau et fascinant. Puis vient la soirée du samedi en commun. Pour rien au monde je ne manquerai le prochain colloque qui aura lieu les 8-9 juin 1996 sur le thème «histoire de l'astronomie». Il sera animé par le Prof. Paul Wild. Personne ne s'ennuiera. Ne tardez pas à vous inscrire: le nombre de places est limité à 25.

Adresse de contact: Hans Bodmer,
Schlottenburgstr. 9b, 8635 Gossau

2. 3. La semaine astronomique d'Arosa

La 3 édition de cette manifestation a eu lieu du 17 au 24 août 1993. Les observations et des exposés du plus haut intérêt ont captivé les participants, qui reviendront sûrement. L'association «Vereinsternwarte Schanfigg Arosa» (observatoire populaire de Schanfigg sur Arosa) se charge de l'organisation et nous leur adressons nos très cordiaux remerciements. Nous

nous réjouissons de la semaine astronomique d'août 1996 à laquelle la SAS octroie une aide financière.
Adresse de contact: sera annoncée dans ORION

2. 4 Les week-ends jeunesse au Grenchenberg

Il y a 6 ans Bernard Nicolet, alors conseiller-junior, organisait un premier week-end à la station jurassienne de Grenchenberg qui attira une quinzaine de participants. En 1994, ils étaient 35 à répondre à l'invitation. La limite d'âge n'était pas rigide puisque quelques participants grisonnants (mais jeunes dans leur tête) se mêlaient à leurs cadets. Le fossé linguistique n'était pas plus profond que celui des générations. On trouvait toujours une bonne âme pour assurer les traductions. L'humour et les éclats de rire étaient de la partie. Croyez-moi, ce furent 4 week-ends inoubliable dans un esprit excellent et des thèmes très intéressants. En janvier 1994 la couche de neige atteignait un mètre et les températures étaient glaciales, ce qui n'a en rien nui à l'atmosphère ni aux observations. L'astronomie pratiquée ainsi est quelque chose à vivre.
Adresse de contact: sera annoncée dans ORION

2. 5. Semaine de formation à Carona

Savez-vous combien de semaines de cours ont été menées à bien à l'observatoire de Carona? Moi, non plus et je ne sais pas si quelqu'un a fait le compte. Tout au plus peut-on préciser que Mario Howald a participé en tant qu'animateur à 70 cours durant 30 ans. Cela représente une somme de travail énorme auquel sa famille a contribué. Ces dernières temps une demi-douzaine de cours sont proposés annuellement sur les sujets les plus divers et ils ont le plus souvent affiché complet. 6 cours sont annoncés pour 1996. Demandez de l'information, cela en vaut la peine. Outre l'astro- nomie on fait la connaissance de personnes intéressantes qui partagent notre passion non sans humour parfois. Les inscriptions arrivent rapidement, n'attendez pas. La SAS prend à sa charge les frais administratifs et d'annonces relatifs à ces cours.
Adresse de contact: Hans Bodmer,
Schlottenbühlstr. 9b, 8625 Gossau

3. Groupes de travail et d'observations

3. 1. Le groupe YOLO

Un compte-rendu des activités de ce groupe a paru dans le dernier numéro d'ORION (No 271, p. 320). Je renonce pour cela à en dire plus. Je me borne à souhaiter plein succès pour ses activités et j'espère qu'un second groupe YOLO se formera. Ce groupe bénéficie également du soutien financier de la SAS.
Adresse de contact: Herwin Ziegler,
Ringstrasse 1, 5415 Nussbaumen

3. 2 Le groupe caméra CCD

Lors du colloque de Carona de 1994, Frank Möhle nous soumettait le projet «CARME» (CCD Kamera im Eigenbau = une caméra CCD construite par vous-même). Le but était de réaliser une caméra CCD de conception simple ne nécessitant pas de refroidissement (du type ST4). Ce projet extrêmement ambitieux a été mené durant 2 ans par 6 participants. Les débuts ont été décevants, puis les succès sous forme de beaux clichés ont récompensé la tenacité. Nous sommes curieux de cette aventure et souhaitons succès et satisfactions à ce groupe. Au surplus la SAS dédommage le goupe CCD des frais annexes.
Adresse de contact: Frank Möhle, Casa la Val, 7029 Peist

3. 3. Le groupe d'observations solaires de la SAS (SOGSAG)

Avec ses 30 membres, c'est le groupe de travail le plus important et le plus ancien de la SAS. Chaque année un week-end a lieu à Carona plus une ou deux rencontre de formation. Ce groupe bénéficie aussi d'un soutien de la SAS.

Savez-vous que des observations solaires valables peuvent être réalisées à l'aide de moyens simples? On peut retrouver le cycle solaire de 11 ans avec une précision fabuleuse sans autre optique que des verres de protection adéquats (lunettes de soudure; les lunettes de soleil sont insuffisantes). Essayez! Cela ne prend que 5 minutes par jour et l'instrumentation est simple.
Adresse de contact: Thomas Friedli,
Plattenweg 23, 3098 Schliern

3. 4. Le groupe des observateurs d'occultations de la SAS (BBSAG)

7 observateurs très motivés. Ils obtiennent des résultats de grand intérêt scientifique. Leur bulletin est distribué à 150 collègues répartis dans 52 pays souvent dans le cadre d'échange de résultats. Les 23-24 septembre 1995 le groupe a organisé un week- end de formation qui n'a attiré que deux personnes. Dommage!
Adresse de contact: Michael Kohl,
Hiltibergstrasse 11, 8637 Laupen

3. 5. Le groupe d'observateurs CCD

Ce groupe n'existe pas encore! Ceci ne nous a pas empêché d'organiser à Grenchenberg, les 28-29 octobre 1995, un atelier réunissant les gens intéressés à un tel projet. Nous sommes unani- mement convaincus qu'un groupe d'observateurs CCD représenterait un enrichissement à l'activité de la SAS et un week-end est prévu à l'automne 1997 au Grenchenberg en vu de la fondation de ce groupe. Le but est déjà connu: Comparaison pratique des différentes caméras CCD.
Adresse de contact: Hugo Jost, Lingeriz 89, 2540 Lingeriz

Auteur: Hugo Jost
conseiller technique de la SAS
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

(Traduction: Bernard Nicolet,
Observatoire de Genève, 1290 Sauverny)

Note du traducteur:
En acceptant de traduire la présentation très claire qu'Hugo Jost fait de la SAS, j'ai tenté de jeter une peletée de terre dans le «fossé de rösti», idiotie qui n'a jamais fait de bien à qui que ce soit en Suisse. Ceci étant posé je fais ici deux remarques:

1) *La quasi-totalité des activités présentées ci-dessus, y compris à Carona, se font en allemand et semblent destinées à nos collègues alémaniques. Il est vrai que les latins sont très bien accueillis dans ces groupes, mais ils reculent devant l'obstacle (imaginaire? exagéré sûrement!) de la langue. La SAS contribue financièrement au travail de ces groupes, ce qui est justice. Or les latins qui paient leur cotisations, mais participent peu ressentent une frustration que je comprends très bien.*
2) *Ces activités ne sont (presque) jamais mises en train par décret du comité de la SAS. Elles partent de la base, d'une section, puis d'un groupe plus étendu. Parfois un membre du comité central est dans le coup, mais pas nécessairement. Lorsqu'un groupe a un projet intéressant et désire l'étendre, il peut demander une aide financière de la SAS pour les frais administratifs ou une couverture aux déficits et être reconnu comme projet SAS.*

Est-ce que le comité central de la SAS devrait prendre plus d'initiatives? Peut-être, mais il ne faut pas oublier que ses membres accomplissent leur tâche bénévolement, à côté de leur travail professionnel et de leur vie familiale et sociale. Pas besoin d'être grand clerc pour comprendre les limitations en disponibilité que cela impose. Prenons le cas du secrétaire central ou du rédacteur d'ORION. En l'état actuel des choses il s'agit virtuellement de postes à 25%. Si on voulait offrir un salaire correct pour l'un de ces postes, la contribution des membres et des sections devrait presque doubler. La SAS préfère utiliser ses ressources à soutenir des activités astronomiques. A-t-elle tort?
Que doivent faire alors les Latins? La section tessinoise est forte et a un bon degré d'autonomie. Le cas des Romands est plus délicat. Faut-il créer un groupement romand et proposer des projets romands? L'idée est valable.
Des activités telles que taille de miroir, fabrication d'optiques: YOLO est séduisante, fabrication de montures, expériences avec des CCD, observations d'occultations, diffusion et échanges, idem pour les étoiles variables, formation avancée à Grenchenberg, Carona ou au nouveau centre de Tignousa dans le Val d'Anniviers (VS) etc, etc... dépassent les possibilités d'une simple section, surtout petite.

Autre question: Si ce groupe se crée, les sections romandes devraient-elles alors quitter la SAS? La question mérite en tous cas d'être débattue et il faut comparer les bilans

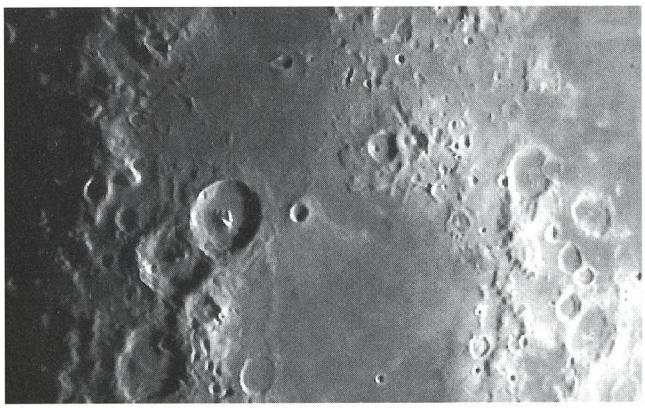
Mon avis sur ce point est clair: ce serait une lourde erreur! On aurait certes une «masse critique» suffisante pour organiser un programme attrayant, j'en ai esquissé quelques lignes plus haut. Mais la création d'un comité romand serait incontournable avec le coût en temps, défrayements administratifs que cela suppose. De plus on se couperait de nos compatriotes alémaniques. Enfin l'idée même de créer une revue du niveau et de l'intérêt d'ORION à l'échelon romand serait à oublier tout simplement.

Il serait beaucoup plus intelligent, à mon sens, de mettre en train des programmes inter-sections, puis de demander un appui à la SAS. Nos collègues alémaniques l'ont fait. Les finances de la SAS sont saines et permettent d'appuyer de bons projets. Il faudrait ouvrir ces activités à toutes les sections de la SAS. Des collègues alémaniques pourraient y participer, enrichissement souhaitable! D'un autre côté s'il se crée deux groupes, un latin et un alémanique avec le même type d'activité personne ne les empêche de collaborer. Au contraire.

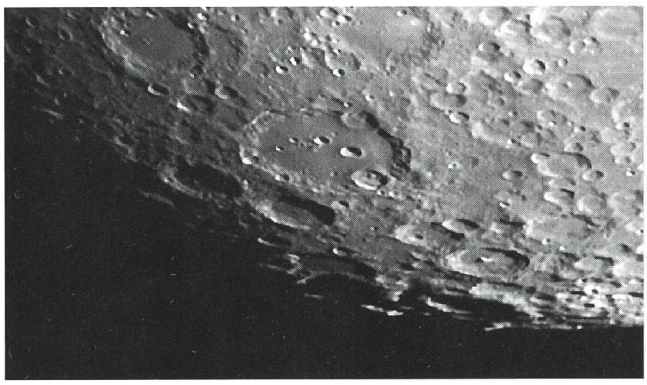
Lune avec camera CCD

Télescope: Zeiss APQ 130/1000; Lentille Barlow Zeiss 2x; Caméra CCD SBIG ST-7; Filtres: Bleu foncé + Gris 8x; Temps d'exposition: 0,11 sec.; Traitement des images: Winmips.

A. Baerfuss, Mont Noble 22, CH-3960 Sierre

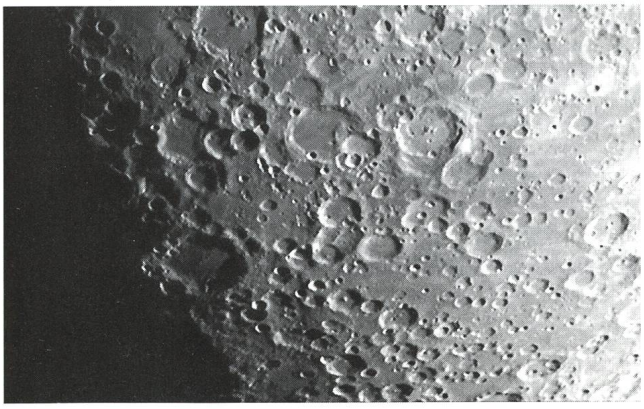


Theophilus - Cyrillus- Catharina - Mare Nectaris.



Clavius - Scheiner - Biancomanus.

Walter - Stöfler - Maginus.



Archimedus - Apeninnen - Montes Haemus.

Ununterbrochene Sonnenwindbeobachtung mit SOHO CELIAS

M. R. AELLIG, S. HEFTI

Die am 2. Dezember 1995 von Cape Canaveral mit einer Atlas/Centaur Rakete gestartete SOHO (für SOlar and Heliospheric Observatory) Raumsonde wird nach einer Reise von vier Monaten den sogenannten Lagrange-Punkt L1 erreicht haben und sich auf einen Halo-Orbit um diesen Punkt begeben. Im Lagrange-Punkt, der auf der Verbindungslinie von Sonne und Erde etwa 1.5 Mio. km von der letzteren entfernt liegt, heben sich die von diesen Himmelskörpern auf die Sonde ausgeübten Gravitationskräfte auf. Die Dauer der Mission ist auf 2 Jahre projektiert, wobei die für Kurskorrekturen mitgeführte Treibstoffmenge für 6 Jahre ausreicht. Falls nach zwei Jahren die meisten Sensoren noch funktionieren, ist eine Verlängerung der Mission möglich, sodass das Verhalten der Sonne eventuell während eines halben Aktivitätszyklus beobachtet werden könnte. Da die Raumsonde dreiachsenstabilisiert ist (sie muss sich zur Stabilisierung nicht um ihre eigene Achse drehen), können die Instrumente während der vollen Zeit die Sonne aus gleichbleibender Entfernung beobachten. Die als Eckpfeiler des ISTP (International Solar Terrestrial Program) von ESA und NASA gestartete SOHO-Mission wird die in und auf der Sonne stattfindenden astrophysikalischen Phänomene beobachten. Wegen ihrer Nähe kann die Sonne Hinweise auf Prozesse geben, die bei anderen Sternen nicht beobachtet werden können. Das Verstehen dieser Prozesse ist notwendig, um vergangene und kommende terrestrische Auswirkungen der Sonne zu erkennen und zu verstehen. Die Stärke der SOHO-Mission liegt nicht nur in der individuellen Überlegenheit der mitgeführten Instrumente gegenüber Vorgängermodellen auf anderen Missionen, sondern auch im Zusammenwirken der auf unterschiedlichen Prinzipien beruhenden Experimente vom gleichen Ort aus. So sind 70% der Messzeit für «joint operations» reserviert, bei denen verschiedene Instrumente gleichzeitig dasselbe Phänomen, z.B. ein besonders aktives Gebiet auf der Sonnenoberfläche, beobachten.

Die erste Gruppe der zwölf verschiedenen Experimente wird helioseismologische Messungen vornehmen. Dabei werden Oszillationen der Konvektionszone, die von 0.7 R_{Sonne} bis zur Photosphäre reicht, gemessen. Durch Beobachtung der Sonnenbeben kann auf die innere Struktur der Sonne geschlossen werden. So können indirekt die Temperatur, die Zusammensetzung, die Schichtung und die Dynamik des Inneren der Sonne bestimmt werden.

Die zweite Experimentgruppe besteht aus Teleskopen und Koronographen, die die Chromosphäre und die Korona im ultravioletten und im sichtbaren Bereich des Spektrums fernerkunden. Ein nicht zu unterschätzendes Problem stellt bei solchen Instrumenten die Verarbeitung der gewonnenen Bilder an Bord der Raumsonde dar. Da der Datenaustausch mit der Erde begrenzt ist, müssen die Bilder bereits durch die Instrumentenrechner komprimiert werden, ohne die relevante Information zu verlieren.

Die beiden Teilchenexperimente bilden die dritte Gruppe. Sie messen *in situ* die Element- und Isotopenkomposition, die Energieverteilung und den Fluss der von der Sonne wegströmenden, geladenen Teilchen.

Durch die Kombination dieser Resultate mit denjenigen der optischen Fernerkundung der Sonnenatmosphäre erwartet man Antworten auf Fragen, die auch nach Jahren der Forschung noch offen sind:

- Wie wird die Materie von der Photosphäre zur Korona transportiert und wie wird dabei ihre Zusammensetzung beeinflusst?
- Wie wird die Korona geheizt?
- Wie wird der Sonnenwind in der Korona beschleunigt?

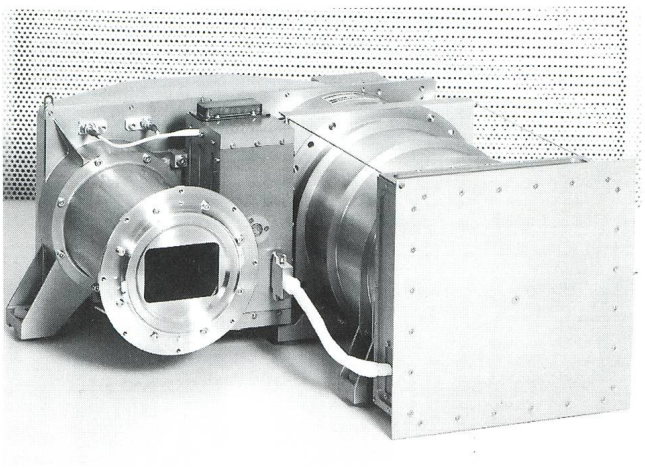
Eines der beiden Teilchenexperimente, CELIAS, an dem die Universität Bern wesentlich beteiligt ist, soll hier detaillierter beschrieben werden. CELIAS ist die Abkürzung für Charge, ELement and Isotope Analysis System. Der Sonnenwind, ein mit Überschallgeschwindigkeit von der Sonne wegströmendes Plasma, wird auf seine Zusammensetzung in bezug auf die Ladung und die Masse untersucht.

Die isotopische Zusammensetzung des Sonnenwindes ist die gleiche wie in der Konvektionszone der Sonne, d.h. es tritt auf dem Weg von der Konvektionszone ins interplanetare Medium keine isotopische Fraktionierung ein. Die Konvektionszone ist das grösste und isotopisch wohl am wenigsten veränderte Reservoir von protosolarem Material. Um die Entwicklung des frühen Sonnensystems zu verstehen, ist die Kenntnis der Isotopenverhältnisse im protosolaren Nebel, aus dem unsere Sonne durch Gravitationskollaps hervorgegangen ist, sehr wichtig. CELIAS wird gewisse Isotopenverhältnisse erstmals bestimmen.

Frühere Missionen haben gezeigt, dass auf dem Weg von der Photosphäre bis ins interplanetare Medium eine Elementfraktionierung stattfindet, bei der Elemente mit tiefem erstem Ionisationspotential bevorzugt werden. Um die verschiedenen Modelle dieses Prozesses zu verifizieren, müssen für Elemente wie C, S und P die Elementhäufigkeiten im Sonnenwind genau bekannt sein. Diese und weitere Elementhäufigkeiten wird CELIAS messen.

Aussagen über das Quellgebiet des Sonnenwindes sind auch mit Hilfe der Ladungszustände der Sonnenwindionen möglich, denn je heisser das Quellgebiet ist, desto höher ionisiert sind die Ionen. Eisen wird 6- bis 16-fach ionisiert sein, und aus dem relativen Verhältnis der Ladungszustände kann auf die Temperatur in der Korona geschlossen werden.

Nebst dem Sonnenwind wird CELIAS erstmals den Energiebereich zwischen schnellem Sonnenwind und langsamen «solar energetic particles» untersuchen. Der Ausbruch von hochenergetischen Teilchen kann mit den von SOHO beobachteten Flares korreliert werden. Ebenfalls bei höheren Energien als der Sonnenwindenergie werden die interstellaren Pick-up-Ionen detektiert. Das interstellare Neutralgas durchdringt unser Sonnensystem und wird



Figur 1: Das integrierte SOHO/CELIAS Flugzeitmassenspektrometer CTOF. Links ist die erste Quadrupollinse des Eintrittsystems zu sehen. Rechts daneben befindet sich das Hochspannungsgerät, das die Ablenkspannung von maximal 15 kV für den Kugelkondensator liefert. Rechts davon befindet sich die Flugzeiteinheit. Sie enthält die Detektoren und die zugehörige Elektronik und befindet sich auf dem Potential der Nachbeschleunigung von maximal 30 kV. Um eine möglichst gute thermische Isolation der Raumsonde zu erreichen, werden alle Instrumente mit einer speziellen Folie verkleidet. Die Träger für diese Folie sind oberhalb der Flugzeiteinheit zu sehen.

durch solare EUV-Strahlung und Ladungsaustausch mit dem Sonnenwind nach und nach ionisiert. Nur Elemente mit hohem erstem Ionisationspotential wie He und Ne erreichen die Erdbahn. Nach der Ionisation werden diese Teilchen vom Sonnenwind radial weggetragen, sind aber etwa doppelt so schnell. Mit Hilfe der Pick-up-Ionen können die Element- und Isotopenverhältnisse des interstellaren Windes für He und Ne angegeben werden.

Das CELIAS-Experiment soll die Zusammensetzung des Sonnenwinds bestimmen. Es besteht aus drei Massenspektrometern, die alle eine Flugzeitmessung vornehmen. Die drei Sensoren unterscheiden sich in ihrem Energiebereich und in der Massenauflösung. Das CTOF-Experiment, eine Abkürzung für «charge time-of-flight», misst den typischen Sonnenwind und zeichnet sich durch eine hohe Ladungsauflösung aus. Der Energiebereich von CTOF ist 0.1-50 keV/e, der Massenbereich 3-60 amu. Das MTOF-Experiment (mass time-of-flight) kann durch seine hohe Massenauflösung Isotope im Sonnenwind nachweisen. Das STOF-Experiment (suprathermal time-of-flight) misst Ionen mit Energien von 20-1000 keV/e. Dieser Bereich wurde bisher von keinem Massenspektrometer abgedeckt. Beim Entwurf der Sensoren wurde darauf geachtet, dass sich die Energie-und Massenbereiche teilweise überlappen, so dass ein Quervergleich der Resultate möglich ist.

Das Messprinzip sei am Beispiel von CTOF (charge-time-of-flight) beschrieben. Das integrierte Instrument ist in Figur 1 abgebildet. Ein Sonnenwind-Ion trifft auf das Eintrittssystem des Sensors. Hier wird das Verhältnis von Energie zu Ladung, E/q, des Ions mit Hilfe eines Kugelkondensators bestimmt. Zudem wird das Ion von einem ionenoptischen Linsensystem auf die Kohlenstoffolie fokussiert und mit maximal 30 kV beschleunigt. Das Ion wird beim Durchgang durch die etwa 100 Atomlagen dicke Kohlenstoffolie umgeladen. Selbst hochgeladene Ionen wie Fe^{14+} verlassen die Folie in den meisten Fällen einfachgeladen oder neutral. Zudem werden Sekundärelektronen erzeugt, die mittels eines elektrostatischen Spiegels zu einer Mikrokanalplatte (MCP) gelenkt werden. Die MCP detektiert die Elektronen und erzeugt den Startpuls: von jetzt an ist die Stoppuhr für die Flugzeitmessung eingeschaltet. Das Ion selbst wird durch den Elektronen-Spiegel nicht gestört und fliegt weiter Richtung Ende der Flugstrecke. Im Falle von CTOF ist dort ein Festkörperdetektor montiert, der wiederum zwei Aufgaben erfüllt: einerseits werden auf seiner Oberfläche wieder Sekundärelektronen ausgelöst, die analog zum Startpuls einen Stoppuls erzeugen. Dadurch ist die Flugzeit und damit die Geschwindigkeit des Ions im Flugzeit-System bekannt. Zusammen mit dem vorher bestimmten E/q kann nun das Verhältnis von Masse zu Ladung des Ions, m/q, bestimmt werden. Allerdings sind dabei die Nachbeschleunigung sowie der Energieverlust des Ions in der Folie zu berücksichtigen. Der Festkörperdetektor misst zudem die Energie des Ions, womit auch seine Masse bestimmt ist. Auch hier ist an den Energieverlust in der Folie zu denken und zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit des Energiesignals empfindlich von der Energie abhängt. Deshalb werden die Ionen nachbeschleunigt, da ohne diese zusätzliche Energie das Signal des Festkörperdetektors unbrauchbar wäre. Mit drei Messungen können also die drei Grössen Energie, Masse und Ladung bestimmt werden, die das Ion vollständig charakterisieren. Damit liefert der Sensor eine in-situ-Bestimmung der Sonnenwind-Zusammensetzung. Da SOHO dreiachsenstabilisiert ist, müssen die Eintrittsysteme eine grosse Winkelakzeptanz aufweisen, was besondere Anforderungen an die Ionenoptik stellt. Zudem müssen sie eine hohe mechanische Präzision und Festigkeit aufweisen und Hochspannungen bis zu 12 kV aushalten können. Als Beispiel kann hier STOF angeführt werden. Bei diesem Sensor besteht das Eintrittsystem aus 17 Zylinderkondensatoren, deren Platten einen mittleren Radius von 600 mm haben. Die benötigte und erreichte mechanische Genauigkeit von 1/100 mm im Radius erforderte fertigungstechnische Kunstgriffe, insbesondere weil die Kondensatorplatten aus Gewichtsgründen nicht vollständig aus Metall gebaut werden konnten. Die Spannung an den Platten beträgt maximal ±3 kV, was ein elektrisches Feld von 2 Mio V/m ergibt. Um zu verhindern, dass UV des Sonnenlichts auf die Kohlenstoffolie scheint und damit einen unerwünschten Startpuls auslöst, mussten die Eintrittsysteme geschwärzt werden. Mit CuS und Mattgold wurden Beschichtungen gefunden, die eine genügende UV-Unterdrückung gewährleisten und hochspannungsfest sind.

Auch die CELIAS-Daten werden an Bord vorverarbeitet, um die Datenmenge klein zu halten. Der Computer klassifiziert jede Messung und berechnet Histogramme, die anstelle der einzelnen Messwerte übermittelt werden. Der Datenfluss beträgt auf diese Weise etwa 8.5 GByte pro Jahr. Die Eintrittsysteme von CELIAS wurden am Physikalischen Institut der Universität Bern entwickelt und gebaut. Alle drei Sensoren wurden in Bern geeicht.

Die ersten Rohdaten sind bereits gewonnen worden und man darf darauf hoffen, dass sich viele der offenen Fragen mit Hilfe der SOHO-Daten beantworten lassen.

MATTHIAS R. AELLIG, SIMON HEFTI
Physikalisches Institut
Universität Bern

Imagerie CCD

H. LEHMANN

La photographie des astéroïdes

La photographie des astéroïdes en une seule opération demande un temps de pose relativement long (min. 30 minutes) avec un télescope courant, pour que l'on puisse distinguer sans ambiguité sur le cliché le trait allongé de l'astéroïde, par opposition aux étoiles ponctuelles dont l'une a servi d'étoile-guide.

Sur film (TP2415 hypersensibilisé, par ex.), l'opération est relativement simple; une pose unique de 1 heure est déjà confortable. Le guidage par une caméra CCD est recommandé!

En imagerie CCD, il est impossible d'effectuer une trop longue pose sans risque de saturation. Le problème peut se résoudre en effectuant une série de courtes expositions à intervalles réguliers s'étalant sur 1 heure au minimum, puis d'ajouter les poses les unes aux autres par un programme de traitement d'images.

Photographies de deux conjonctions d'astéroïdes

Astéroïdes photographiés et magnitude (d'après Nifflo*):
A) Burgundia (374), mag. 13,2 en conjonction avec Zachia (999), mag. 13,4 dans le Bélier (Ari).
B) Erna (406), mag. 13,5 en conjonction avec Nadezhda (2071), mag. 15,6 dans les Poissons (Psc).

Localisation, date et heures des photographies:
A) 22 octobre 1995 de 19h00 à 20hl2 TU depuis Courroux (Ju)
B) 22 octobre 1995 de 21h07 à 22h29 TU depuis Courroux (Ju)

Matériel:
Télescope: C8 Ultima avec réducteur de focale (F/D=6,3)
Caméra: ST7 de SBIG en mode autoguidage haute résolution refroidie à-10°C
Ordinateurs PC: portable 486SX-25 pour l'acquisition des images; 486DX2-66 pour le traitement des images
Programme de traitement d'images: **SkyPro 2.0***
Imprimante: laser 300 DPI Brother HL-4Ve pour les impressions des clichés en négatif
Programme d'impression: **Dither 1.7*,** algorithme de diffusion d'erreurs Floyd-Steinberg.

Description de la méthode utilisée:
1) On recherche les conjonctions d'astéroïdes par le programme **Nifflo.** Ce programme affiche dans un tableau trié par RA (option /T), les coordonnées des astéroïdes connus dans un espace choisi de lh en RA sur 10° en Dec, à la date et l'heure voulues (voir **Orion 262**, juin 1994, pp 142-143). En comparant la localisation de ces astéroïdes, il est aisé de déterminer les conjonctions intéressantes. Puis, on reporte le nom des astéroïdes en conjonction dans le programme **Megastar*** et on imprime la carte de la topographie stellaire de l'endroit intéressant pour le repérage au télescope. Ne pas oublier de tenir compte des inversions éventuelles selon l'optique utilisée!
2) On localise l'endroit à photographier au télescope (un cercle digital est bien utile!), puis on branche et on focalise la caméra CCD (ST7). On fait une pose de 2 minutes toutes les 10 minutes tout en maintenant constamment les corrections du suivi. On a ainsi effectué 8 poses pour Burgundia/Zachia sur une durée de 72 minutes et 9 poses pour Erna/Nadezhda sur une durée de 82 minutes.
3) On traite les images à l'ordinateur (soustraction du «dark frame» et du «flat field»), puis on additionne les poses. La satisfaction est complète quand les astéroïdes apparaissent sous forme de petits traits!

Conclusions et remarques:

En comparant les photographies de ces deux conjonctions avec les cartes (partielles!) de ces événements imprimés par le programme **Megastar,** on se rend compte aisément de la bonne précision dans la représentation des trajectoires de ces astéroïdes. Notons que **Nifflo** et **Megastar** sont en concordance quasi parfaite à ce sujet (erreur de localisation inférieure à 10" d'arc pour les deux coordonnées), alors que le programme TheSky 2.0 level IV de Software Bisque, ne localise pas ces astéroïdes avec suffisamment de précision pour ce genre de recherche.

Le rectangle intérieur des cartes imprimées à partir de Megastar (bas de la page suivante) correspond approximativement au champ photographié par la caméra ST7 avec un C8 à F/D=6,3.

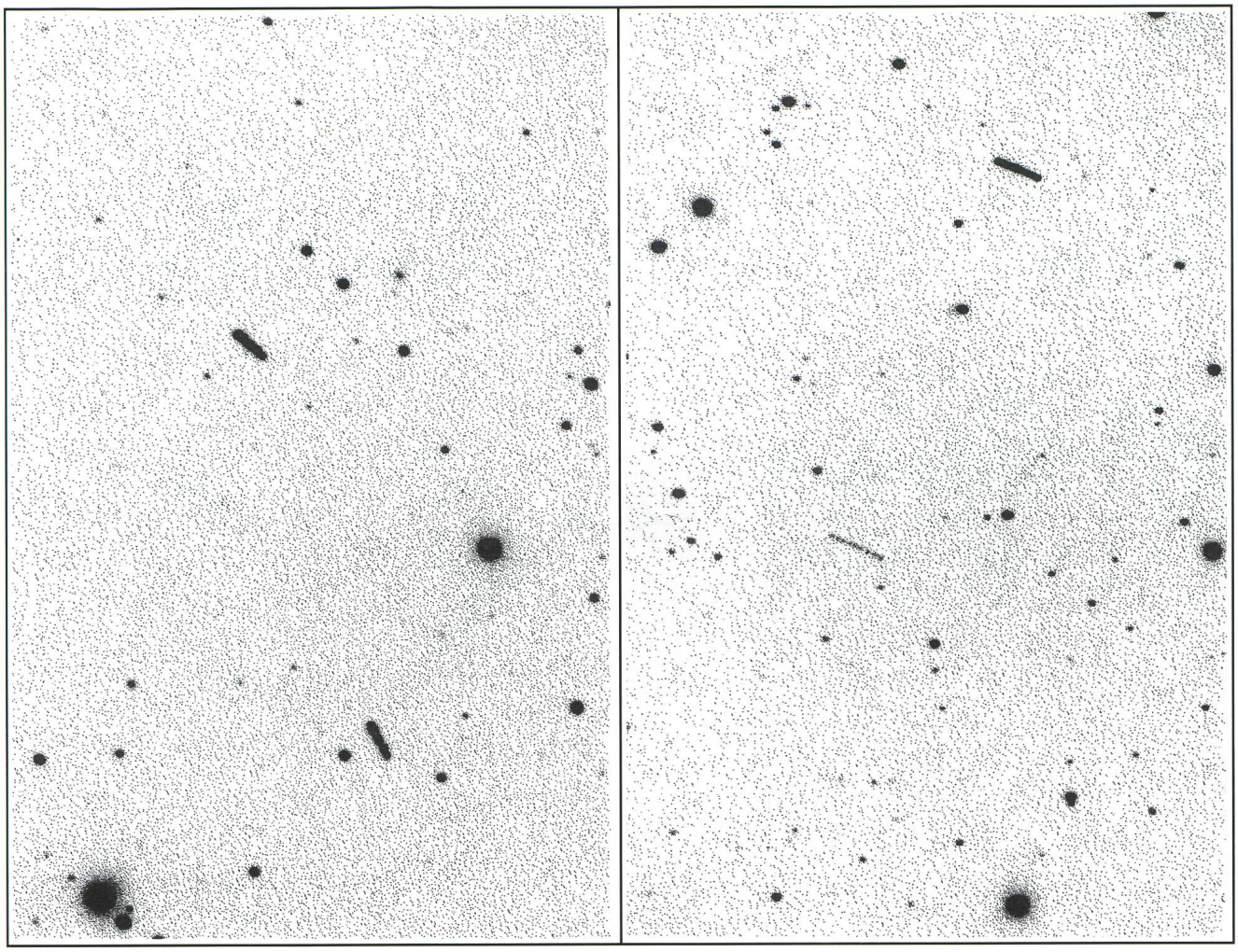
***Adresses utiles:**
Dither: Vincent Blanc, rue des Pâquerettes 8, 2800 Delémont
Megaatar: E.L.B. Software, 8910 Willow Meadow Dr, Houston, TX 77031-1828
Nifno: Raoul Behrend, Fiaz 45, 2304 La Chaux-de-Fonds
SkyPro: Software Bisque, 912 Twelfdl Street, Suite A, Golden, Colorado 80401

HUBERT LEHMANN
Rue des Sports 6, CH-2822 Courroux /Ju

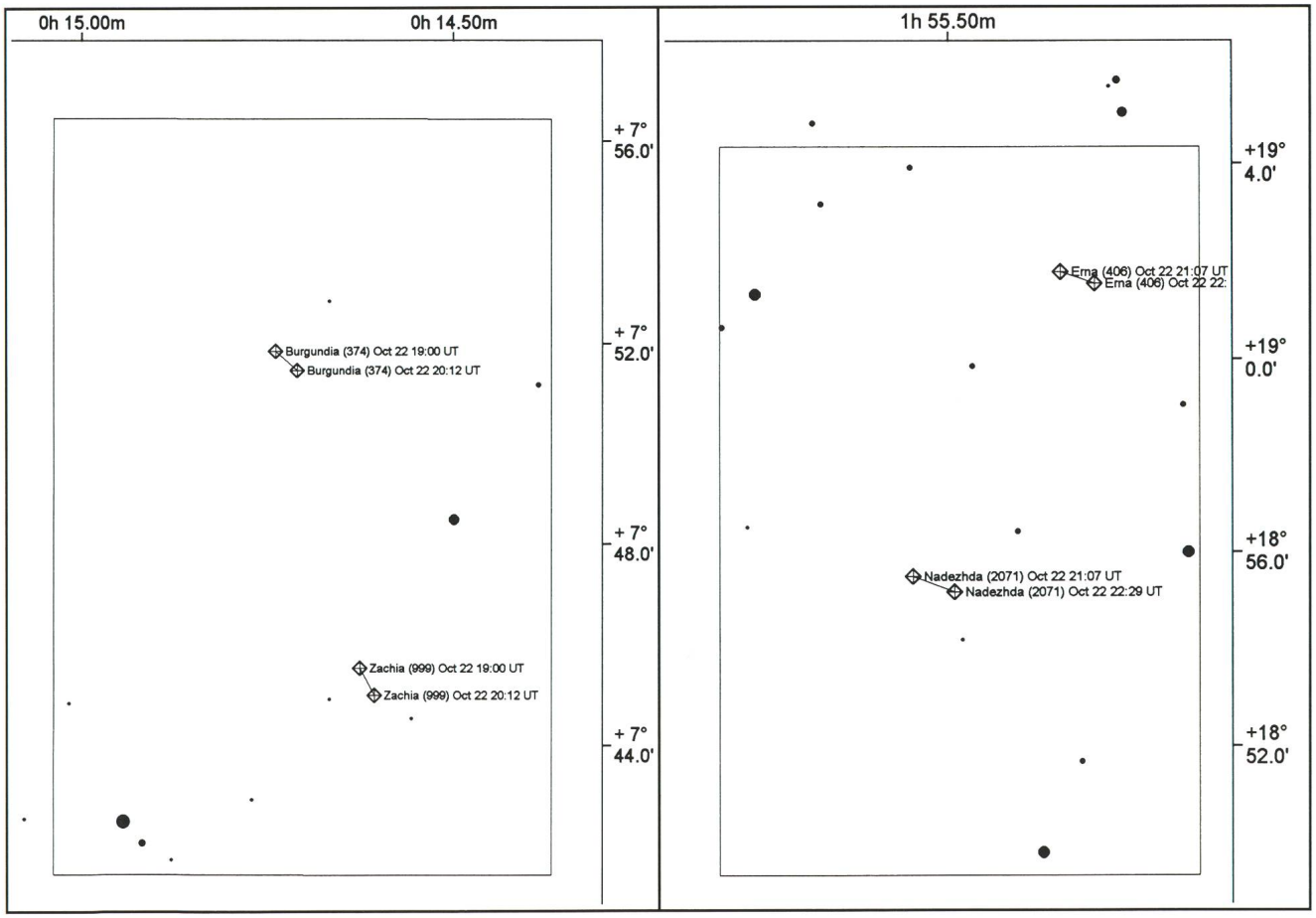
An- und Verkauf • Achat et vente

Abzugeben:
ORION; Nummern 171 (Februar 1971) bis Nummer 271 (Dezember 1995); Telefon Privat 061/711 65 43; Telefon Geschäft 061/285 78 08.

Zu verkaufen aus Nachlass:
Parallaktische Selbstbaumontierung mit frequenzgesteuertem Elektromotor für Stundenantrieb. Geeignet für Newton bis 200 mm. Tauglich für Langzeitaufnahmen mit 1200mm Brennweite. Sehr durchdachte Konstruktion. Untergestell aus Holz mit 3 Stellfüssen und Rollen. Reichhaltiges Zubehör wie Okulare, Helioskop und div. Kameraadapter. 2 Stk. Newtonfernrohre 150x1050 mm. Schutzhütte für obige Montierung H=1400mm 920 x 920 mm. Instrumente sind längere Zeit nicht mehr benutzt worden. Verhandlungspreis 3000.– SFR. Auch einzelne Stücke. Reflexsucher aus eigener Produktion mit 12 Volt Lampe projiziert ein leuchtendes FK an den Himmel, Alugehäuse. Sehr robust. NP. 220.– VP. 90.– SFR. (siehe Orion Nr. 246 Seite 212) JOSEF KÄSER, Josef-Reinhart-Str. 55, 5015 Nd. Erlinsbach, Tel/Fax 062/844 26 52.



A B


0h 15.00m
0h 14.50m
+ 7° 56.0'
+ 7° 52.0'
+ 7° 48.0'
+ 7° 44.0'
Burgundia (374) Oct 22 19:00 UT
Burgundia (374) Oct 22 20:12 UT
Zachia (999) Oct 22 19:00 UT
Zachia (999) Oct 22 20:12 UT
1h 55.50m
+19° 4.0'
+19° 0.0'
+18° 56.0'
+18° 52.0'
Erna (406) Oct 22 21:07 UT
Erna (406) Oct 22 22:
Nadezhda (2071) Oct 22 21:07 UT
Nadezhda (2071) Oct 22 22:29 UT

Cosmologie et genèse

T. J-L Courvoisier

Introduction

Nombreuses sont les civilisations qui ont été fascinées par la question des origines de la société, de l'humanité, de la vie ou encore du monde en général. Nous n'échappons pas à cette règle. Plusieurs démarches scientifiques ont en effet pour objet de tenter d'apporter des réponses au désir profond de savoir qui nous sommes, d'où nous venons et vers quoi nous nous dirigeons. Des historiens se penchent sur l'évolution de notre civilisation. Certains biologistes étudient l'évolution des espèces, donc de l'humanité, avec des chimistes et parfois des astronomes ils considèrent la question de la définition et de l'émergence de la vie. Des géologues retracent la façon dont la terre a changé au cours du temps alors que certains astronomes observent et calculent comment les planètes, le soleil, les autres étoiles et les galaxies se sont formées et sont devenues les astres que nous connaissons. Il est même possible de comprendre comment l'univers a évolué au cours du temps et de se demander quel sera son avenir. C'est cet aspect de l'étude de nos origines qui fait l'objet principal de cet article.

On entend par «univers» notre environnement dans le cadre le plus large qui soit accessible a l'investigation scientifique. L'étude de l'univers, de sa structure et de son évolution est la cosmologie. Pour se rendre compte de ce que cette étude englobe, et surtout n'englobe pas, nous pouvons partir des échelles qui nous sont familières, notre environnement quotidien, notre appartement ou bureau par exemple. Les propriétés de ces objets ne sont pas décrites dans le cadre de la cosmologie. Pour trouver ce qu'il est possible de décrire avec les outils de la cosmologie il faut aller beaucoup plus loin, dépasser notre environnement géographique, la terre, et aller encore plus loin, au delà du système solaire, où les distances se comptent en heure lumière (c'est la distance que la lumière. dont la vitesse est 300'000 km/seconde, parcoure en une heure), au delà des grandes collections d'étoiles, les galaxies, dans lesquelles les distances se comptent en milliers d'années lumière (distance parcourue par la lumière en une année). Il faut encore aller plus loin et dépasser les concentrations de galaxies, dont les tailles sont de plusieurs dizaines de millions d'années lumière. C'est seulement au-delà de ces objets que l'univers devient assez simple pour qu'une description générale ait quelque chance de succès. Aucune des structures plus petites ne peut être décrite dans le cadre de la cosmologie. Il est aussi juste de garder présent à l'esprit que la cosmologie ne décrit que l'univers observable. La cosmologie n'est donc ni l'étude des structures astronomiques qui nous entourent (par contre la question de l'origine de ces structures génériques forme un des chapitres important de la cosmologie moderne) ni l'étude d'un tout mystique.

Le principe cosmologique

Sur une échelle de milliards d'années lumière il semble que l'univers est homogène, c'est à dire qu'il a les mêmes propriétés partout, et isotrope, c'est à dire qu'il nous apparaît identique dans quelque direction que nous observions. Aucune de ces deux propriétés n'est vérifiée sur de plus petites échelles. Un simple coup d'oeil sur le ciel une nuit sombre montre en effet que le ciel n'est pas parsemé d'un même nombre d'étoile dans des directions différentes. Ce sont des observations d'objets beaucoup plus faibles et lointains qui permettent de penser que les propriétés à grande échelle de l'univers sont identiques dans toutes les directions et en tout endroit. L'isotropie et l'homogénéité de l'univers forment le principe de base de la cosmologie et le point de départ de notre discussion. Ce principe est aussi un prolongement du principe de Copernic: la place de la terre n'est particulière, ni dans le système solaire, ni dans la galaxie, ni dans l'univers. Il n'y a pas de raison que nous soyons dans un endroit spécial, tous les endroits et tous les points de vue doivent donc être équivalents.

Il faut ajouter à ce principe, qui s'appuie sur l'observation, une seconde hypothèse nécessaire mais difficile à vérifier expérimentalement. Les lois de la physique sont les mêmes partout dans l'univers et nous les connaissons suffisamment bien pour qu'une description de l'univers ait un sens. Sans cette seconde hypothèse, toute construction scientifique de la cosmologie est vaine.

Géométrie et expansion de l'Univers

Le premier élément d'une description d'un espace, et l'univers est avant tout l'espace dans lequel nous nous trouvons, consiste à donner une prescription pour mesurer la distance entre deux points. Sur un espace à deux dimensions, nous connaissons plusieurs de ces prescriptions. Sur une feuille de papier, un plan, nous utilisons le théorème de Pythagore pour calculer la distance entre-deux points. Sur la surface d'une sphère comme la terre nous savons qu'il est plus difficile de savoir qu'elle est la distance par exemple entre Moscou et Genève. Nous n'avons pas de raison a priori de savoir quelle est la prescription à utiliser dans l'univers pour calculer la distance entre deux galaxies éloignées. En d'autres termes, nous ne savons pas a priori à quoi ressemble la géométrie de l'univers.

Le principe cosmologique énoncé plus haut simplifie grandement ce qui pourrait être une tâche difficile. On peut déduire en effet de l'isotropie et de l'homogénéité de l'univers que deux paramètres sont nécessaires et suffisants pour décrire les propriétés géométriques de l'univers. Connaissant ces deux paramètres, il est possible de calculer la distance entre n'importe quelle paire de points de notre espace. Un de ces paramètres caractérise le type de géométrie avec laquelle on pourra décrire l'univers, l'autre est un facteur d'échelle, qui indique comment la distance entre deux points dans l'univers évolue dans le temps.

Le premier paramètre peut prendre trois valeurs distinctes seulement. Celles ci correspondent à un univers dont un analogue à deux dimensions serait soit la surface d'une sphère, soit la surface d'un plan, soit celle d'une selle de cheval ou d'un col entre deux sommets (figure 1).

Pour comprendre la nature du paramètre d'échelle, supposons que l'univers soit un élastique sur lequel sont crochés quelques papiers de couleurs représentant les galaxies. Selon

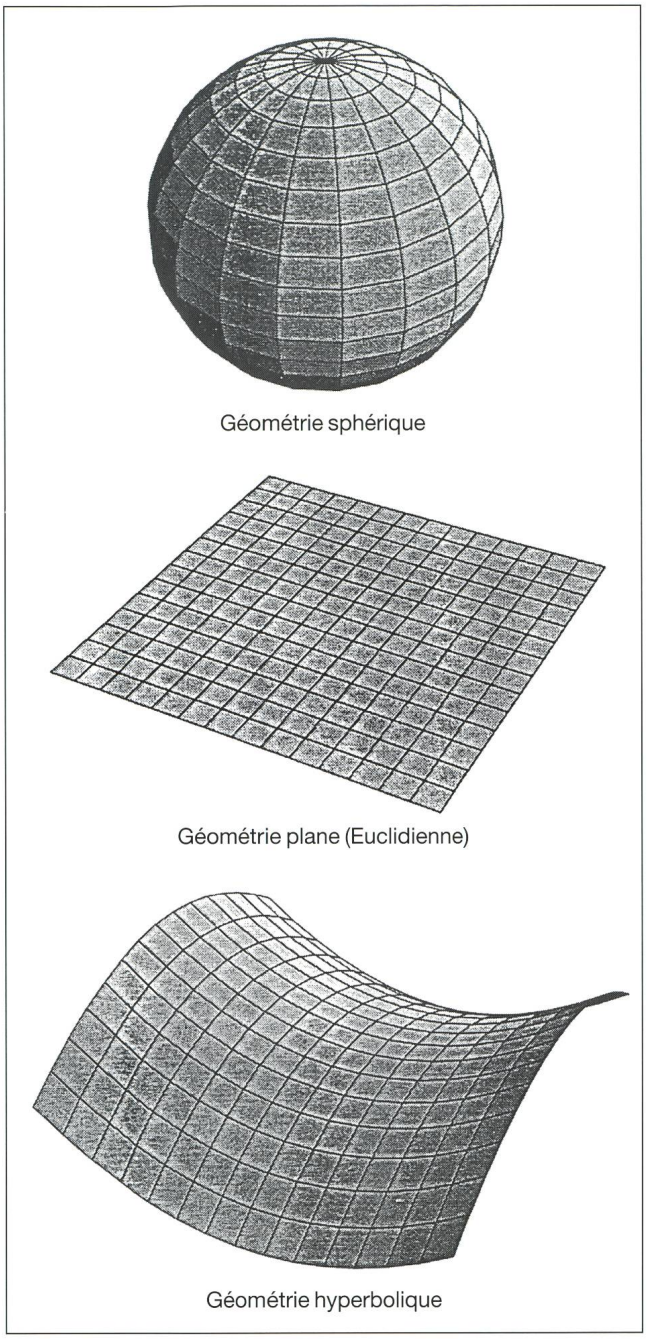


Figure 1: Illustrations bi-dimensionelles des trois types de géométries possibles d'un univers homogène et isotrope.

l'effort de traction sur l'élastique, la distance qui sépare les papiers va augmenter ou diminuer (figure 2). Toutes les distances mesurées sur l'élastique seront multipliées par le même nombre, c'est un facteur d'échelle. De la même manière, le facteur d'échelle dans l'univers, que l'on appelle le plus souvent R, indique comment les distances entre les galaxies se modifient au cours du temps.

Dans l'univers, ce facteur d'échelle peut soit augmenter indéfiniment, soit augmenter toujours mais de plus en plus lentement, soit encore augmenter dans un premier temps pour

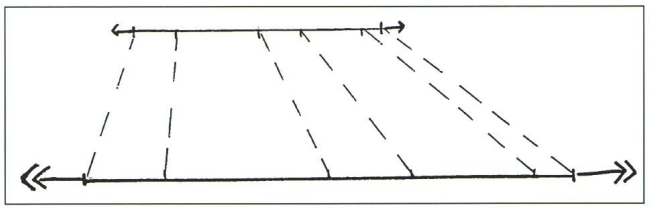


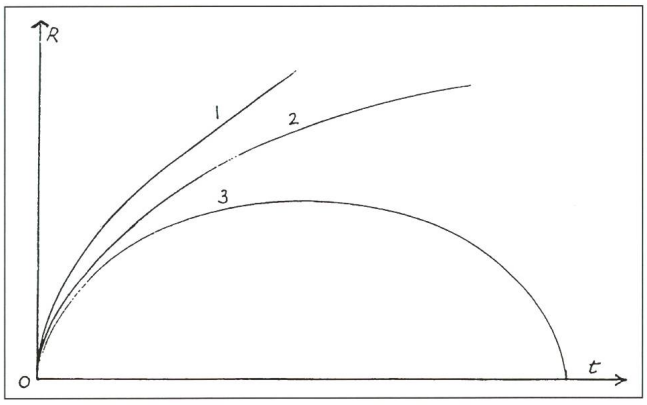
Figure 2: Si l'on change la traction exercée sur un grand élastique, la distance entre des petits objets crochés sur cet élastique se modifie d'une manière similaire à la façon dont les distances varient dans l'univers. Les modifications des distances sont proportionelles à la distance entre les objets.

ensuite diminuer (figure 3). Ce type de comportement est lié au premier paramètre, celui qui donne la forme de l'univers. Un univers ressemblant à une sphère a un facteur d'échelle qui augmente puis diminue, une phase de contraction suit l'expansion. Cet univers a débuté avec un big bang et finira en un «big crunch». Dans les deux autres cas, il n'y a pas de phase de contraction après l'expansion. Si l'univers est l'analogue d'une feuille de papier, l'expansion se poursuivra toujours, mais de plus en plus lentement; alors que si l'univers est l'analogue d'un col, la vitesse d'expansion ne s'approchera jamais de zéro.

L'outil physique que l'on utilise pour comprendre comment ces paramètres évoluent dans le temps est la théorie de la relativité générale qu'Einstein a développée en 1915. Il est arrivé alors à trouver un système d'équations qui relient le contenu matériel et énergétique d'un ensemble physique à la structure géométrique de son espace-temps (c'est à dire à la façon de mesurer les distances entre les éléments de l'ensemble). Dans le contexte de la cosmologie ceci revient à relier les deux paramètres que nous avons décrits au contenu énergétique et matériel de l'univers.

Les observations faites par E. Hubble (l'astronome d'après lequel le satellite spatial a été nommé) dans les années 1920 ont donné une assise empirique très importante à ces réflexions. En effet, Hubble a montré que plus les galaxies sont éloignées de nous, plus elles s'éloignent de nous rapidement. Ce phénomène

Figure 3: Le facteur d'échelle R en fonction du temps. La courbe 1 correspond à un univers à géométrie hyperbolique, dont l'expansion continuera à grande vitesse. La courbe 2 correspond à un univers plan, l'expansion de celui-ci est également sans fin, la vitesse d'expansion tend vers zéro. La courbe 3 représente le facteur d'échelle d'un univers sphérique, dont l'expansion est suivie par une phase de contraction. Cet univers ayant commencé par un «Big Bang» finira par un «Big Crunch».



est le même que celui décrit par l'élastique ci dessus: plus deux papiers sont distants sur l'élastique, plus leur vitesse d'éloignement est grande quand l'élastique est tendu (essayez!). La constante (H_o) de Hubble, décrit ce phénomène de manière quantitative. De nombreuses observations permettent de déterminer la valeur de cette constante. Cette constante H_o est telle qu'une galaxie située à 3 millions d'années lumière de la Terre, s'éloigne de nous à une vitesse de 50 kilomètres par seconde environ. Une autre galaxie, située elle à 30 millions d'années lumière de nous, s'éloigne à une vitesse de 500 kilomètres par seconde environ et ainsi de suite.

En connaissant la vitesse d'expansion de l'univers (la constante H_o donne cette information) et la distance de quelques galaxies, nous pouvons déduire que la distance entre les galaxies a été nulle, il y a à peu près 15 milliards d'années. Le raisonnement est le même que celui que l'on fait pour calculer l'heure de départ d'un train en connaissant son emplacement actuel, son point de départ et sa vitesse. Le moment où les distances entre les objets dans l'univers étaient nulles est le moment du début de l'expansion, c'est le Big Bang et le début de notre Univers.

Il ne nous est aujourd'hui pas possible de savoir si l'univers dans lequel nous vivons est en expansion perpétuelle, si cette expansion s'arrêtera ou si une phase de contraction suivra la phase d'expansion actuelle. La difficulté principale réside dans la mesure de la quantité de matière contenue dans l'univers. Nous pouvons bien sur compter la matière que nous observons, c'est-à-dire la matière lumineuse. Malheureusement, nous ne sommes capables de mesurer que ce que nous pouvons observer. Et il existe probablement beaucoup de matière dans l'univers qui n'émet pas suffisamment de lumière pour être observée avec les outils à notre disposition.

Comme la quantité de matière est liée aux propriétés géométriques de l'univers, on pourrait imaginer comme alternative approcher cette mesure en étudiant la géométrie de l'univers. Ce programme est en principe possible, il se heurte toutefois également à de grandes difficultés. En effet, la vitesse de la lumière est grande, mais elle est finie. Quand nous observons des objets lointains, ceux là même dont nous avons besoins pour mesurer les propriétés géométriques de l'univers à grande échelle, nous les observons tels qu'ils étaient au moment où ils ont émis la lumière que nous captons maintenant. C'est-à-dire il y a quelques milliards d'années. Or ces objets changent avec le temps et la façon dont ils changent n'est pas encore bien connue. En conséquence, nous connaissons mal les objets dont nous voulons nous servir comme des bornes dans l'univers lointain. C'est cette méconnaissance qui nous empêche de bien mesurer les caractéristiques de la géométrie de l'univers et donc son contenu en matière. Nous avons donc encore un travail considérable à fournir avant de savoir quel sera le sort à très long terme de l'univers.

Nous pouvons conclure de cette analyse que l'univers a eu un début, que ce début s'est passé il y a quelque 15 milliards d'années et que, depuis, l'univers est en expansion. La découverte que les galaxies s'éloignent les unes des autres avec une vitesse qui augmente avec la distance est une assise observationelle très solide de ce modèle.

Histoire thermique de l'univers

L'expansion de l'univers a comme conséquence directe qu'il se refroidit au cours du temps et donc qu'il était beaucoup plus chaud dans le passé. Cet effet est similaire à celui que l'on observe en gonflant un pneu de vélo. Il est en effet facile de constater que la pompe se réchauffe en comprimant l'air. De manière similaire, une bombe à aérosol se refroidit lorsqu'elle est vidée rapidement. Il en va de même pour l'univers, il se refroidit au fur et à mesure de son expansion. Il est donc possible de remonter l'histoire thermique de l'univers et de décrire quelques étapes clés dans son évolution.

Cette description ne peut être détaillée, des aléas tels que la formation des étoiles voire de notre galaxie se passent sur une échelle beaucoup trop petite pour être décrite par la cosmologie. Il est cependant intéressant, lorsque l'on étudie nos origines de mentionner que le système solaire s'est formé il y a 5 milliards d'années. L'histoire est la même que celle des autres étoiles de notre galaxie, le soleil et les planètes sont le produit de la contraction d'un nuage de gaz, de molécules et de poussières interstellaires. On observe de nombreux nuages de cette nature dans notre galaxie au sein desquels des étoiles sont encore maintenant en formation. L'univers avait au moment de la formation du système solaire un âge d'environ 10 milliards d'années.

La première étape cosmologique très importante que nous rencontrons en remontant l'histoire thermique de l'univers a eu lieu quand l'univers avait un âge de 100'000 ans. Il s'était alors suffisamment refroidi, en se dilatant progressivement, pour permettre, que d'un proton chargé positivement et d'un électron libre chargé négativement un atome d'hydrogène se forme, dans lequel le proton et l'électron sont liés. Jusque là, une température supérieure à quelque 3000 degrés avait empêché une telle combinaison. Ceci en raison des violents mouvements, caractéristiques de cette température, qui empêchaient les électrons et les protons de s'assembler, pour former un atome.

Tant que les électrons et les protons ne pouvaient pas se lier, donc avant que l'univers n'ait eu quelque 100'000 ans, l'univers était totalement opaque. En effet, la lumière ne peut se propager librement dans un milieu dominé par des électrons libres. Elle est constamment défléchie par ces derniers. Mais, une fois les électrons capturés par les protons, le rayonnement a pu se propager librement. Et le rayonnement libéré à cette époque reste encore observable aujourd'hui. Il est ce que les astrophysiciens appellent le fond de ciel cosmique. L'existence de ce rayonnement a été prédite dans les années 40 par un physicien russe du nom de Gamow. Ce n'est toutefois que 20 ans plus tard que deux ingénieurs préoccupés d'améliorer la qualité d'antennes radio et sans connaissance de la prédiction de Gamov, Penzias et Wilson, ont observé ce rayonnement. Cette découverte est une seconde confirmation par des observations que les idées décrites ici donnent une représentation fiable de l'univers.

La seconde étape importante en remontant vers l'origine de l'univers se situe lorsqu'il avait environ 100 secondes. Dans le milieu qui règne à ce moment, il y a en plus du rayonnement électromagnétique («la lumière») des neutrinos, des électrons, des protons et des neutrons, la température est d'environ 1 milliard de degrés. A cette température, deux protons et deux neutrons peuvent s'associer et devenir un noyau d'hélium. Plus tôt, la température était trop élevée, les mouvements des particules trop violents, pour permettre qu'une telle association soit stable. La quantité d'hélium formé peut être calculée en connaissant la température de l'univers et la vitesse de son expansion au moment de la formation. On trouve que l'hélium formé alors constitue environ 25 pour-cent de la matière disponible. Les 75 autres pour-cent restent des protons libres, qui, en ce combinant avec des électrons donneront 100'000 ans plus tard de l'hydrogène. Les observations de la quantité d'hélium présente maintenant dans différentes régions de

l'univers correspondent très bien avec les résultats de ces calculs. Cette correspondance est la troisième confirmation par l'observation que notre univers s'est bien développé comme nous le décrivons ici.

Il est de nouveau utile, si nous nous intéressons à nos origines, de faire une parenthèse pour comprendre d'où viennent les autres éléments qui nous entourent et dont nous sommes faits. L'énergie émise par les étoiles est due à des réactions nucléaires de fusion, c'est-à-dire que des noyaux légers comme des protons ou des noyaux d'hélium se combinent pour former des éléments plus lourds, tels que le carbone, l'oxygène, le néon, le fer etc. Ces réactions ont donc deux conséquences: elles libèrent d'une part de l'énergie, c'est cette énergie qui est libérée par le soleil et qui permet la vie sur terre, et d'autre part elles permettent la combinaison de différents éléments en noyaux de plus en plus complexes.

Ces réactions amènent donc une modification de la composition chimique d'une étoile. Ces modifications se poursuivent jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'éléments simples qui puissent se combiner en éléments plus complexes dans les conditions qui prévalent à l'intérieure de l'étoile. Celle ci ne génère alors plus d'énergie et, si elle est suffisamment massive, la force de la gravitation lui fait subir une contraction catastrophique qui a pour conséquence l'explosion de l'étoile et la dissémination des éléments formés au cours de la vie de l'étoile dans le milieu interstellaire. Un nouvel agrégat d'étoiles pourra alors se former à partir de matière interstellaire qui contient maintenant le carbone, l'oxygène, fer, etc. formé au cours de la vie de la première étoile. Ces nouvelles étoiles vont à nouveau générer de l'énergie et des éléments complexes, évoluer et disperser ces éléments dans le milieu interstellaire. Les générations d'étoiles se succèdent ainsi et le milieu devient de plus en plus riche en éléments chimiques complexes. Une fois, autour d'une étoile, que nous appellerons beaucoup plus tard le Soleil, la Terre s'est formée, à partir des éléments disponibles dans le milieu interstellaire à ce moment, et c'est ainsi que tous les éléments dont nous sommes faits, de même que ceux qui nous entourent proviennent de réactions nucléaires au coeur des générations d'étoiles qui ont précédé la formation du système solaire. Les seules exceptions sont l'hydrogène qui n'a pas subi de réactions nucléaires et l'hélium dont sont gonflés les ballons de nos enfants. Ce dernier élément a été formé, on vient de le voir, lorsque l'univers avait quelque 100 secondes d'âge, bien avant la formation des premières étoiles. Ceci termine cette parenthèse sur l'origine des éléments dont nous sommes formés.

Reculer davantage dans le temps pose de nouveaux problèmes. Les températures de plus en plus élevées (nous parlons déjà de milliards de degrés quand l'univers avait 100 secondes) impliquent que les particules avaient en moyenne de plus en plus d'énergie. La physique qui entre en jeu alors que l'univers avait moins de 100 secondes est la physique qui fait l'objet des recherches du CERN et d'autres laboratoires de physique des particules. Ainsi il nous est encore possible de décrire l'état de l'univers lorsqu'il avait un millionième de seconde. Il était alors composé d'une *soupe* de quarks et de leptons en équilibre thermodynamique. Enfin, si rien ne nous empêche de remonter davantage dans le temps, nous devons garder en mémoire que plus nous remontons dans le temps plus notre démarche devient spéculative.

C'est ainsi que, probablement, lorsque l'univers avait un âge de 10^{-34} seconde (c'est-à-dire 0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 1 seconde), qu'une phase d'expansion très rapide, appelée phase d'inflation s'est produite. Si nous voulons remonter encore plus loin dans le temps, notre démarche se heurte à une difficulté que nous ne sommes pour le moment pas en mesure de surmonter. A un âge de 10^{-43} seconde, et à une température de l'ordre de 10^{32} degrés, les dimensions sont tellement petites et les énergies tellement importantes que les relations d'incertitude de la mécanique quantique entrent en jeu. Nous ne pouvons plus alors utiliser les notions conventionnelles d'espace et de vitesse, de même que les notions de temps et d'énergie nécessaires pour utiliser la relativité générale qui nous a guidés jusque là. Les outils de la physique actuelle s'avèrent, passé ce points, inopérants. Car, jusqu'à ce jour il s'est révélé impossible de marier la mécanique quantique et la théorie de la relativité générale. Cette frontière est appelée le mur de Planck. Toutefois, il est fort probable qu'une théorie cohérente de la gravitation, dans le cadre de la mécanique quantique, verra le jour une fois permettant alors de surmonter ces difficultés.

Problèmes

Le modèle cosmologique décrit ici présente l'avantage de rendre compte de trois points observés fondamentaux. Le premier d'entre eux est l'expansion de l'univers, le second est le rayonnement isotrope observé partout dans l'univers. Enfin, troisièmement, il est possible d'expliquer la présence abondante d'hélium et de quelques autres éléments légers, comme le tritium ou le lithium.

Ce modèle du Big Bang, s'il décrit adéquatement les étapes principales de la genèse de l'univers, cela en lien étroit avec la physique des particules, présente néanmoins quelques difficultés, dont voici les principales.

Le fond de ciel est isotrope. En effet, si nous observons le ciel dans une direction précise, une certaine quantité de rayonnement est mesurée. Le ciel observé dans une direction différente donne la même mesure du rayonnement avec une précision extraordinaire. Et pourtant, les régions du ciel, dont ces deux rayonnements proviennent, n'ont jamais eu de relation causale. Elles n'ont donc pas pu «régler» leur émission de facon à émettre la même quantité de rayonnement. On se demande par conséquent, pourquoi l'émission de rayonnement est similaire en quantité quelle que soit la région de l'espace observée. La réponse à cette question nous échappe encore.

De plus, l'univers a une géométrie proche de la limite entre une expansion éternelle et une expansion suivie d'une contraction. Ceci n'a en soi rien d'extraordinaire, cependant, pour être si proche de cette limite maintenant, il faudrait que l'univers en ait été encore beaucoup plus proche dans ses premières phases, ceci d'une manière qui paraît absurde. Il faut donc soit que l'univers soit exactement à cette limite (la géométrie de l'univers est alors analogue à celle d'une feuille de papier) soit comprendre l'origine de cette toute petite différence.

La période d'inflation mentionnée plus haut qui pourrait avoir eu lieu, permet probablement de résoudre ces difficultés. Pendant l'inflation, l'univers augmente sa taille très rapidement, pendant un laps de temps relativement court. Cette énorme augmentation de la taille de l'univers a comme gommé sa courbure, ce qui permettrait d'expliquer sa platitude. L'univers observable serait, si l'inflation s'est bien produite, issu d'une région à l'origine beaucoup plus petite, on peut alors comprendre la concordance entre le rayonnement du fond de ciel dans différentes directions. Les modèles englobant une période d'inflation ont donc bien des vertus, ils manquent toutefois encore de confirmation observationelle.

Enfin, la formation des structures, tel que nous pouvons les observer (galaxies, amas de galaxies), n'est toujours pas élucidée. On a observé récemment de toutes petites différences

de température dans le rayonnement du fond de ciel. Ces différences sont le signe que l'emprunte des structures que nous observons maintenant existait au moment de la recombinaison des électrons avec les protons. Il reste à comprendre d'où viennent ces empruntes et comment à partir des minimes différences de température qui existaient quand l'univers avait 100'000 ans les structures très contrastées que nous observons ont pu se former.

Cosmologie et mythes de la création

Les mythes de création qui sont présents dans de nombreuses civilisations ont pour objet de placer l'humanité dans son contexte naturel en racontant comment la terre, la vie et les hommes se sont formés. Souvent ces mythes décrivent aussi quelle est la relation des hommes avec un créateur. Le premier chapitre de la genèse est un tel mythe, c'est celui avec lequel la civilisation dans laquelle nous vivons s'est développée.

La science reprend une partie du programme des mythes de création. Il est en effet possible de connaître l'origine et l'histoire de notre civilisation, dans une certaine mesure aussi celle de la vie, celle de la terre et des planètes, celle du Soleil et des étoiles et même, de savoir d'où viennent les atomes dont nous faits. Même si ces connaissances sont encore lacunaires, le cadre général de l'étude paraît très solide. Le rôle de la cosmologie dans cette chaîne est de décrire le cadre le plus grand, l'univers, et son évolution sur les échelles de temps les plus longues. La cosmologie nous permet de remonter très loin dans le temps. Nous pouvons donc établir de manière précise notre relation avec tout l'univers observable. Ainsi la cosmologie, comme les mythes de la création permet de situer notre vie et notre action dans un cadre beaucoup plus grand que l'échelle humaine ou même que celui de l'histoire d'une ou de plusieurs civilisations.

Les connaissances que nous avons acquises au cours de ce siècle nous permettent de remonter avec une certaine confiance dans l'histoire de l'univers jusqu'à une fraction de seconde après le début de son expansion. Plus tôt, notre connaissance de la physique des très hautes énergies est encore imparfaite et notre description de l'univers à son tout début peu fiable. En particulier, l'origine de l'univers, par exemple sous forme de fluctuation quantique du vide est le sujet de spéculations plus que de connaissances scientifiques. En ce sens, la cosmologie ne nous permet pas d'établir, pour le moment du moins, une théorie de l'origine du monde.

La cosmologie n'est pas tout à fait une science comme les autres. On demande en effet souvent à une démarche de pouvoir être répétée et vérifiée expérimentalement pour lui donner nom de démarche scientifique. Ceci est le cas de la physique et de la chimie par exemple. Par contre en astronomie il n'est pas possible de faire des expériences. Nous sommes condamnés à observer les expériences que la nature met en scène pour nous. En cosmologie, nous sommes en plus limités à l'étude d'un seul univers. Si l'expérience se répète nous ne serons pas là pour observer dans quelle mesure cet autre univers confirme ou infirme les conclusions que nous aurons tirées de l'étude du présent univers.

Même avec cette limitation, la cosmologie moderne se distingue des mythes de la création entre autre par le souci d'obtenir des confirmations par des observations des déductions qui sont faites et par l'exécution d'expériences qui reproduisent certains aspects des conditions qui régnaient dans le très jeune univers. De telles expériences consistent par exemple à faire entrer en collisions des noyaux d'atomes lourds avec une grande énergie et ainsi de reproduire les conditions thermiques rencontrées lors des premières secondes de l'univers. Ces études observationnelles et expérimentales de la cosmologie sont prolongées par le fait que la cosmologie fait également des prédictions qui pourront être ensuite vérifiées par de nouvelles observations. Une telle prédiction est la présence d'un fond cosmique de neutrinos de température un peu inférieure à celle du rayonnement électromagnétique. La confirmation expérimentale de l'existence de cette composante représente une difficulté majeure et ne peut être envisagée maintenant. Il n'en reste pas moins qu'il y a là une prédiction ferme qui, au moins en principe, pourrait une fois être vérifiée.

La cosmologie se distingue également des mythes de la création par l'absence de référence ou même de mention d'un créateur ou d'un dieu, de quelque nature qu'il soit. Comme le reste de la science, la cosmologie répond à la question comment et non a la question pourquoi. Le sens de l'univers n'est pas du ressort de la cosmologie. Ainsi, le soin de se pencher sur le sens de notre existence ou encore d'établir quelle est la relation entre la création et un éventuel créateur est laissée à d'autres textes ou recherches par exemple a un mythe de la création.

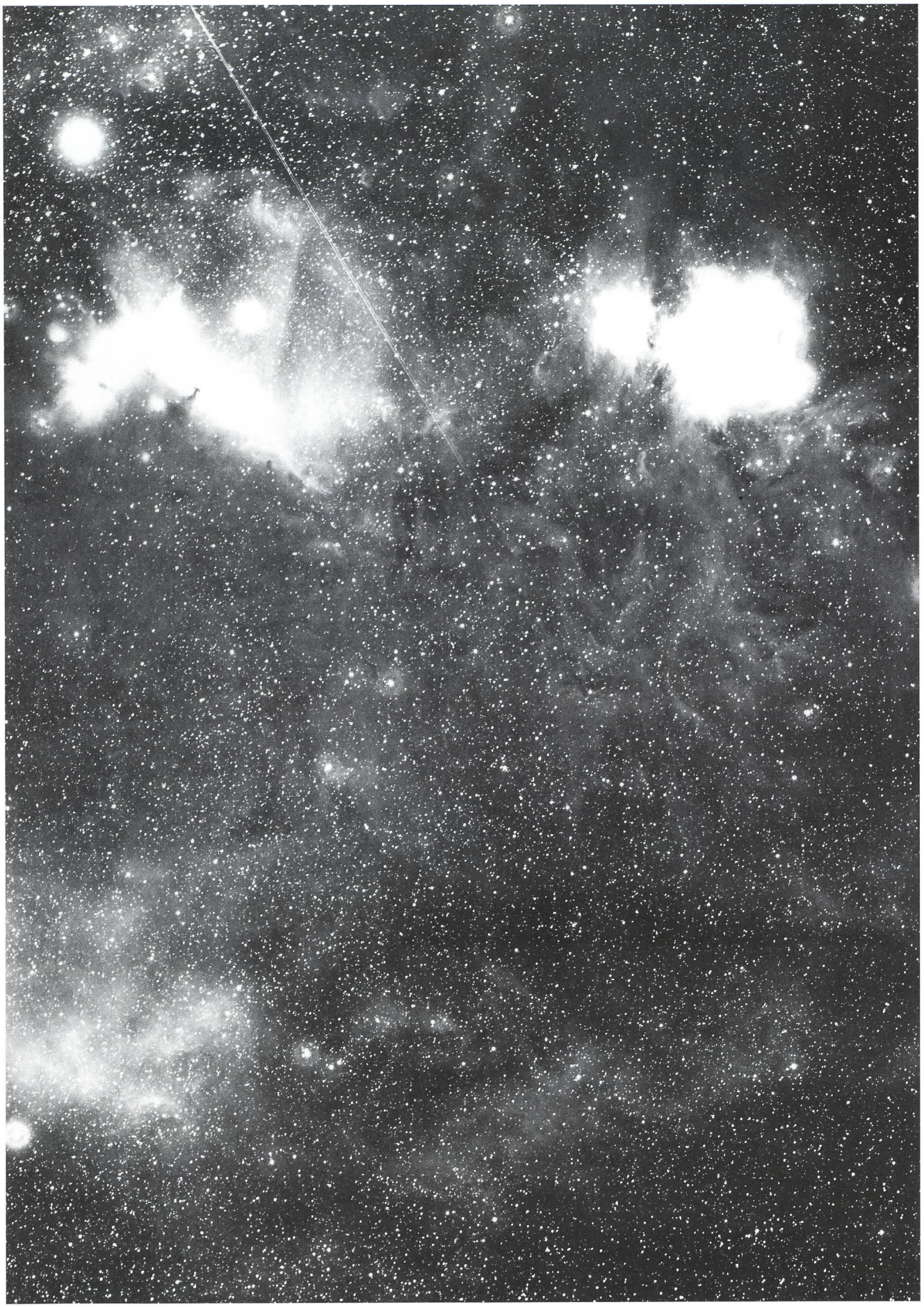
La place que nous nous découvrons dans l'univers au travers de l'étude scientifique du monde qui nous entoure n'est pas la même que celle que nous trouvons dans la genèse et dans beaucoup d'autres mythes. Ces derniers donnent à la terre, puis à l'humanité un rôle et une importance particuliers. Le monde décrit par plusieurs de ces mythes place l'humanité au centre de la vie (la Genèse donne aux hommes un grand pouvoir de domination sur les autres formes de vie) et place souvent la terre au centre du monde. Cette vision n'est pas celle qui se dégage de l'étude de la biologie ou de l'astronomie. Les formes de la vie évoluent, nous ne sommes pas tout à fait semblables à nos ancêtres lointains ou à ce que seront nos descendants lointains, si tant est que nous ne détruisions pas les conditions propres à la vie. Il n'y a rien de très particulier à notre époque. De même, la terre n'est pas dans un lieu privilégié de l'univers, c'est une planète autour d'une étoile parmi 100 milliards dans notre galaxie, laquelle est une parmi un très grand nombre de galaxies dans un univers qui va en s'agrandissant tous les jours. Cette vision de notre relation avec notre environnement n'est pas sans modifier profondément notre vision du monde et de notre action dans ce monde.

THIERRY J-L COURVOISIER
Observatoire de Genève

Partie centrale de la constellation d'Orion ▶

Cette partie du ciel est probablement une des plus photographiées par les amateurs, à cause de ses célèbres nébuleuses M42, IC 434 et la boucle de Barnard. Ces objets peuvent etre facilement photographiés avec de simples appareils munis de leur objectif standard ou d'un petit télé. Un instrument plus puissant fera apparaître sur tout le champ une infinité de nébulosités très faibles. La photo à été prise le 17.1.96 avec la caméra Schmidt Ø 20 cm de l'OMG en 60 minutes de pose avec un filtre rouge, par une nuit exceptionnellement claire, due à l'absence de neige. L'image est un tirage direct du négatif, sans passer par un contretypage!

ARMIN BEHREND
Observatoire de Miam-Globs
Les Parcs, CH-2127 Les Bayards/NE



KONUS EST UNE MARQUE DEPOSE DE KONUS ITALIA S.r.l. KONUS IST EINE FIRMENSCHUTZMARKE VON KONUS S.r.l. ITALIEN

KONUS™

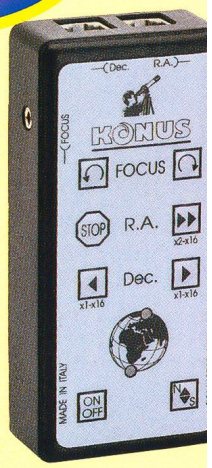
• DIE NEUE SERIE "KONUSKY" •
• LE NOUVEAU "KONUSKY" •

KONUSKY-45 Nr.1755

AUSSTATTUNG: Ø114 mm. F:910mm, F8 Grenzgröße max. Mag.12,3 Gewicht 17 Kg 2 Okulare Ø31,7mm. (K9 u. K25); Suche 6x30 Parallaktische Montierung m Alustativ!

EQUIPEMENT:Ø=114 MM. FOCALE 91 MM. F8; Mag. maximale visible 12,3; poi 17 Kg.; 2 oculaires Ø=31,7 (K25 et K9) che cheur 6X30 avec objectif achromatique

SKYMOTOR
Nr.1701
Fr. 350



•12V. Schrittmotor mit Kontrollbox
•Moteur de type "Pas a Pas" 12v avec bôitier de contrôle pour:

1. Halbe oder doppelte Geschwindigk. mögl.
1. Faire varier la vitesse en A.D.
2. Nord/Süd umschaltung
2. Sélectionner l'hémisphère nord/sud
3. Tasten für Declinations Motor inklusive
3. Effectuer les déplacements en déclinaison
4. Tasten für elektrischen Focusmotor
4. Régler la mise au point (avec moteur en option code. 1091)

ZUBEHÖR EXTRA:
AUTRES ACCESSOIRES EN OPTIC

A) 12V. Zigarettenanzünderkabel Nr. 1092
A) Câble pour l'allume cigare de la voiture 7 code 1092.
B) oder mit 12V. accu Nr. 1093
B) Piles rechargeables 12V 6Va au plo code 1093

KONUSKY-90 • code 1757
Ø=90mm Focal =1000mm

AUSTATTUNG: Ø90mm. F:1000 mm. f/11,1; GrenzgrÖße max. Mag. 11,8; Gewicht 17 Kg.; 2 Okulare Ø31,8 mm. (K9 u. K25); 6x30 Sucher; Diagonalprisma; Parallaktische Montierung mit Alustativ.

EQUIPEMENT: Ø90mm.; focale 1000mm.; F11,1; Mag. maximale visible 11,8; pois 16 kg.; 2 oculaires Ø31,7 (K25 et K9) chercheur 6x30 avec objectif achromatique; prisme diagonale; manuels d'instructions.

MIT 2 OKULARE
AVEC 2 OCULAIRES
Fr.1.199

REFLEKTORE NEWTON #1763
Ø150mm. F.900
Parallaktische montierung; Zweifach Alustativ; 2 Okulare Ø31,8 (K9 u.K25); Sucher 6x30; Elektrischr Fokussierung; Gebrauchsanleitung

KONUSKY-150
ø150mm • F 900 • F/6
avec mise au point électrique
mit elektrischer Fokussierung
Fr. 1.690

REFLECTEUR DE TYPE NEWTON# 1763
ACCESSOIRES FOURNIS:
monture équatoriale, avec 2 moteurs en option sur les deux axes; trépied en aluminium à deux sections; deux oculaires ø31,8mm. (K9 et K25); chercheur 6x30; mise au point électrique; manuel d'instructions.

PERRET OPTICIENS
DEPUIS 1933

Rue du Perron 17
1204 Genève
Suisse
Tel : 022/ 311 47 75
Fax: 022/ 311 31 95

CHEZ LE REVENDEUR
•
VERKAUF BEI

RYSER *20 Jahre* **OPTIK**
Kleinhüningerstrasse 157 - 4057 Basel
☎061/631 31 36 - Fax 061/631 31 38

Friedrich Wilhelm Bessel (1784 - 1846) und die Begründung der Fundamentalastronomie

Eine Würdigung seiner Arbeiten anlässlich des 150sten Todestages

A. Verdun

Am 17. März jährte sich der 150ste Todestag des grossen Astronomen, Mathematikers und Geodäten Friedrich Wilhelm Bessel. *Zu diesem Anlass sollen seine wissenschaftlichen Leistungen zusammengefasst und gewürdigt werden. Grundlage dazu bilden die kürzlich erschienene* Bessel-*Biographie von K.* Lawrynowicz *[1] sowie der Beitrag von W.* Fricke *in [2]. Die bedeutendsten wissenschaftlichen Arbeiten* Bessels *sind die Entwicklung und Einführung neuer Reduktionsmethoden, die Erstellung des ersten Fundamentalkataloges, die Messung der jährlichen Parallaxe sowie die Entdeckung der Polschwankung. Mit diesen Leistungen begründete* Bessel *die moderne Fundamentalastronomie.*

Zur Vita

Friedrich Wilhelm Bessel wurde am 22. Juli 1784 im deutschen Minden geboren. Dort besuchte er das Gymnasium, das er vorzeitig verliess und 1799 eine Stelle als Kaufmann in einer Handelsfirma in Bremen antrat. Während seiner Lehre erarbeitete er sich in seiner Freizeit alles Wissenswerte, was er zur Ausübung des Berufs eines Handelsreisenden zu benötigen glaubte, unter anderem auch Navigation. Um diese besser verstehen zu können, begann er sich im Selbststudium in die Astronomie und Mathematik zu vertiefen. Erste astronomische Arbeiten und die Bekanntschaft mit Olbers veranlassten ihn 1806, kurz vor seinem Abschluss aus der Lehre auszutreten, um bei Schröter in Lilienthal eine Assistentenstelle anzunehmen, die ihm Olbers verschafft hatte. Bessel veröffentlichte in seiner Lilienthaler Zeit 51 Arbeiten, womit er sich internationale Anerkennung erwarb. 1810 folgte er auf Empfehlung Humboldts einem Ruf nach Königsberg, um dort eine eigene Sternwarte aufzubauen, die er 1813 auch beziehen konnte. Hier heiratete er 1812 Johanna Hagen, die ihm drei Töchter und zwei Söhne schenkte. Bessel rüstete seine Sternwarte mit den vorzüglichsten Instrumenten aus, die er damals erhalten konnte. Mit diesen vollbrachte er seine grossen wissenschaftlichen Leistungen. In Königsberg lebte und arbeitete Bessel 36 Jahre bis zu seinem Tod. Zu seinen besten Freunden zählten sein Förderer Olbers, zu dem er eine väterliche Beziehung hatte, sowie der etwas ältere Gauss, der ihm zum Doktortitel verhalf und letztlich ermöglichte, dass er die Professur in Königsberg annehmen konnte. Die meisten seiner Arbeiten veröffentlichte Bessel im *Astronomischen Jahrbuch* von Bode, in der *Monatlichen Correspondenz* von Zach und in den *Astronomischen Nachrichten* von Schumacher. Die dreibändige Ausgabe der gesammelten Werke Bessels [3] verzeichnet über 400 Arbeiten aus den Gebieten Himmelsmechanik, Sphärische Astronomie und Astrometrie, Theorie der Instrumente, Stellarastronomie bzw. Stellarstatistik, Mathematik, Geodäsie und Geophysik, Physik und Verschiedenes. Neben den nachfolgend vorgestellten Hauptwerken sind besonders die 21 Bände umfassenden *Beobachtungen der Königsberger Sternwarte* sowie seine *Astronomischen Untersuchungen* von 1841/42 zu erwähnen.

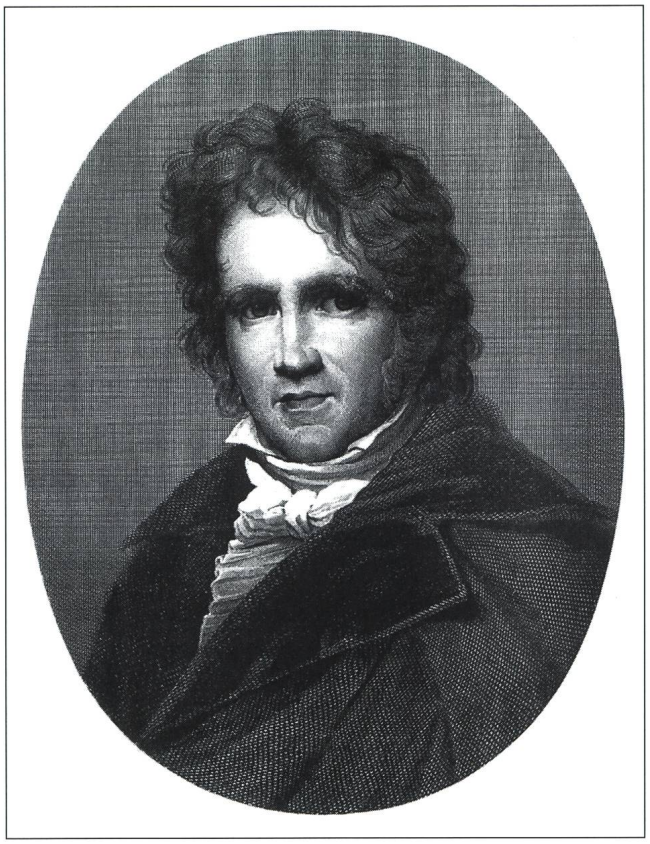


Bild 1: Friedrich Wilhelm Bessel *im Alter von 50 Jahren. Stich von E.* Mandel *nach dem Porträt von 1834 von J.* Wolff *(Aus [3]).*

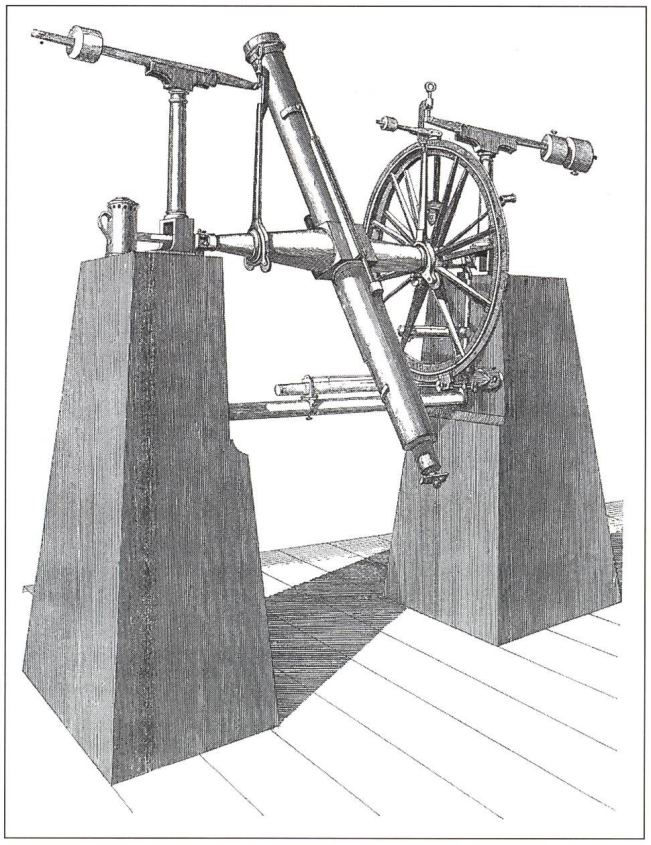
Die Entwicklung neuer Reduktionsmethoden

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts bauten Fraunhofer, Reichenbach, Repsold und andere astrometrische Instrumente von grosser Vollkommenheit [4]. So verfügte Bessel 1819 über einen Meridiankreis von Reichenbach-Ertel, 1829 über ein grosses Heliometer von Fraunhofer-Utzschneider und 1841 über einen Meridiankreis von Repsold. Bessel erkannte bald, dass eine Steigerung der Beobachtungsgenauigkeit durch konstruktive Verbesserungen dieser Instrumente vorläufig nicht zu erreichen war. Als erfahrener Beobachter wusste er aber auch, dass selbst bei den besten Instrumenten Messfehler auftreten. Bessel begegnete diesem Problem, indem er sämtlichen Fehlerquellen nachspür-

te und Verfahren entwickelte, wie sie einerseits rechnerisch berücksichtigt und andererseits durch geeignete Beobachtungsmethoden verringert werden konnten. BESSEL hat sich in 25 Arbeiten mit der Theorie der astronomischen Instrumente befasst, was für ihn in erster Linie eine Theorie ihrer Fehler bedeutete. Er entwickelte eine Theorie des von BRADLEY benutzten Mauerquadranten, des Passageinstrumentes, des Meridiankreises sowie des Heliometers. Neben der Berücksichtigung der instrumentellen Fehler versuchte BESSEL sogar die «Unzulänglichkeiten» des Beobachters, die sog. persönliche Gleichung, in Rechnung zu ziehen. Dieses psychophysische Phänomen besteht darin, dass verschiedene Beobachter an ein und demselben Instrument unter gleichen Bedingungen systematisch unterschiedliche Messwerte ablesen. All diese Untersuchungen führten auf eine heute noch geltende Klassifizierung der Beobachtungsfehler, die nach dem Charakter ihres Auftretens in systematische und in zufällige Fehler unterteilt werden. BESSEL wies nach, dass die Verteilung von zufälligen Fehlern in grossen Messreihen einer Normalverteilung entspricht. Zudem führte er die bekannte Formel für die Abschätzung des mittleren quadratischen Fehlers einer gemessenen Grösse in die Fehlerrechnung ein.

Das Heranziehen und Entwickeln mathematischer Methoden zur Lösung astronomischer Probleme war für BESSEL immer von zentraler Bedeutung. Seine mathematischen Arbeiten bringen deutlich zum Ausdruck, dass er stets bestrebt war, Algorithmen zu entwickeln, die für den Praktiker in geeigneten Formeln oder Tafeln darstellbar waren. Die nach ihm benannten Interpolationsformeln und die in der Himmelsmechanik häufig verwendeten Zylinderfunktionen sind nur zwei Beispiele, die illustrieren sollen, wie BESSEL bemüht war, die mathematische Theorie mit der astronomischen Praxis zu verbinden.

Bild 2: Der REICHENBACHsche Meridiankreis von 1819 war zu seiner Zeit eines der vollkommendsten astrometrischen Instrumente. Mit diesem machte BESSEL seine umfangreichen Zonenbeobachtungen, in deren Folge die Zonenkataloge von WEISSE und der Berliner Akademie entstanden. (Aus [4]).

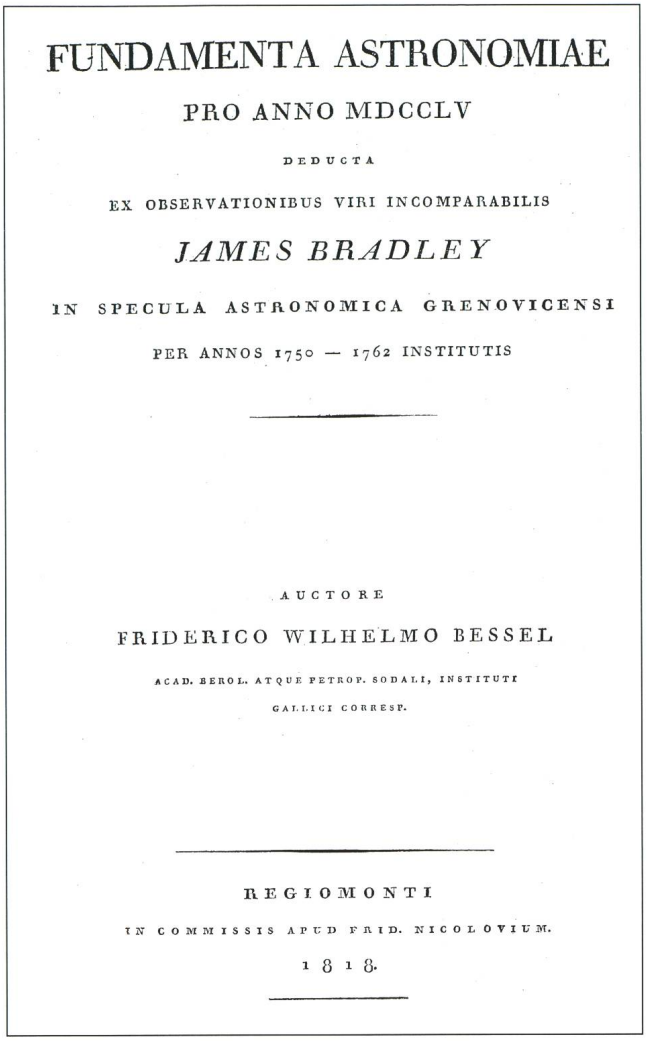


Neben der Theorie der Refraktion war BESSELS theoretischer und praktischer Beitrag zur Reduktion von täglicher und jährlicher Aberration und Parallaxe sowie von Präzession und Nutation so erschöpfend, dass nach ihm dieser Bereich der astronomischen Berechnungen bis heute keine wesentlichen Veränderungen erfahren hat. So werden die BESSELschen Reduktionsformeln mit ihren Koeffizienten, den BESSELschen Tages-Zahlen, noch heute in den Jahrbüchern angegeben.

Die Erstellung des ersten Fundamentalkataloges

Einer der grössten Verdienste BESSELS besteht darin, dass er die fundamentale Bedeutung hochpräziser Sternkataloge für die künftige Entwicklung der Positionsastronomie klar erkannte und sich über 35 Jahre seines Lebens der Erstellung solcher Kataloge widmete. Hierbei war er bestrebt, nicht nur die Genauigkeit wesentlich zu erhöhen, sondern setzte sich - erstmalig in der Geschichte der Astronomie - auch zum Ziel, ein hochpräzises Fundamentalsystem der Sternörter durch Synthese einiger Kataloge (von BRADLEY, LALANDE, PIAZZI, BESSEL) mit Beobachtungen aus verschiedenen Epochen zu erstellen.

Die erste, höchst bedeutsame Arbeit von BESSEL, die den Beginn der modernen Astrometrie markierte und eine ausserordentlich wichtige Rolle in der Entwicklung der Stellarastronomie des 19. Jahrhunderts spielte, ist die 1818 erschienene *Fundamenta Astronomiae*. Ihr liegen die Beobachtungen von BRADLEY zugrunde, die jener zwischen 1750 und 1762 in Greenwich anstellte. BESSEL begann 1807 mit der Bearbeitung und Reduktion dieser Beobachtungen mit dem Hauptziel, einen möglichst genauen Sternkatalog für das Äquinoktium von 1755 zu erstellen und damit die Theorie der Refraktion, Präzession, Nutation und Aberration zu vertiefen. Ausserdem konnte er durch Vergleich der Sternörter für den Zeitabschnitt des Kataloges mit den Örtern am Anfang des 19. Jahrhunderts zuverlässige Daten über die Eigenbewegung der Sterne ermitteln. In den *Fundamenta Astronomiae* legte BESSEL die Basis für seine Reduktionstheorie. Er erstellte Refraktions-, Aberrations- und Nutationstafeln für die Reduktion der scheinbaren Sternpositionen und arbeitete Methoden zur Berücksichtigung der jährlichen Parallaxe sowie der Präzession aus. Frucht dieser Arbeit war ein Katalog von 3222 Sternpositionen, deren mittlere Fehler ±0.16 Zeitsekunden in Rektaszension und ±1".3 in Deklination betrug. Unter der Voraussetzung, dass die Richtungen der Eigenbewegungen der Sterne zufällig verteilt und ihre algebraische Summe für eine hinreichend grosse Anzahl von Sternen in einem gegebenen Bereich der Himmelskugel gleich Null sei, bestimmte BESSEL mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate die Lunisolarpräzession für 1750 zu 50".34 in Länge sowie die allgemeine Präzession, d.h. Lunisolarpräzession einschliesslich der planetaren Präzession, zu 50".18. Dies war die erste nach modernen statistischen Methoden gewonnene Bestimmung der Präzessionskonstanten. Die *Fundamenta Astronomiae* wurde einer der Eckpfeiler für die Astronomie des 19. Jahrhunderts und gleichzeitig der Ausgangspunkt für genaue und zuverlässige Messungen. Der BRADLEY-BESSEL-Katalog wurde noch lange zur Erstellung weiterer Sternkataloge herangezogen.



FUNDAMENTA ASTRONOMIAE

PRO ANNO MDCCLV

DEDUCTA

EX OBSERVATIONIBUS VIRI INCOMPARABILIS

JAMES BRADLEY

IN SPECULA ASTRONOMICA GRENOVICENSI

PER ANNOS 1750 — 1762 INSTITUTIS

AUCTORE

FRIDERICO WILHELMO BESSEL

ACAD. BEROL. ATQUE PETROP. SODALI, INSTITUTI

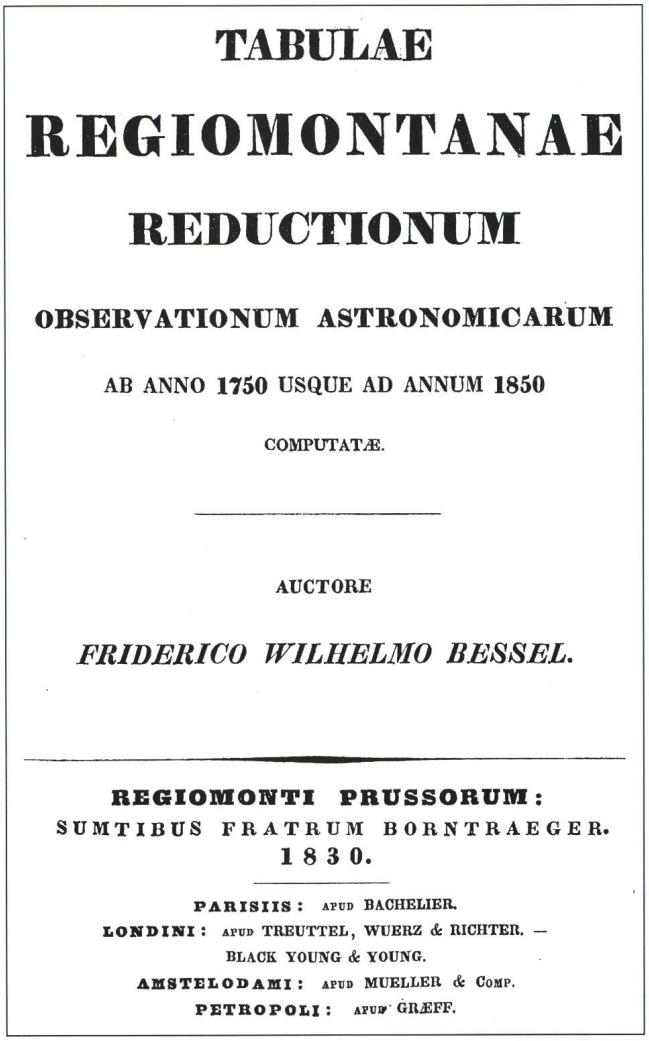
GALLICI CORRESP.

REGIOMONTI

IN COMMISSIS APUD FRID. NICOLOVIUM.

1818.

Bild 3: Titelblatt der 1818 veröffentlichten Fundamenta Astronomiae, *in welcher* Bessel *aufgrund der von* Bradley *zwischen 1750 und 1762 angestellten Beobachtungen und mit Hilfe seiner Reduktionstheorie die Positionen und Eigenbewegungen von 3222 Sternen für das Äquinoktium 1755 sowie mittels moderner statistischer Methoden präzise Werte für die Präzessionskonstanten darbieten konnte.*



TABULAE

REGIOMONTANAE

REDUCTIONUM

OBSERVATIONUM ASTRONOMICARUM

AB ANNO 1750 USQUE AD ANNUM 1850

COMPUTATÆ.

AUCTORE

FRIDERICO WILHELMO BESSEL.

REGIOMONTI PRUSSORUM:

SUMTIBUS FRATRUM BORNTRAEGER.

1830.

PARISIIS: APUD BACHELIER.

LONDINI: APUD TREUTTEL, WUERZ & RICHTER. — BLACK YOUNG & YOUNG.

AMSTELODAMI: APUD MUELLER & COMP.

PETROPOLI: APUD GRÆFF.

Bild 4: Titelblatt der von Bessel *1830 veröffentlichten* Tabulae Regiomontanae *(Königsberger Tafeln), dem ersten Fundamentalkatalog in der Geschichte der Astronomie. Er enthält die hochpräzisen Koordinaten und Eigenbewegungen von 38 Sternen, deren Positionen auf absoluten Messungen beruhen und das inertiale äquatoriale Bezugssystem repräsentieren. Im ersten Teil dieser Tafeln sind in komprimierter Form* Bessels *Theorie der Präzession, Nutation, Aberration und der Eigenbewegung der Sterne dargelegt.*

Zusammen mit Bessels späteren Katalogen bildeten die *Fundamenta Astronomiae* die Basis des ersten Fundamentalkatalogs der Astronomie, den 1830 von Bessel veröffentlichten *Tabulae Regiomontanae.* Den Fundamentalkatalogen kommt in der Astronomie eine besondere Bedeutung zu: Sie liefern das grundlegende, inertiale Äquatorialsystem, d.h. die wahrscheinlichsten Werte der Rektaszensionen, Deklinationen und Eigenbewegungen von mehreren Sternen mit dem zur Epoche gültigen Wert der Präzessionskonstanten. Das Fundamentalsystem wurde, zusammen mit neuen Werten für die astronomischen Konstanten, aus etlichen Katalogen, in denen die Koordinaten der Sterne in der Regel aus absoluten Positionsmessungen bestimmt wurden, in mühsamer Rechenarbeit hergeleitet. Bessels *Tabulae Regiomontanae* enthalten deshalb nur 38 helle Sterne 1. und 2. Grösse, die vom Himmelsäquator nicht weiter als 40° entfernt sind (sog. Maskelyne-Sterne und zwei polnahe Sterne). Mit Hilfe der Beobachtungen der Maskelyne-Sterne und der Sonne bestimmte Bessel die Position des Frühlingspunktes mit einer Genauigkeit von 0.01 Sekunden. Als Ausgangskataloge für die Herleitung des Fundamentalsystems benutzte Bessel die *Fundamenta Astronomiae* sowie zwei Kataloge, die er aufgrund von Beobachtungen in Königsberg 1815 und 1825 erstellt hatte. Somit betrug die Zeitbasis der Ausgangskataloge 70 Jahre, was Bessel die Möglichkeit gab, die mittleren und scheinbaren Sternpositionen von 1750 bis 1850 sowie die Eigenbewegungen der Sterne hinreichend zuverlässig zu bestimmen. In den Königsberger Tafeln erhielt Bessels Reduktionstheorie mit ihrem eleganten algorithmischen Teil, deren Ursprung in den *Fundamenta Astronomiae* liegt, ihre endgültige, ausgefeilte Form. Sie fand dank ihrer Einfachheit und Klarheit schnell allgemeine Anwendung und ist im wesentlichen bis heute unverändert geblieben.

Während der Beobachtung der MASKELYNE-Sterne Sirius und Procyon entdeckte BESSEL Veränderungen in ihrer Eigenbewegung und schloss daraus, dass diese Sterne unsichtbare Begleiter haben müssen.

BESSELS umfangreichste Arbeit bildete das Programm der Zonenbeobachtungen von 1821-1833, die zum Ziele hatten, den Himmel systematisch zu beobachten und einen Sternkatalog zu erstellen, der die Positionen aller Sterne bis zur 9. Grösse im Deklinationsbereich -15° bis + 45° enthalten sollte. In diesen 12 Jahren machte er in insgesamt 536 Zonen die ungeheure Anzahl von 75011 Beobachtungen. Das Resultat dieser systematischen Positionsbeobachtungen sind die *Zonenkataloge,* der Zonenkatalog von WEISSE sowie die *Berliner akademischen Sternkarten*. BESSELS Schüler ARGELANDER entwickelte die Idee, Kataloge aller Sterne bis zu einer bestimmten Grösse zu erstellen, weiter und veröffentlichte in den Jahren 1859 - 1862 einen Katalog von 324198 Sternen für die Epoche 1855, die berühmte *Bonner Durchmusterung*.

Bild 5: Umschlagtitel von Blatt 23 (Zone 22 Uhr) der Akademischen Sternkarten, *die nach BESSELS Vorschlägen von verschiedenen Astronomen entworfen und von der Berliner Akademie in den Jahren 1828 bis 1859 herausgegeben wurden. Die 24 Zonen umfassenden Sternkarten verzeichnen alle Sterne bis zur 9.5 Grösse zwischen -15° und +15° Deklination, deren Positionen auf das Äquinoktiom 1800 reduziert wurden. Die abgebildete Zone 22 wurde 1832 veröffentlicht und vom BESSEL-Schüler ARGELANDER, der später die berühmte* Bonner Durchmusterung *herausgab, bearbeitet.*

Verzeichnifs

der

von BRADLEY, PIAZZI, LALANDE und BESSEL

beobachteten Sterne,

in dem Theile des Himmels zwischen 21ʰ 56′ bis 23ʰ 4′ gerader Aufsteigung, und 15° südlicher bis 15° nördlicher Abweichung.

berechnet und auf 1800 reducirt

von

Herrn Professor *Fr. Argelander* in Åbo.

Auf Veranlassung der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin.

Akademische Sternkarten.

Zone XXII. Uhr.

Blatt 23.

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften.

1832.

In Commission bei F. Dümmler.

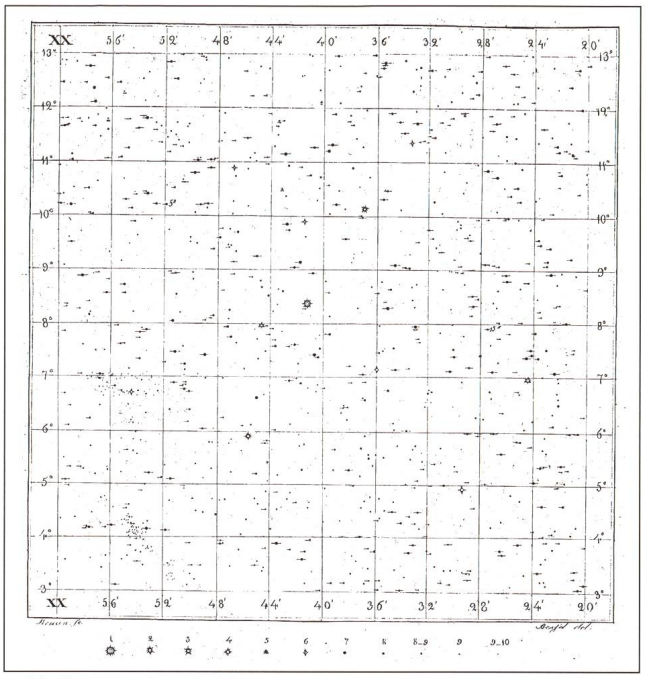


Bild 6: Das dem Vorbericht zu den Akademischen Sternkarten beigefügte Probeblatt, gültig für den Rektaszensionsbereich zwischen 19h 20m bis 20 h sowie dem Deklinationsbereich +3° bis +13°. Die von BESSEL vorgeschlagenen Symbole für die nur mit dem Fernrohr sichtbaren Sterne (Punkte) geben an, ob sie nach dem Augenmass eingezeichnet (kein Strich), einmal beobachtet (ein Strich) oder mehrmals beobachtet wurden (zwei Striche).

Die Messung der jährlichen Parallaxe

Die erste sichere Messung der jährlichen Parallaxe stellt einer der grössten Erfolge BESSELS dar und gilt als einer der wichtigsten Schritte in der Geschichte der Astronomie überhaupt. Die Bedeutung wird ersichtlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass sämtliche Entfernungsbestimmungen und somit die Kenntnis der räumlichen Struktur des Universums letztlich auf der Messung trigonometrischer Parallaxen beruhen, denn die kosmische Entfernungsskala wird anhand der jährlichen Parallaxe geeicht.

Die glückliche Kombination dreier Umstände bestimmten massgebend den Erfolg BESSELS bei der Lösung des Parallaxenproblems: persönliche, instrumentelle und methodologische. Zum ersten sind das Können und die Erfahrung, der unermüdliche Arbeitseifer sowie eine hervorragende Intuition BESSELS zu erwähnen. Zum zweiten dürfte das ausgezeichnete FRAUNHOFERsche Heliometer die erreichbare technische Leistungsfähigkeit der damaligen Zeit voll ausgeschöpft haben. Zum dritten müssen die Wahl des Sternes, dessen Parallaxe gemessen werden sollte, sowie die verwendete Messmethode schliesslich als entscheidend betrachtet werden.

Im September 1834 begann BESSEL mit parallaktischen Probebeobachtungen und 1837 mit systematischen Parallaxenmessungen. BESSEL wusste, dass der Erfolg um so wahrscheinlicher sein musste, je näher der zu untersuchende Stern sein würde. Absolut zuverlässige Kriterien bezüglich der Sternentfernung gab es damals nicht und BESSEL musste sich bei der Auswahl von indirekten Erwägungen leiten lassen. Der Stern 61 Cygni erwies sich dank seines physischen Doppelsterncharakters als besonders geeignet für die Messungen mit dem Heliometer. Er beschloss, die Abstände nicht der Komponenten

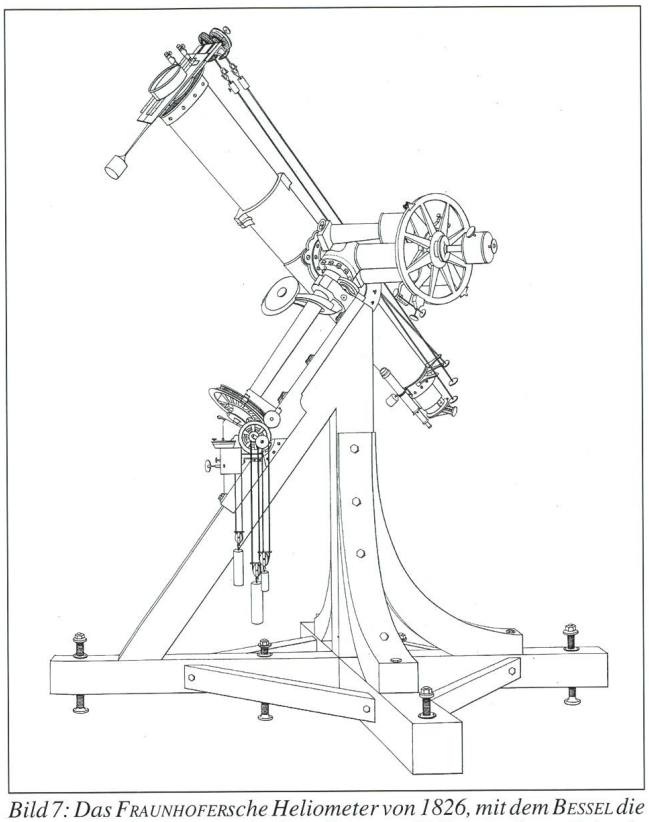


Bild 7: Das FRAUNHOFER*sche Heliometer von 1826, mit dem* BESSEL *die erste sichere Bestimmung der Parallaxe von 61 Cygni gelang. Es ist ein äquatorial montierter Refraktor mit einem zweigeteilten Objektiv von 15.8 cm Durchmesser und einer Brennweite von 260 cm. Die Schraubenköpfe zur Verschiebung der Objektivhälften und zur Positionsdrehung des Rohres waren mit Teilungen versehen, die auf tausendstel Umdrehungen abgelesen werden konnten, was 0".05 des zu messenden Winkelabstandes entsprach. (Aus [3]).*

dieses Doppelsterns selbst, sondern ihres Mittelpunktes von den Anschlusssternen zu messen, da er zu Recht annahm, dass man durch eine Verschiebung der Halblinsen des Objektives die Bilder des Vergleichssterns mit grösserer Genauigkeit auf die Mitte des engen Abstandes zwischen den Komponenten eines Doppelsterns bringen konnte als die, die erforderlich war, um die Bilder von zwei Sternen zur Deckung zu bringen. Aus Beobachtungen von 1690 bis 1813 von sechs Astronomen schätzte BESSEL die Umlaufperiode der beiden Komponenten von 61 Cygni auf 350 Jahre und wies damit nach, dass dieser Doppelstern tatsächlich ein physischer und kein optischer ist.

BESSEL führte vom 16. August 1837 bis zum 2. Oktober 1838 eine erste, eine volle Jahresperiode umfassende, Beobachtungsreihe durch. Nach den Beobachtungsergebnissen stellte er 183 Bedingungsgleichungen auf, die er nach der Methode der kleinsten Quadrate für jede Komponente löste und folgende Werte für deren Parallaxe erhielt: 0".3690 ±0".0283 für die erste und 0".2605 ±0".0278 für die zweite Komponente. 1840 verfügte BESSEL über 402 Beobachtungen und bestimmte daraus eine Parallaxe von 0".3483 ±0".0095. Obwohl STRUVE und HENDERSON gleichzeitig mit BESSEL Parallaxenmessungen durchführten, wies keine dieser Messungen den hohen Zuverlässigkeitsgrad auf wie jene BESSELS. Dies dürfte der Grund sein, warum man allgemein BESSEL die Priorität der ersten Parallaxenbestimmung zuschreibt.

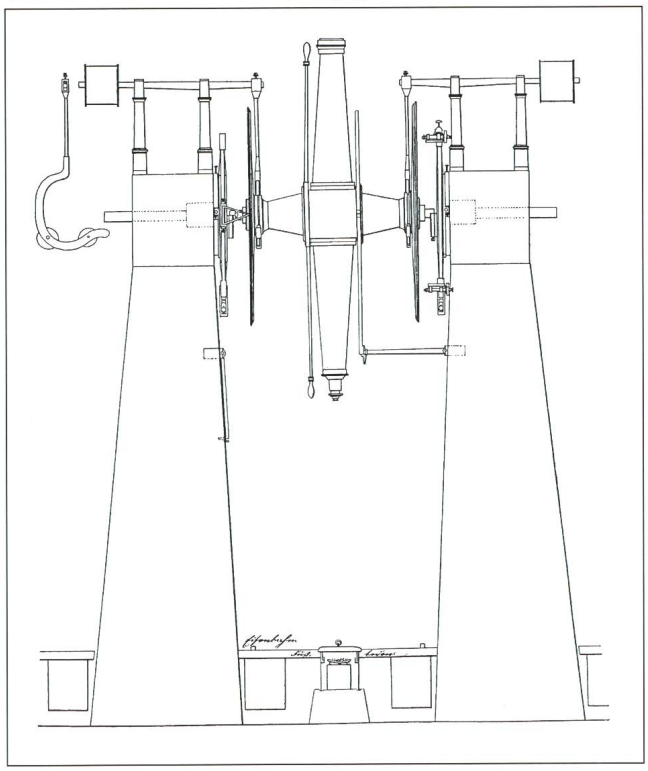
Die Entdeckung der Polschwankung

Hinsichtlich der Anzahl der Arbeiten innerhalb des gesamten wissenschaftlichen Nachlasses nimmt bei BESSEL die Geodäsie hinter der Astronomie den zweiten Platz ein. Zu diesen Arbeiten gehören einerseits Probleme zur Theorie der geodätischen Messungen und andererseits praktische Gradmessungen und Landvermessungen.

BESSEL erforschte die Länge des Sekundenpendels für die Verwendung gravimetrischer Methoden, analysierte die Idee zur Schaffung eines Urlängenmasses und entwickelte ein neues mathematisches Modell zur Beschreibung der Figur der Erde. Zu seiner Zeit war das BESSEL-Ellipsoid das genaueste Modell der Figur der Erde und ist als erste Näherung heute noch gültig.

Die mathematische Behandlung der Rotation der Erde war bisher geschehen unter der Voraussetzung, dass die Erde ein homogenes, starres Rotationsellipsoid ist; in dieser Form geht das Problem auf EULER zurück, der die nach ihm benannten Differentialgleichungen integrierte. EULER zeigte, dass eine freie Nutation, die sog. Polschwankung, existieren muss und bestimmte ihre Periode zu 305 Tagen. Unter etwas abweichenden Voraussetzungen versuchte BESSEL 1820, die EULERsche Nutation mit dem REICHENBACHschen Meridiankreis der Königsberger Sternwarte nachzuweisen. Indem er die Azimute des Meridiankreises einer Ausgleichung unterwarf, erhielt er für den Winkel zwischen momentaner Rotationsachse und Figurenachse der Erde den Wert 0".110 ±0".136. Da aus diesem Resultat, wenn überhaupt, nur eine geringfügige Änderung der Polhöhe folgen würde, schien BESSEL die Sache vorerst als abgetan gehalten zu haben. In einem Brief an HUMBOLDT vom 1. Juli 1844 schrieb er jedoch: «*Ich schreibe*

Bild 8: Der REPSOLD*sche Meridiankreis von 1841. Beobachtungen an diesem Instrument führten* BESSEL *auf die Vermutung über die Veränderlichkeit der Polhöhe. (Aus [4]).*



Ihnen etwas, das noch unreif ist. Ich habe Verdacht gegen die Unveränderlichkeit der Polhöhe. Meine sehr schön untereinander stimmenden Beobachtungen mit dem neuen Kreise verkleinern die Polhöhe fortwährend, vom Frühling 1842 bis jetzt zwar nur um 0».3, aber selbst diese Kleinigkeit scheint mir nicht ein Beobachtungsfehler zu sein; denn nach meiner jetzigen Beobachtungsart wird alles eliminirt was constanten Einfluss auf die Mittel der einzelnen Sätze haben könnte. Ich denke dabei an innere Veränderungen des Erdkörpers, welche Einfluss auf die Richtung der Schwere erlangen». Der definitive Nachweis der Polschwankung gelang erst KÜSTNER 1884/5 [5].

Epilog

BESSEL hat die praktische Astronomie grundlegend reformiert. Vom Durchdenken der Konstruktion einzelner Instrumente und der Berücksichtigung ihrer Fehlerquellen bis zur Reduktion von Beobachtungen und dem Erstellen eines Sternkataloges: die Methoden und Theorien sind durch ihn grundlegend überarbeitet oder überhaupt erst geschaffen worden. Zudem erkannte er, wie enorm wichtig es ist, über lange Beobachtungsreihen zu verfügen. Eines der Ergebnisse dieser Reform war die Erhöhung der Genauigkeit in der Bestimmung der Sternkoordinaten um eine Grössenordnung, was für die nachfolgenden Entwicklungen in Himmelsmechanik und Stellarastronomie von entscheidender Wichtigkeit war. BESSELS Beitrag zur Wissenschaft kann aus zwei untrennbar miteinander verbundenen Teilen bestehend zusammengefasst werden: aus dem, *was* er gemacht, und aus dem, *wie* er es gemacht hat. Ohne das Zweite konnte das Erste nicht sein: Ohne den virtuosen Beobachter BESSEL, der alle Feinheiten seines Instrumentes gründlich kannte, und ohne den einfallsreichen Mathematiker und Algorithmiker BESSEL konnte es den BESSEL jener wissenschaftlichen Leistungen nicht geben, der die moderne Fundamentalastronomie begründete.

Die Beobachtungs- und Auswertemethoden sowie die Instrumente und Detektoren haben sich seither geändert: Anstelle des Auges werden heute CCD-Detektoren, anstelle von Papier und Bleistift Hochleistungs-Computer eingesetzt. Die traditionelle Geodäsie wurde durch die Satellitengeodäsie abgelöst. Eine der wichtigsten Zielsetzungen der Fundamentalastronomie ist jedoch geblieben: Die Bestimmung eines erd- und raumfesten Bezugssystems und ihre Beziehung zueinander. Mit Hilfe des Global Positioning System (GPS), dem Satellite Laser Ranging (SLR) sowie der CCD-Astrometrie wird heute versucht, dieses Ziel zu erreichen.

Literatur:

[1] LAWRYNOWICZ, K.: *Friedrich Wilhelm Bessel 1784 - 1846. Vita Mathematica*, VM 9, Birkhäuser Verlag, Basel, 1995.

[2] GILLISPIE, C. C.: *Dictionary of Scientific Biography*. New York, 1970. Vol. 2, pp. 97-102.

[3] ENGELMANN, R.: *Abhandlungen von Friedrich Wilhelm Bessel*. 3 Vols., Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1875-76.

[4] REPSOLD, J.A.: *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge*. 2 Vols., Verlag von Wilhelm Engelmann, Verlag von Emmanuel Reinicke, Leipzig, 1908-1914.

[5] PRZYBYLLOK, E.: *Polhöhen-Schwankungen. Sammlung Vieweg*, Heft 11, Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1914, p. 8.

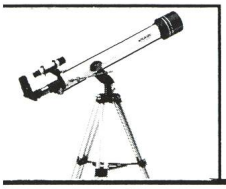
ANDREAS VERDUN
Astronomisches Institut der Universität Bern
Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern

M E A D E

Ein Preisvergleich in diesem Heft lohnt sich !

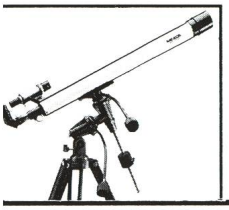
Grosse Leistung - kleiner Preis! Jedes Explorer Teleskop hat eine komplette Ausstattung: Optik, Tubus, Montierung, Stativ, Sucherfernrohr, Zubehör. Universell einzusetzen und voll transportabel zum Mitnehmen oder auf die Wiese nebenan. (Ab Lager nur noch solange Vorrat.)

EXPLORER 230



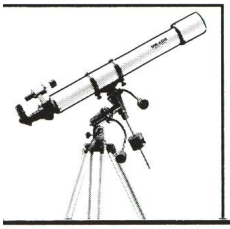
60mm Fraunhofer-Refraktor, 700mm Brennweite, 5x24-Sucher, Zenitspiegel, 25mm und 9mm MA-Okulare 1 1/4", azimutale Montierung, höhenverstellbares Dreibeinstativ aus Aluminium.
Mod. 230 60x700mm Fr. 230.-

EXPLORER 285



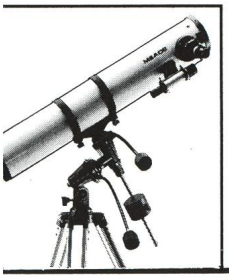
60mm Fraunhofer-Refraktor, 900mm Brennweite, 6x30 Sucher, Zenitspiegel, 25mm und 9mm MA-Okulare 1 1/4", parallaktische Montierung mit biegsamen Wellen, höhenverstellbares Dreibeinstativ aus Holz.
Mod. 285 60/900mm Fr. 290.-

EXPLORER 395



90mm Fraunhofer-Refraktor, 1000mm Brennweite, 6x30mm Sucher, 1 1/4" Okularauszug, 1 1/4" Zenitspiegel, f=25mm MA-Okular 1 1/4", parallaktische Montierung mit biegsamen Wellen, höhenverstellbares Dreibeinstativ aus Aluminium.
Mod. 395 90/1000mm Fr. 790.-

EXPLORER 4500



114mm Newton-Reflektor, 910mm Brennweite, 6x30mm Sucher, 1 1/4" Okularauszug, f=25mm MA-Okular 1 1/4", parallaktische Montierung mit biegsamen Wellen, höhenverstellbares Dreibeinstativ aus Aluminium.
Mod.4500 114/910mm Fr. 590.-

STARFINDER Newton Teleskope

- Hervorragendes optisches System für höchste Ansprüche
- Parallaktische Montierung mit
- Synchonmotor zur Nachführung

15cm (6") F/8	Fr. 1427.-
20cm (8") F/6	Fr. 1744.-
25cm (10") F/4.5	Fr. 2135.-
40cm (16") F/4.5	Fr. 5996.-

Gratis-Katalog :
01 / 841'05'40

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

ist weltweit führend im
Verkauf von Teleskopen höherer Preisklasse !

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 mit 8°/sek 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 neuen Qualitätsoptiken halten jedem Vergleich mit viel teureren Instrumenten stand.

8" Mod. 'STANDARD' mit Stativ, Aufsatz, Nachführmotor	**Fr. 2790.-**
8" LX50 mit Stativ, Polwiege, Motoren RA + DEC, Handkontroller	**Fr. 3500.-**
8" LX200 mit Stativ, Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto	**Fr. 4957.-**
10" LX200 mit Stativ, Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto	**Fr. 6541.-**
12" LX200 mit Stativ, Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto	**Fr. 8948.-**

Alle Preise sind unverbindlich 1.Januar 96 bei $-Kurs unter Fr.1.20. Preisänderungen jederzeit vorbehalten.
Abbildung: 7" LX200 Masutow Teleskop.

NEU!

Jetzt auch
178mm F=2670mm

F/15 Maksutow Optik

Dank kleiner zentraler Abschattung höchster Kostrast und Schärfe bei Mond und Planeten.

LX50 Ausführung
mit Stativ, Polwiege, RA + DEK Motoren Handkontroller mit Spezialfunktionen
7" LX50 Maksutow
Fr. 4328.-

LX200 Ausführung: voll Computer gesteuert wie oben beschrieben und nebenan abgebildet.
7" LX200 Maksutow
Fr. 5985.-

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