Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 55 (1997)
Heft: 278

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

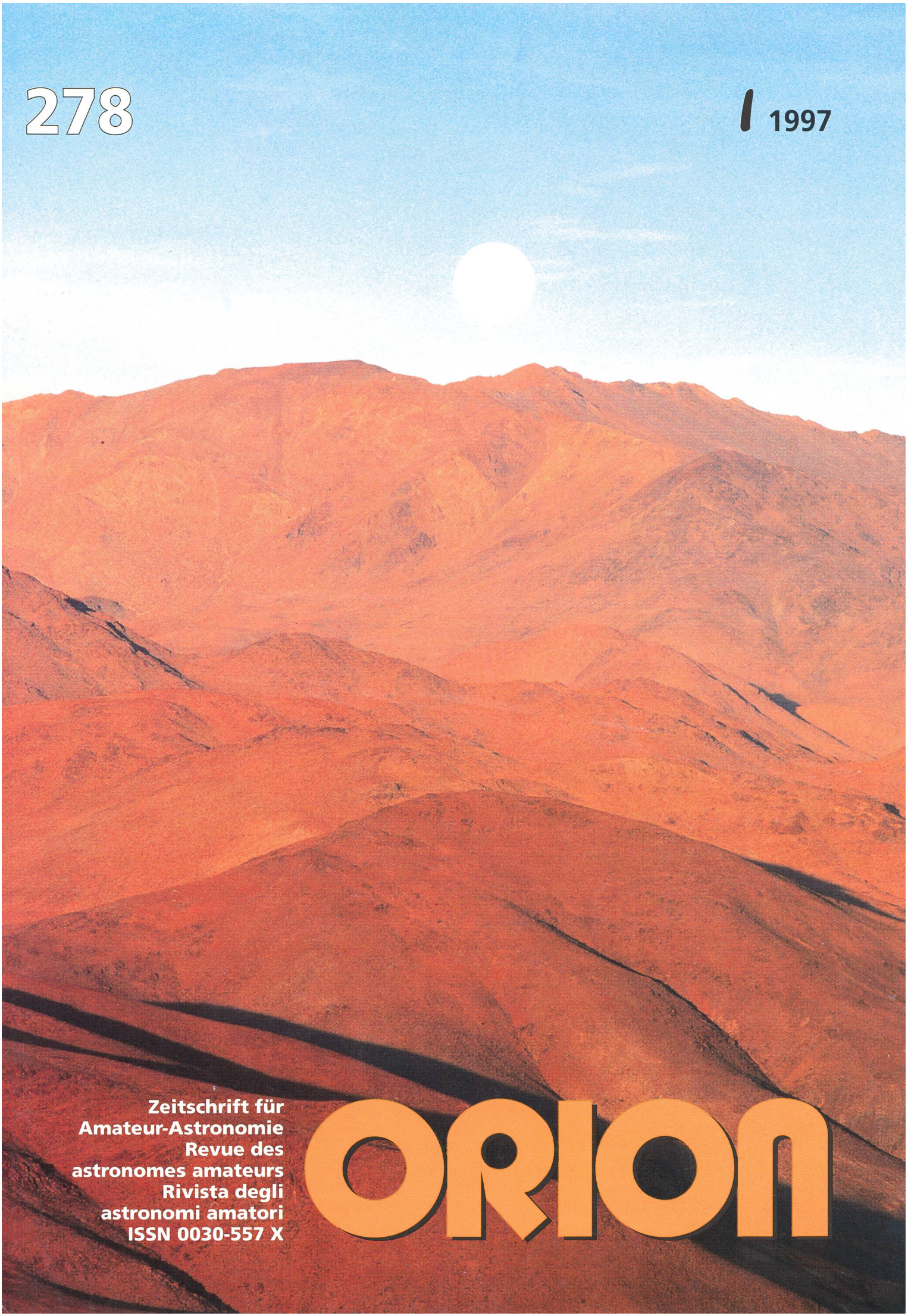
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on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

Download PDF: 16.07.2025

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

278

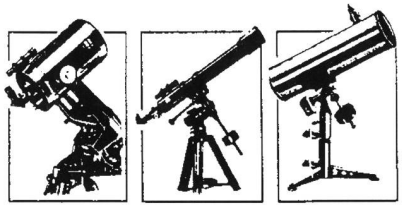
I 1997



Zeitschrift für
Amateur-Astronomie
Revue des
astronomes amateurs
Rivista degli
astronomi amatori
ISSN 0030-557 X

ORION

Ihr Partner für Teleskope und Zubehör



Grosse Auswahl
Zubehör, Okulare, Filter

Telrad-Sucher

Sternatlanten
Astronomische Literatur
Sirius-Sternkarten

Astro-Software

Beratung, Service
Ausstellungsraum

CELESTRON®
Tele Vue
BORG
AOK
LEICA
Kowa

FOTO VIDEO
Zumstein
Casinoplatz 8, 3001 Bern
Tel. 031/311 21 13 Fax 031/312 27 14

Alleinvertrieb für die Schweiz: PENTAX®

Feriensternwarte – Osservatorio – CALINA

Programm 1997

31. März - 5. April *Kalenderastronomie.* Leitung: Thomas K. Friedli, Schliern

7.-12. April *Elementarer Einführungskurs in die Astronomie.* Mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH

14.-19. April *CCD - Astronomie, eine Einführung mit Praxis.* Leitung: Josef Schibli, Birrhard

31. Mai / 1. Juni *Kolloquium. Thema: Kometen und ihre Beobachtung.* Leitung: Hugo Jost, Technischer Leiter SAG

7.-18. Juni *13. Sonnenbeobachtertagung der SAG.* Leitung: Thomas K. Friedli, Schliern

29. September - 4. Oktober *Elementarer Einführungskurs in die Astronomie.* Mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH

6.-11. Oktober *Aufbaukurs;* 2. Teil des Einführungskurses in die Astronomie, vertiefte Kenntnisse mit praktischen Übungen am Instrument in der Sternwarte. Leitung: Hans Bodmer, Gossau / ZH

13.-18. Oktober *Sonnenuhren kennen- und verstehen lernen.* Leitung: Herbert Schmucki, Wattwil

---

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

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

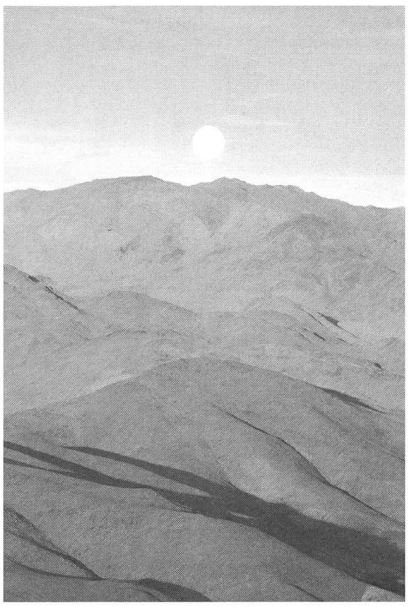
Hausverwalterin und Zimmerbestellung Calina:
Frau Brigitte Nicoli, Postfach 8, CH-6914 Carona, Tel. 091/649 52 22 oder Feriensternwarte Calina: Tel. 091/649 83 47

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

ORION

Herausgegeben von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Edité par la Société Astronomique de Suisse
Edito dalla Società Astronomica Svizzera

55. Jahrgang/année **N° 278 Februar/Février 1/1997** **ISSN 0030-557-X**



Mondaufgang in der Atacama Wüste, Chile.

Lever de lune dans le désert d'Atacama, Chili *(Photo Noël Cramer)*

Material / Matériel

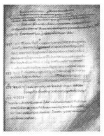
SMC Pentax A* 1:2.8; 200 mm ED, Kodachrome 64

Abonnemente
Abonnements

Zentralsekretariat SAG
Secrétariat central SAS
Sue Kernen, Gristenbühl 13,
CH-9315 Neukirch (Egnach)

Redaktionschluss
Délai de rédaction des textes

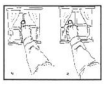
Orion 279	**7.2.1997**
Orion 280	**5.4.1997**



Geschichte der Astronomie • Histoire de l'astronomie

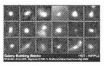
Eine Supernova, so hell wie der Halbmond *M. Griesser* **4**

Grundlagen • Notions fondamentales



La mesure des distances en astronomie *F. Barblan* **8**

Astrowerksatt:
Partielle Sonnenfinsternis 12.10.1996 *H. Jost-Hediger* **20**



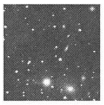
Neues aus der Forschung • Nouvelles scientifiques

HST beobachtet Bausteine von Galaxien *H. Jost-Hediger* **13**

Instrumententechnik • Techniques instrumentales

Aktion Yolo *B. Küchler* **16**

Beobachtungen • Observations



Imagerie CCD:
(Abell 2666. Réducteur de focale «Maxfield») *H. Lehmann* **15**

Hale-Bopp *M. Miller / F. Zuber* **18**

Lune, Grande Ourse, Scorpion *G. Giuliani* **18**

NGC 2371-2: Peanut Nebula *Ph. Heck* **19**

Détermination de la parallaxe de l'astéroïde 1980PA
M. Miller / F. Zuber **29**

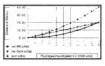
Diversa • Divers

Eine «Agenda» für Amateur-Astronomen *R.O. Montandon* **24**

Dark-Sky Switzerland *Ph. Heck* **7**

Am 12. Oktober 1996... *T. Knoblauch* **31**

Leserbriefe • Courrier des lecteurs



Hubbles «Inkonstante» *M. Wepfer* **25**

Antwort von Urs Hugentobler an Markus Wepfer **27**

Mitteilungen • Bulletin • Comunicato

53. Generalversammlung der SAG
53e Assemblée générale de la SAS *I*,1

Eclipse totale de soleil du 26.2.1998 aux Caraïbes *F. Egger* *I*,2

SAG - Sonnenfinsternisreise 1998 *S. & W. Staub* *I*,2

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités *I*,2

L'Observatoire de Vérossaz (Lettre de lecteur) *P. Reichler* *I*,3

SAG-Projekt «Hale-Bopp» macht Fortschritte *H. Jost-Hediger* *I*,3

Sonne, Mond, Planeten *H. Bodmer* *I*,4

An- und Verkauf / Achat et vente **28**

Buchbesprechungen / Bibliographies **32**

Impressum ORION **34**

Inserenten / Annonceurs **34**

Eine Supernova, so hell wie der Halbmond

St. Galler Mönche beobachteten im Frühling 1006 eine Sternexplosion

MARKUS GRIESSER

In der Stiftsbibliothek St. Gallen lagert ein einzigartiger Schatz mittelalterlicher Handschriften. Ein Pergamentbogen aus dieser grossartigen Bibliothek, ein fast tausend Jahre altes Schriftdokument aus den sogenannten Annales Sangallenses Maiores, erzählt in wenigen präzisen Sätzen von einer Himmelsbeobachtung, die erst in unseren Tagen mit Hilfe moderner Forschungsmethoden zweifelsfrei geklärt werden konnte.

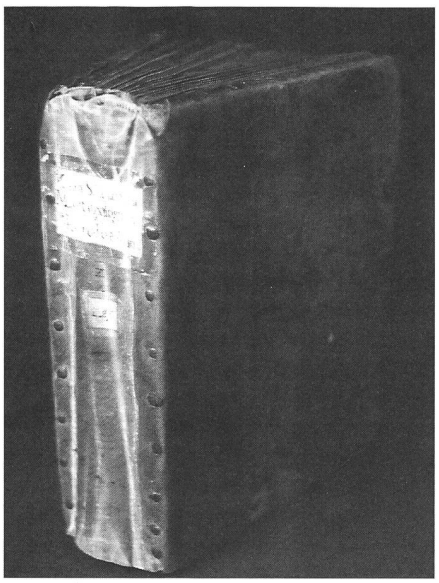


Bild 2
Zwei dicke Holzdeckel und ein mit groben Nägeln aufgesetzter Lederrücken umschliessen im Codex 945 der St. Galler Stiftsbibliothek mehrere kostbare Pergament-Handschriften. Die darin enthaltenden «Annales Sangallenses Maiores» berichten von längst vergangenen lokalen Ereignissen, so auch von der blendend hellen und damals furchterregenden Sternexplosion im Frühjahr 1006. (Foto: mgr)

In der Geologie ermöglichen sogenannte Leitfossilien die Datierung bestimmter Gesteinsablagerungen. Ähnliche Indikatoren finden sich in der Kulturgeschichte: So war das Schreiben und Lesen im Mittelalter das Privileg einer ganz schmalen Gesellschaftsschicht und wurde hauptsächlich in Klöstern sowie an fürstlichen Höfen gepflegt. Der Umgang mit Schriftgut gilt aus historischer Sicht als eine wesentliche Grundlage im mittelalterlichen Machtgefüge.

Was die Beherrschung der Schrift im Mittelalter war, dürfte heute die Weltraumtechnologie sein: Nationen, die mit Raketen und Satelliten nach den Sternen greifen, gelten im modernen Kulturverständnis als fortschrittlich und geniessen in der internationalen Staatengemeinschaft Prestige. Und ein hohes technologisches Niveau ist nach unserer gegenwärtigen Einschätzung gleichbedeutend mit wirtschaftlicher und militärischer Potenz.

Harmonischer Kosmos

Das Weltbild des Mittelalters stützte sich auf die Erkenntnisse des Claudius Ptolemäus. Im zweiten nachchristlichen Jahrhundert hatte dieser ägyptische Astronom mit seinem umfassenden Lehrbuch «Almagest» ein fundamentales astronomisches Werk geschaffen und gleichzeitig den Versuch unternommen, auf der Grundlage der aristotelischen Philosophie die Welt als ganzes zu erklären. Kernstück war dabei die geozentrische Sicht: Die Erde und damit der Mensch als Krone der Schöpfung stehen im ptolemäischen Weltbild im Zentrum allen Geschehens. Diese zum Dogma erhobene Betrachtungsweise geht in Anlehnung an die Bibel von einem vermeintlich göttlichen Harmoniegedanken aus und wurde deshalb nahtlos ins aufstrebende Christentum übernommen: Im Zentrum steht die Erde, die von allen übrigen Gestirnen einschliesslich der Sonne umkreist wird. Nach aussen hin ist dieses überschaubare Universum begrenzt durch die Sphäre der Fixsterne. Gott und die himmlischen Heerscharen steuern ausserhalb aller Sphären das gesamte Weltgeschehen.

Da im Mittelalter keine praktischen Himmelsbeobachtungen und kaum je Messungen ausgeführt wurden, war dieses Weltbild über Jahrhunderte hinweg unbestritten. Überraschende Himmelserscheinungen liessen sich mit dem Harmoniegedanken, der dem Weltgebäude zugrunde lag, nicht vereinbaren und hatten folglich in der ptolemäischen Weltvorstellung keinen Platz.

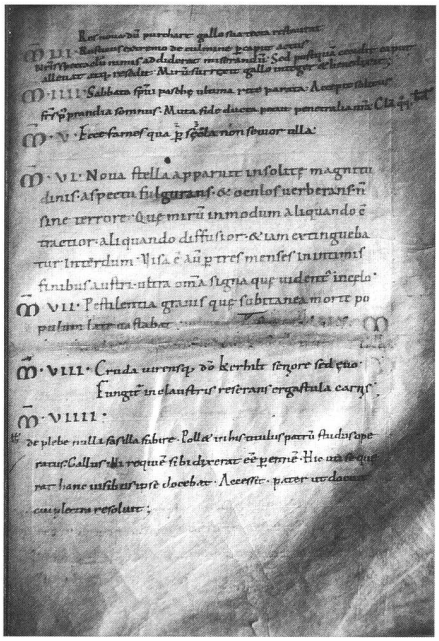


Bild 1
Die Seite 222 im Codex 945 mit dem lateinischen Originaltext zur Supernova-Beobachtung von 1006. Man beachte das erstaunlich klare, saubere Schriftbild, das auf einen geübten Schreiber schliessen lässt. (mgr)

Von Gast- und anderen Schreckenssternen

Schon im Altertum sorgten aber plötzlich auftauchende Himmelsphänomene immer wieder für Aufregung. Finsternisse von Sonne und Mond liessen sich zwar auch in den alten Hochkulturen dank jahrelanger Beobachtungsreihen recht präzise voraussagen. Doch insbesondere Kometen, helle Meteore, Polarlichter sowie auch die vermeintlich Neuen Sterne passten nicht in die überkommenen Weltbilder, in denen nach göttlichem Willen jedes Ding den ihm zugewiesenen Platz hatte.

Was der Mensch nicht kennt, macht ihm Angst. Was er nicht erklären kann, wird höheren Mächten zugeschoben. Dies ist eine Erfahrung, die sich in allen alten Hochkulturen nachweisen lässt. Auch die Versuchung der Wissenden, das Unerklärliche zu Machtzwecken zu missbrauchen, lässt sich in der Kulturgeschichte über Jahrthunderte hinweg wie ein ein roter Faden in der gesellschaftlichen Entwicklung verfolgen. So auch bei unerklärlichen Himmelserscheinungen: Dutzende von Kometen wurden kurzerhand von halbwissenden Gelehrten und ihren Potentaten zu Unglückspropheten gestempelt, und da sich in der kleinräumigen Welt des Mittel-

alters immer wieder kleinere und grössere Unglücke ereigneten, fand dieser über Generationen hinweg weitergereichte Aberglaube auch immer wieder seine Bestätigung. Selbst heute flackern bei aktuellen Kometenerscheinungen in der Boulevardpresse wieder solche vom Aberglauben getragenen Diskussionen auf.

Mit dem Aufkommen der Buchdruckkunst wurde es üblich, mit sogenannten Einblattdrucken ganze Landstriche auf gerade sichtbare Kometen (und das mit ihnen verbundene Unheil) hinzuweisen. Martialische Illustrationen malten die Folgen des vermeintlich unheilvollen Himmelsspektakels auch für Analphabeten unmissverständlich in düsteren Farben und erzeugten Angst und Schrecken. Den von der Geistlichkeit erlassenen Aufrufen zur Busse konnte sich kaum jemand entziehen.

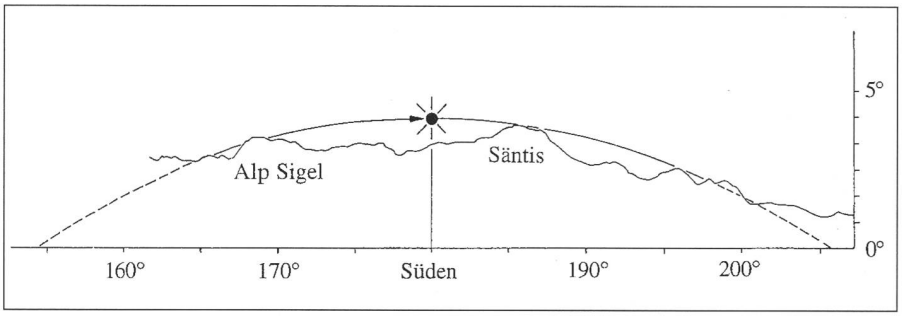


Bild 3
Diese anhand von Geländevermessungen und Computersimulationen erstellte Skizze zeigt, wie sich im Mai 1006 der vermeintlich Neue Stern hart an der Horizontlinie des Alpsteinmassives präsentierte. Durch die Erddrehung verschwand der gleissend helle und wegen der Luftunruhe stark flackernde Lichtpunkt im Laufe der Nacht mehrmals hinter Bergflanken, um jeweils einige Minuten später wieder zu erscheinen. (mgr)

Vor diesem von Unsicherheiten geprägten Hintergrund sind die Ereignisse von St. Gallen in Frühjahr 1006 zu sehen.

In St. Gallen brannte der Himmel

Es könnte ein lauer Frühlingsabend gewesen sein, damals in den Tagen um den 30. April des Jahres 1006. Hinter den ruhigen, weltabgeschiedenen Mauern des Klosters St. Gallen mögen sich eben die letzten Mönche in ihren Zellen zur Ruhe begeben haben, als plötzlich lautes Pochen am Eingangstor den als Pförtner tätigen Bruder aufschreckte. Ein schreckensbleicher Bauer berichtete ihm aufgeregt von einem blendend hellen Gestirn, das er eben von seinem Hof aus gesehen habe. Vielleicht sind daraufhin der Abt und einige weitere Klosterbewohner auf eine der umliegenden Höhen von St. Gallen aufgestiegen, um sich mit eigenen Augen vom Naturwunder zu überzeugen. Ihnen muss sich ein phantastisches Schauspiel geboten haben: Unmittelbar über der gezackten Horizontlinie des Alpsteinmassives strahlte etwa halbmondhell (!) ein neues Gestirn, so hell, dass es deutliche Schatten warf. Tief beeindruckt und mit gesungenen Gebeten und Lobpreisungen Gottes mögen sich die frommen Klosterbewohner wieder zurück in ihr Refugium begeben haben. Die bange Frage, was dieses göttliche Himmelszeichen wohl zu bedeuten habe, dürfte sie noch wochenlang begleitet haben. – So oder ähnlich dürfte es sich damals, vor tausend Jahren in der Gallusstadt zugetragen haben. Genaues wissen wir nicht.

Doch einer der Mönche, möglicherweise der als Schreiber besonders geübte Hepidannus, trug das denkwürdige Ereignis in die St. Galler Annalen ein. Dieses älteste Kapiteloffiziumbuch der Abtei St. Gallen enthält auf kostbarem Pergament Eintragungen zu chronikwürdigen Ereignissen der Jahre von 709 bis 1056. Eine der berühmtesten Textstellen in dieser kostbaren Chronik ist jene für das Jahr 925: Sie beschreibt den Einfall ungarischer Reiterscharen und den Märtyrertod der bereits 1047 – übrigens als erste Frau! – heiliggesprochene Einsiedlerein WIBORADA.

Und der Text von 1006? – In roter Schrift malte unser Schreiber sorgfältig am linken Bogenrand die römische Jahrzahl MVI und machte nachstehend mit dunkler Tinte in klaren, festen Buchstaben folgenden lateinischen Eintrag (Bild 1):

«Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculos verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo.»

Dies heisst in der Übersetzung: *«1006. Ein neuer Stern von ungewöhnlichem Aussehen erschien. Er war glänzend in seinem Aussehen, blendete die Augen und sorgte für Angst. Auf wundersame Weise zeigte er sich mal klein, mal verschwommen und schien gelegentlich sogar ganz ausgelöscht. Solchermassen war er drei Monate lang an der tiefsten Grenze im Süden zu sehen, jenseits aller Sternbilder, die am Himmel zu sehen sind.»*

Irgendwann in späterer Jahren wurden dann diese chronikalen Aufzeichnungen zusammen mit anderen Manuskripten in zwei dicke hölzerne Buchdeckel eingebunden, der Buchrükken mit schweren Eisenstiften aufgenagelt und dann das gewichtige Werk als eine von vielen bibliophilen Kostbarkeiten in die umfangreiche Handschriftensammlung der Stiftsbibliotkek eingegliedert (Bild 2). Auch eine Abschrift entstand. Original und Abschrift lagern noch heute in der St. Galler Stiftsbibliothek, das Original ist als Kodex 945 archiviert , die Kopie trägt die Kodex-Nummer 453.

HUMBOLDTS Vermutung

Nun, man wäre versucht, diesen chronikalen Eintrag als einen zwar interessanten, aber eben bei weitem nicht einzigartigen und weltbewegenden astronomischen Beitrag der europäischen Kulturgeschichte zu werten, wäre da nicht praktisch ohne nennenswerte Zwischenstation ein direkter Bezug zur modernsten Astrophysik, zu Forschungserkenntnissen unserer Tage.

Einer der ersten, der auf die uralte Aufzeichnung und ihren astronomischen Inhalt aufmerksam machte, war ALEXANDER VON HUMBOLDT. In seinem berühmten, Mitte des 19. Jahrhunderts erschienenen «Kosmos» zitierte er aus dem viele Bände umfassenden Quellenwerk «Monumenta Germaniae Scriptorum Historica» die fraglichen Aufzeichnungen im Wortlaut. HUMBOLDTS spekulative Vermutung, es habe sich bei diesem vermeintlich Neuen Stern um die Zerstörung eines alten Sternes gehandelt, erwies sich im Nachhinein als richtig: Der Neue Stern von 1006 war tatsächlich eine Supernova. Doch erst ab 1950 verstand man die astrophysikalischen Zusammenhänge solcher millionenfachen Helligkeitssteigerungen von Einzelsternen und realisierte, dass Supernovae jeweils das explosive Ende besonders massenreicher Sterne markieren.

Rekonstruktion von Ort und Zeit

Im Jahre 1977 griffen die beiden englischen Fachastronomen DAVID H. CLARK (Mullard Space Science Laboratory, University College, London) und F. RICHARD STEPHENSON (Institute of Lunar and

Planetary Science, University of Newcastle upon Tyne) in ihrem Buch «The Historical Supernovae» den St. Galler Text erneut auf und stöberten dazu vor allem im Nahen Osten sowie in China, Korea und Japan nicht weniger als zwei Dutzend Quellen mit Schilderungen dieser bemerkenswerten Himmelserscheinung auf. Die meisten dieser Beschreibungen sind kurz, subjektiv gefärbt und taugen kaum für eine historische Bewertung. Als eine der wertvollsten Quellen erwiesen sich hingegen die Aufzeichnungen des arabischen Astronomen Ali ibn Ridwan (gestorben um 1061), der aus eigenen Beobachtungen und mit sorgfältigen Messungen von Winkeldistanzen zu umliegenden Planeten eine erstaunlich genaue Ortsangabe ermöglichte. Dazu kann anhand dieser bogenminutengenauen Beobachtungen auch der früheste Beobachtungszeitpunkt praktisch auf den Tag bestimmt werden: Die Supernova blitzte demnach am 30. April 1006 am Himmel auf und erreichte etwa die (nach heutiger Klassifizierung gängige) Helligkeitsklasse minus 10, was etwa der Leuchtkraft des Halbmondes (!) entspricht.

Auf einem Computer lässt sich nun mit den entsprechenden speziellen Astronomie-Programmen die Himmelserscheinung von 1006 in ihrer Position und täglicher Bewegung rekonstruieren und in einem ausgemessenen Landschaftsprofil von St. Gallen so in ihrem realen Erscheinen darstellen. Die fragliche Himmelsstelle im Grenzgebiet der Sternbilder Wolf (Lupus) und Centaurus stieg damals wegen der kreiselförmigen Verlagerung der Erdachse, der sogenannten Präzession, noch ganz knapp über den St. Galler Südhorizont – heute liegt sie eindeutig zu tief südlich dafür und erreicht nicht einmal mehr die mathematische Horizontlinie in der Gallusstadt.

Der strahlend helle neue Stern wanderte also in Folge der Erdrotation im Frühling 1006 während der Nacht hart am Profil des Alpsteinmassives entlang, verschwand dabei mehrmals hinter Bergkuppen, um dann nach einigen Minuten wieder aufzublitzen. Ausserdem liess die in extrem horizontnahen Lagen immer besonders ausgeprägte Luftunruhe das neue Gestirn in allen Farben funkeln und flimmern: Genau so beschreibt der Chronist im St. Galler Codex 945 seine Wahrnehmung (siehe Originaltext oben sowie die graphische Rekonstruktion in Bild 3).

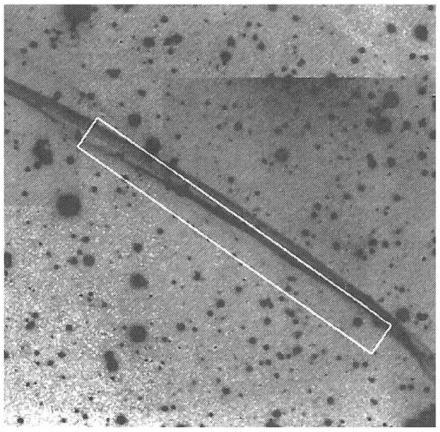


Bild 5
Im Nordwesten des Supernovarestes von 1006 schnell wegdriftende Gasfilamente, aufgenommen im roten Licht mit einer elektronischen Kamera am 4-Meter-Teleskop des Cerro Tololo Inter-American Observatory in Chile. Das aus mehreren Aufnahmen zusammengesetzte Bild ist nur vier auf vier Bogenminuten gross. Im weiss markierten Rechteck ortete im März 1995 die Space Shuttle-Mission «Astro-2» erstmals ultraviolette Strahlung der mittelalterlichen Sternexplosion. (CTIO)

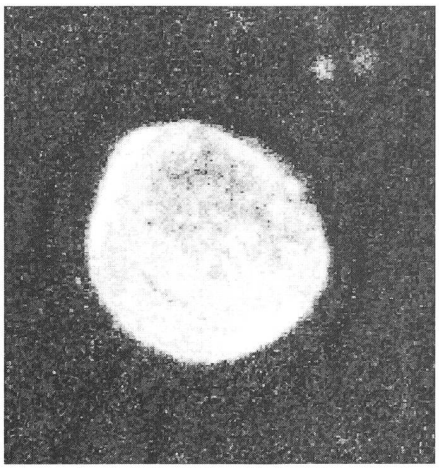


Bild 4
Der deutsche Forschungssatellit ROSAT ermöglichte am 28. Januar 1993 mit nur 60 Sekunden Belichtungszeit dieses erstaunlich detaillierte Bild des Supernova-Überrestes von 1006. Die symetrisch geformte Gaswolke ist etwa so gross wie der Vollmond. In den hellen Henkel links oben und rechts unten werden schnelle Elektronen in der interstellaren Materie abgebremst. Die dabei erzeugte Synchrotronstrahlung ist im Röntgenbereich besonders gut zu erkennen Das übrige Leuchten stammt von sehr heissen Gasen, die während ihrer Expansion langsam auskühlen.
(University of Leicester, PSPC-Detektor)

Moderne Astronomen lösen das Rätsel

1965 fanden die beiden australische Radioastronomen F.F. GARDNER und D.K. MILNE mit dem 64m-Radioteleskop von Parkes, Süd-Australien, an der fraglichen Himmelstelle einen schalenförmigen Gasüberrest. 1976 berichtete das Astrophysical Journal, das renommierte Fachorgan der weltweiten Astronomenzunft, auch im optischen Bereich seien einige sehr zart leuchtende Gasüberreste beim Objekt PKS 1459-41, dem inzwischen katalogisierten Supernovarest von 1006, gefunden worden. 1989 nahm der europäische Röntgensatellit EXOSAT die fragliche Gegend ins Visier und erstellte ein noch reichlich grobes Bild einer intensiven Strahlungsquelle. Kosmische Röntgenstrahlung kann – zum Glück für uns Lebewesen – die irdische Lufthülle nicht durchdringen. Doch ausserhalb der Erdatmosphäre zeigt der Röntgenhimmel in entsprechenden Spezialdetektoren ein fazettenreiches Bild: Inzwischen ist klar, dass erstaunlich viele Objekte im Universum, die wir im optischen Bereichen – wenn überhaupt – eher als unscheinbar erleben, im Röntgenlicht intensiv leuchten.

Im Jahre 1993 gelangen einer internationalen Forschergruppe um RICHARD WILLINGALE von der englischen Universität Leicester, die Beobachtungszeit auf dem deutschen Forschungssatelliten ROSAT zugeteilt erhielt, am Supernovarest von 1006 zweimal detaillierte Aufzeichnungen im Röntgenlicht. ROSAT – ein überaus erfolgreicher Astronomie-Satellit – umkreist seit dem 1. Juni 1990 die Erde, hat inzwischen mit äusserst empfindlichen Detektoren den ganzen Himmel im weichen Röntgenlicht kartographiert und an vielen intensiven Röntgenquellen Detailmessungen von bisher unbekannter Qualität vorgenommen. Zu diesen intensiven Röntgenstrahlern zählt auch der Supernovarest von 1006 (Bild 4).

In einem Fachaufsatz, der in den britischen Monthly Notices of the Royal Astronomical Society vom 1. Februar 1996 erschien, schlug WILLINGALE'S Team aufgrund der Untersuchungen als Distanz 2300 Lichtjahre und eine Masse von 1,7 Sonnen für den 30 Bogenminuten grossen Supernovarest vor. Damit wäre die Supernova von 1006 von allen historischen Supernovaresten der mit Abstand nächstgelegene, was übrigens auch die ausserordentliche Helligkeit im Röntgenlicht erklären würde.

Im März 1995 wies das bei einer Mission des amerikanischen Space Shuttle eingesetzte «Hopkins Ultraviolet Telescope» beim Supernova-Rest von 1006

erstmals auch Ultraviolett-Strahlung nach und erkannte die Existenz mehrerer komplexer Gase. Diese neuesten Beobachtungen bestätigen, dass die Schockwelle der tausendjährigen Sternkatastrophe noch immer – gewissermassen als Echo der Apokalypse – mit unvorstellbaren Geschwindigkeiten von bis zu 2300 Kilometer pro Sekunde durch den Raum donnert ... (Bild 5).

Hier schliesst sich momentan der Kreis. Der Gänsekiel des monastischen Schreibers aus dem Mittelalter hat der Computertastatur des modernen Astrophysikers Platz gemacht. Und der Pergamentbogen aus der Klostermanufaktur ist dem Bildschirm des Grundlagenforschers gewichen. Geblieben sind allerdings die vielen offenen Fragen. Doch manche von ihnen, welche die tausendjährige Chronik aus den Klostermauern St. Gallens aufwarf, sind inzwischen dank den Errungenschaften der modernen Forschung beantwortet. Und nicht mehr Angst führt den Menschen zum Forschungshandwerk, sondern die Neugier, die schwer erklärbare Lust wohl auch, der Natur ins tiefere Flechtwerk zu schauen und Zusammenhänge zu verstehen. Letztlich geht es aber heute wie damals darum, unsere eigene Position im Weltganzen zu ergründen, ein Anliegen, in dem sich die mittelalterlichen Mönche und modernen Himmelsforscher, so verschieden sie in ihrem Denken und Handeln sonst auch sein mögen, eine tiefe Seelenverwandschaft erkennen lassen.

Doch die nimmersatten Fachleute von heute drängen weiter vorwärts und möchten weitere Fragen klären: So ist zu erwarten, dass der Supernovarest aus dem Jahre 1006 wohl auch in den kommenden Jahren weitere Geheimnisse preisgibt. – Ich freue mich darauf!

MARKUS GRIESSER
Leiter der Sternwarte Eschenberg in Winterthur
Breitenstrasse 2, CH-8542 Wiesendangen
E-Mail: griesser@spectraweb.ch

Dark-Sky Switzerland

Eine neue Arbeitsgruppe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

PHILIPP HECK

An dieser Stelle möchte ich Ihnen die neue Arbeitsgruppe Dark-Sky Switzerland (DSS) kurz vorstellen. Wie der Name schon sagt, befasst sie sich mit dem immer grösser werdenden Problem der Lichtverschmutzung und setzt sich für eine effiziente Aussenbeleuchtung ein.

Wir haben in der Schweiz immer noch hervorragende Beobachtungsplätze, sei es in den Voralpen, den Alpen oder im Jura. Astronomische Beobachtungen vom Mittelland oder Südtessin aus werden aber durch die künstliche Aufhellung des Himmels oder durch direkte Blendung durch künstliche Lichtquellen beeinträchtigt. So ist aus den Grossstädten und deren dicht besiedelten Agglomerationsgebieten die Milchstrasse kaum mehr von blossem Auge zu sehen. Aus diesen Gebieten ist die Beobachtung von schwachen galaktischen und extragalaktischen Nebeln selbst mit grossen, leistungsfähigen Teleskopen kaum mehr möglich. Es wäre schade, wenn der Sternenhimmel in Zukunft nur noch in Planetarien und von abgelegenen, unzugänglichen Gebieten aus zu erleben wäre. Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass durch schlechte Beleuchtung verschiedene, nachtaktive Tiere in ihrem natürlichen Verhalten gestört werden. Wie Beispiele aus den USA zeigten, können bei einer effizienteren Aussenbeleuchtung erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden. Eine Reduzierung der Lichtverschmutzung hat astronomische und kulturelle, aber auch ökologische und ökonomische Vorteile.

Ziel der DSS ist es, nicht nur Amateur-Astronomen, sondern auch die übrige Bevölkerung auf dieses Problem aufmerksam zu machen. So wurde bereits eine Informationsbroschüre verfasst, die in öffentlichen Sternwarten aufgelegt werden kann. Die Demonstratoren sollten bei Führungen und Sternschauen das Problem Lichtverschmutzung anschneiden.

Die Erstellung eines Massnahmenkataloges für politische Vorstösse ist ein weiteres Ziel der Gruppe. Grundlage dafür sind die Erfahrungen aus bereits erfolgter, positiver Zusammenarbeit mit den Behörden und theoretischen Überlegungen. Zu den Mitgliedern der DSS zählen heute 9 Amateur-Astronomen aus allen Landesteilen, unter Ihnen auch ein Beleuchtungsfachmann. Dank ihm wurde Kontakt zur Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG) erstellt, der das Problem Lichtverschmutzung bis anhin unbekannt war, die aber die Anliegen der Astronomen mit grossem Interesse aufnahm.

Im kommenden Winter 1997/98 plant die Arbeitsgruppe in einer grossangelegten, landesweiten Aktion die Himmelshelligkeit zu bestimmen. Dabei werden Besucher öffentlicher Sternwarten und alle Amateur-Astronomen aufgefordert, nach einer Anleitung eine Sternzählung von blossem Auge im Sternbild Orion zu machen. Die Auswertung dieser Daten, ermöglicht eine geographische Kartierung der Grenzhelligkeit mit relativ hoher Auflösung. Im Gegensatz zu Satellitenaufnahmen werden bei dieser Methode stark besiedelte Gebiete wie zum Beispiel der Grossraum Zürich in Bezug auf die Grenzhelligkeit deutlich differenziert erfasst. Ein ähnliches Projekt konnte erfolgreich in der US-Hauptstadt Washington D.C. durchgeführt werden (Sky&Telescope, pp. 82; June 1996). Ausführliche Informationen dazu und die Ergebnisse eines Pilotprojekts im Kanton Zürich werden von Dark-Sky Switzerland in einer der kommenden Ausgaben von ORION publiziert.

Aktuelle und interessante Informationen zur Lichtverschmutzung finden Sie auf der DSS-Homepage. Wenn Sie nun folgende Adresse eingeben: *http://www.ezinfo.ethz.ch/astro/darksky/* so gelangen Sie zu Satellitenbildern bei Nacht, Beispiele guter und schlechter Aussenbeleuchtung, Anleitungen zur Teilnahme an unseren Projekten und zu den DSS-Informationsbroschüren.

Dark-Sky Switzerland sucht noch weitere Astronomie-Interessierte, die sich für einen dunklen Himmel einsetzen wollen. Die Mitarbeit bei DSS ist sehr vielfältig und nimmt nur so viel Zeit in Anspruch, wie sie zur Verfügung stellen. Es gibt Ihnen die Möglichkeit, sich an einer Arbeit zu beteiligen, für die Ihnen nicht nur zukünftige Generation von Astronomen dankbar sein werden.

Kontaktadresse:
STEFAN MEISTER
Vogelsang 9, CH-8180 Bülach
email: astro_mod_3@ezinfo.vmsmail.ethz.ch

Empfehlenswerte Literatur

- UPGREN, ARTHUR R.: *Dissecting Light Pollution*, Sky&Telescope, November 1996
- BURTON, WILLIAM C. ET AL.: *Measuring the Night Sky*, Sky&Telescope, June 1996

La mesure des distances en astronomie

Première partie: les distances dans la Voie Lactée et les indicateurs primaires

FABIO BARBLAN

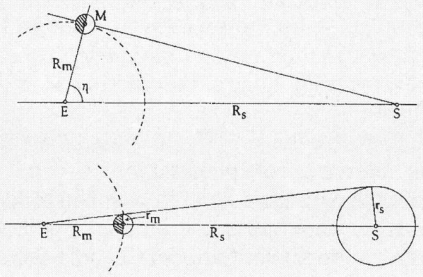
Introduction

Aborder le problème de la mesure des distances en astronomie revient pratiquement à brosser un tableau général des connaissances actuelles de cette discipline. C'est donc une entreprise d'une certaine envergure, et le contenu d'un livre en entier ne serait pas suffisant pour en épuiser le sujet. Ceci pour dire que cette présentation est nécessairement incomplète et qu'elle ne donne que les lignes générales, permettant de se faire une première idée, sur cette problématique fondamentale en astronomie.

L'histoire des sciences nous apprend que les grecs ont été les premiers à essayer d'estimer des distances astronomiques. Aristarcos évalue le rapport des distances Terre-Lune et Terre-Soleil, en mesurant l'angle entre la Lune et le Soleil, au moment exact ou elle se trouve en phase de quartier. Il obtient un rapport de 20 [encadré 1]; la valeur actuelle est de 390. Hipparcos, en analysant la géométrie des éclipses lunaires, trouve que la distance Terre-Lune est de 59 rayons terrestres. Ptolomé, en utilisant le rapport de distances établi par Aristarcos, estime la distance Terre-Soleil à 1210 rayons terrestres. Copernic (1473-1543) donne une première échelle des distances relatives des planètes par rapport au Soleil, avec des valeurs proches de celles actuellement admises. Au courant du 17e et 18e siècles les distances correspondantes au système solaires se mettent progressivement en place. Ainsi Cassini estime la distance Terre-Soleil à 140 million de kilomètres, une valeur inférieure de seulement 7% à la valeur actuelle. En 1838 F. W. Bessel détermine, pour la première fois, avec la méthode de la parallaxe[1], la distance à l'étoile 61 Cygni. A partir de 1800, l'idée que l'univers puisse être beaucoup plus grand que les dimensions du système solaire et des étoiles, devient possible. Le fait que les nébuleuses puissent être des «univers îles» prend forme. Cette hypothèse va subir des hauts et des bas selon les découvertes faites: résolution d'une nébuleuse en étoiles ou en nuage de gaz. Au début de ce siècle elle se portait plutôt mal. Le long chemin (plus de 30 ans) de sa réhabilitation pose en fait les bases de l'astronomie moderne. Le problème de la nature des nébuleuse était inextricablement lié à la détermination des dimensions de la Voie Lactée. Les premières estimations de la grandeur de notre galaxie et de notre distance à la nébuleuse d'Andromède, montrent que cette dernière est sans aucun doute un objet extragalactique. L'hypothèse d'un univers constitué d'«univers îles» est donc définitivement confirmée. La découverte de Hubble (1929) sur l'apparente fuite des galaxies, et la théorie de la relativité générale d'Einstein (1916), amènent à considérer que l'univers est en expansion et à donner une première estimation de sa dimension ($1{,}8 \times 10^9$ AL[2]). Cette valeur sera fortement remise en question lorsque les géologues datent les plus anciennes roches terrestres à 4.5 milliards d'années.

Aristarque de Samos
(environ 320 à 250 av J.-C.)

En admettant les faits suivants:
la Lune reçoit sa lumière du Soleil,
la Terre est comme un point et un centre relatif à la sphère sur laquelle la Lune se déplace,
quand nous regardons la Lune à la phase du quartier, le grand cercle divisant les parties sombres et brillantes pointe directement à nos yeux,
le quartier de Lune se produit à une distance angulaire du soleil égale à un quadrant moins le 1/30 d'un quadrant,
la largeur de l'ombre de la Terre est deux fois le diamètre de la Lune durant les éclipses,
la Lune couvre 1/15 d'un signe du Zodiaque soit 2°,
Aristarque calcule, que la distance Terre-Soleil est comprise entre 18 et 20 fois la distance Terre-Lune.



Ce bref aperçu historique montre ce que les astronomes appellent (dans le cadre de la détermination des distances) le principe de la pyramide:

les distances astronomiques sont construites par calages successifs, en procédant du proche au lointain.

Cette façon de faire met immédiatement en évidence le problème fondamental de ces mesures à savoir les répercussions successives des incertitudes sur des distances de plus en plus grandes. A tel point qu'actuellement l'estimation des dimensions de notre univers se fait à un facteur deux près (50%), soit 10 ou 20 milliards d'années lumière. D'où l'importance accordé aux instruments spatiaux (HST [Hubble Space Telescope], Hipparcos etc..) et aux grands télescopes terrestres (VLT [Very Large Telescope] de l'ESO, le KECK à Mauna Kea aux Iles Hawaï, etc..); leur plus grandes performances (aidées par une technologie sophistiquée des détecteurs) devraient apporter, sinon la solution, du moins des progrès sensibles dans ce dilemme des distances astronomiques.

Mais la détermination des distances selon le principe de la pyramide serait impossible si on n'admet pas un autre principe, celui de l'uniformité de l'univers. Prenons un exemple pour l'illustrer:

Première étape:

Nous sommes sur notre planète Terre, et votre expérience vous a montré qu'en moyenne un sapin adulte possède, disons, une hauteur de 40 mètres. On peut utiliser cette connaissance comme calibre de distance; en effet si vous voyez un sapin adulte, sous un angle de 1°, vous savez alors que vous êtes, avec une bonne approximation à une distance de 2350 mètres du sapin[3].

Deuxième étape:

Vous êtes un grand voyageur et vous explorez des planètes inconnues. Sur l'une de ces planètes (PX23 la planète aux trois Lunes) vous remarquez des arbres qui ont les mêmes caractéristiques que nos sapins sur Terre, et vous faites l'hypothèse que ce type de plantes adultes possède en moyenne une hauteur de 40 mètres (principe de l'uniformité). Vous allez donc utiliser ces arbres, sur cette planète inconnue, pour calibrer vos distances.

---

1 Voir plus loin dans le texte la définition de cette méthode.

2 Une année lumière (AL) est la distance parcourue par la lumière en une année, à savoir environ 9460 milliards de kilomètres.

3 Si d est grand par rapport à 40 mètres, on peut calculer d par l'expression $40/\alpha$, avec α exprimé en radians (1 radian = 57,29°).

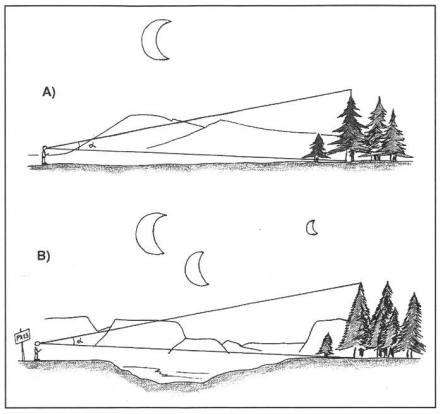


Figure 1. Le principe d'uniformité:
A) sur terre un sapin adulte est pris comme calibre de distances,
B) sur la planète PX23, des arbres qui ressemblent aux sapins. On fait l'hypothèse qu'un arbre adulte possède, en moyenne, la même hauteur qu'un sapin sur terre.

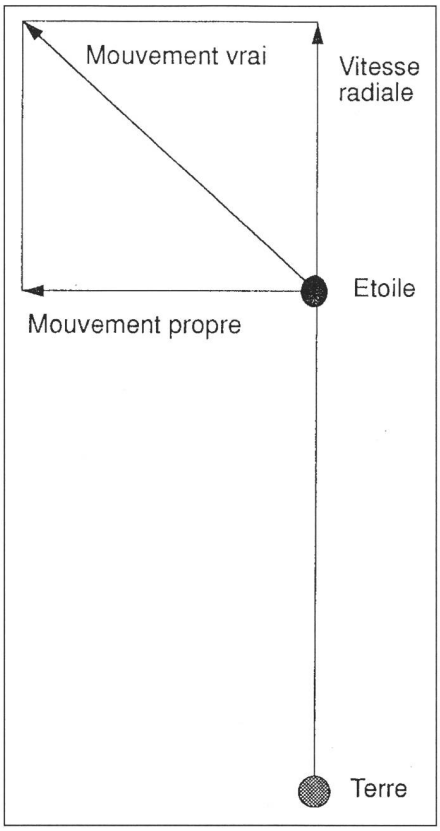


Figure 3. Définition du mouvement propre d'une étoile

Traduit en termes d'astrophysicien, cela signifie que les scientifiques admettent que les caractéristiques d'une classe d'objet (type d'étoile, type de galaxie etc..) ne dépendent pas de la distance à la quelle l'objet se trouve. En d'autres termes encore: que les lois physiques établies sur Terre sont universellement valables dans tout l'univers. Or les gros problèmes que rencontre la cosmologie pourraient être une indication que ce principe n'est pas applicable[4]. Voilà une incertitude supplémentaire qui s'ajoute à celles introduites par l'application du principe de la pyramide.

Donc beaucoup reste encore à faire avant de pouvoir affirmer qu'une fiabilité certaine est atteinte dans la mesure des grandes distances astronomiques.

Nous allons, maintenant, aborder les différentes méthodes et standards élaborés par les astronomes pour établir une échelle des distances cosmiques, et voir comment on applique le principe de la pyramide pour pénétrer toujours plus profondément dans l'univers.

Les distances dans la Voie Lactée et les indicateurs primaires

Pour les objets dans le voisinage immédiat du soleil on utilise la méthode dite de la **parallaxe trigonométrique**. Tendez le bras, le pouce relevé, et pointez-le contre un objet qui se trouve à quelques mètres. Ensuite fermez alternativement l'œil gauche et l'œil droit; vous constatez que le pouce se déplace par rapport à l'objet visé, c'est le phénomène de la parallaxe. Votre pouce symbolise une étoile dans le voisinage du Soleil, l'objet pointé une étoile lointaine, l'oeil gauche et droit deux positions, à six mois d'écart, de la Terre sur son orbite autour du Soleil. La mesure de l'angle de déplacement permet par l'application de la trigonométrie d'accéder à la distance qui sépare l'étoile du Soleil. La limite de cette méthode est évidemment imposée par la mesure de l'angle; elle se situe à environ 0.04" (quatre centièmes de secondes d'arc), qui traduit en distance nous donne une sphère de rayon 81 AL autour du Soleil. Il y a environ 7000 étoiles cataloguées de parallaxe connue. Le satellite HIPPARCOS (HIgh-Precision-PARallax-COllecting-Satellite), doit sensiblement augmenter cet horizon.

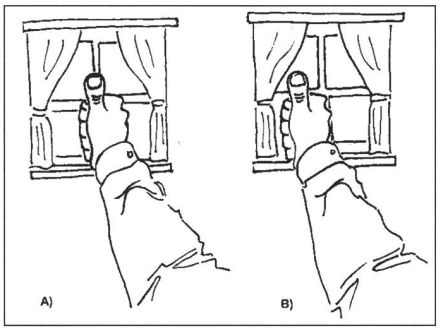


Figure 2. Le principe de la parallaxe:
A) une image vue avec l'oeil droit fermé,
B) la même image, vue avec l'oeil gauche fermé. Le pouce a subi un déplacement par rapport à la fenêtre, celle-ci plus lointaine est considérée comme fixe.

Même si cela ne semble pas évident pour le commun des mortel, les étoiles se déplacent dans le ciel. Bien sur, ces mouvements sont suffisamment faibles pour que l'on ait largement l'impression que les distances réciproques d'une étoile à l'autre soient éternellement fixes. C'est seulement l'introduction des télescopes et la mesure exacte des positions qui ont permis de mettre en évidence leurs mouvements propres. Ces derniers possèdent deux origines: le déplacement de l'étoile autour du centre de la galaxie et le déplacement du soleil par rapport aux étoiles, dû à la même raison. Si on arrive à déterminer le mouvement propre d'une étoile et sa vitesse radiale, on peut alors obtenir sa distance. L'affaire n'est pas simple; il faut d'un côté trouver un référentiel qui annule l'effet de déplacement du Soleil par rapport aux étoiles, et de l'autre côté, tenir compte d'une composante aléatoire du mouvement de l'étoile elle-même due à la situation gravitationnelle locale dans laquelle elle se trouve[5]. C'est pour l'ensemble de ces raisons, que cette méthode ne peut pas s'appliquer à une étoile déterminée, mais à un échantillon judicieusement sélectionné d'étoiles, on parle de **parallaxe statistique**. Elle nous permet de voir jusqu'à une distance de 1600 AL. (rappelons ici que notre galaxie possède un diamètre d'environ 100'000 AL.)

Les amas d'étoiles (ensemble d'étoiles liées gravitationnellement les unes aux autres), ont joué un grand rôle dans cette recherche d'étalons de distance et en particulier l'**amas des Hyades**. Les Hyades sont un ensemble de quelques centaines d'étoiles jeunes, situées dans le plan galactique; c'est un amas dit ouvert (par opposition aux amas globulaires, qui, comme le nom l'indique, ont une forme sphérique).

La détermination des distances par l'intermédiaire des amas ouverts passe par l'utilisation du diagramme de Hertzsprung-Russel. Ouvrons donc ici une rapide parenthèse sur ce sujet. Lorsqu'on trace, pour les étoiles, le diagramme type spectral[6] en fonction de la lumi-

[4] Certains estiment, en liaison avec le problème de la masse cachée, que les lois de la gravitation travaillent différemment à grande échelle qu'à petite échelle.

[5] Le mouvement effectif d'une étoile n'est pas simplement dicté par l'attraction exercée sur elle par le noyau de la galaxie, mais aussi, per l'effet gravitationnel de l'ensemble des étoiles de son voisinage immédiat.

nosité (justement le diagramme de Hertzsprung-Russel, HR), on s'aperçoit que les points représentatifs des étoiles ne se distribuent pas n'importe comment. Une ligne principale traverse le diagramme approximativement en diagonale du coin supérieur gauche au coin inférieur droit. Des lignes secondaires quittent cette diagonale vers le haut en s'infléchissant d'abord vers la droite pour revenir avec une large courbe vers la gauche plus ou moins horizontalement. Il a fallu un petit moment aux astrophysiciens pour comprendre que ce diagramme nous raconte la vie et la mort des étoiles. Les étoiles qui se trouvent sur la diagonale (séquence principale) sont jeunes et n'ont pas encore entamé le chemin qui les amène, selon un parcours plus ou moins agité, à la fin de leur vie sous forme soit de naine blanche, d'étoile à neutrons ou de trou noir. La rapidité de l'évolution d'une étoile dépend fortement de sa masse au moment de sa naissance. Plus la masse initiale est grande, plus l'évolution sera rapide.

Revenons maintenant à nos amas stellaire et voyons comment on utilise le diagramme HR pour en déterminer la distance. Cela semble logique d'admettre que toutes les étoiles d'un même amas ont le même âge. Ainsi le diagramme HR donne dans ce cas une excellente indication de l'évolution des étoiles de l'amas. Traçons les diagrammes HR pour deux amas ouverts différents. Superposons les ayant soin de faire coïncider exactement les échelles des types spectraux, alors on constatera que les deux séquences principales sont décalées l'une par rapport à l'autre. Ce décalage dépend de la distance qui sépare les deux amas. Donc, s'il a été possible de calibrer la distance d'un des amas. On peut en déduire la distance de l'autre; cette méthode est dite de «l'ajustement à la séquence principale». L'amas des Hyades, étant un amas proche (environ 146 AL.); sa distance a pu être déterminée par différentes méthodes qui donnent des valeurs concordantes (le module de distance [encadré 2] des Hyades est de 3.3 magnitudes). Le diagramme HR de l'amas des Hyades est donc la référence de base pour la détermination des distances d'autres amas ouverts. Avec «l'ajustement à la séquence principale» l'horizon s'élargit jusqu'à une distance de 23-25'000 AL.

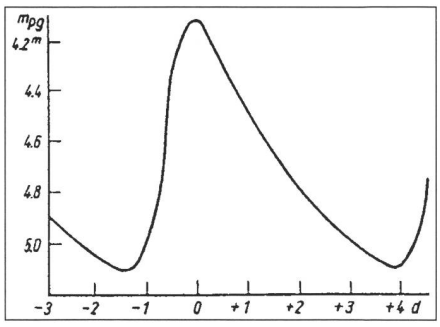


Figure 6. Courbe de lumière de δ Cephei. (Source [2])

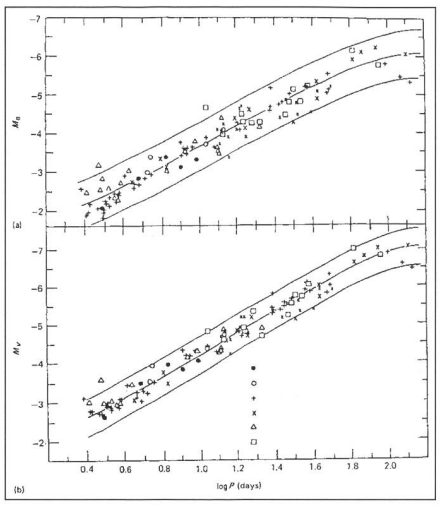


Figure 7. Relation luminosité-période pour les Céphéides. (Source [1])

Les astronomes appellent **indicateurs primaires** des objets de notre galaxie qui peuvent servir à déterminer des distances extragalactiques.

On trouve parmi ces indicateurs primaires toute une série d'étoiles variables. Une étoile est dite variable si sa luminosité change au cours du temps; ces changements pouvant être périodiques, donc répétitifs (étoiles du type Céphéide, RR Lyrae, Mira etc...), ou unique.

Figure 4. Le diagramme de Hertzsprung-Russel met en évidence la relation qui existe entre la luminosité de l'étoile et son type spectral (ou la température de surface). Une étoile quitte, dans son évolution, la séquence principale (main sequence en anglais) lorsque la fusion de l'hydrogène cesse dans son noyau. On indique aussi, dans cette figure, la position occupée par certains types d'étoiles variables. Le fait qu'elles se situent en dehors de la séquence principale montre qu'il s'agit d'étoiles ayant déjà subi une évolution plus ou moins grande vers leur stade final. (Source [3])

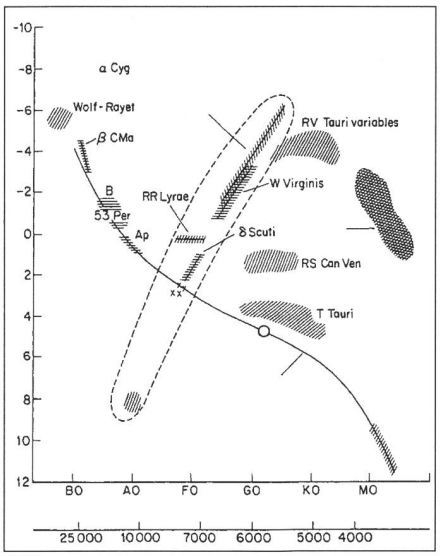
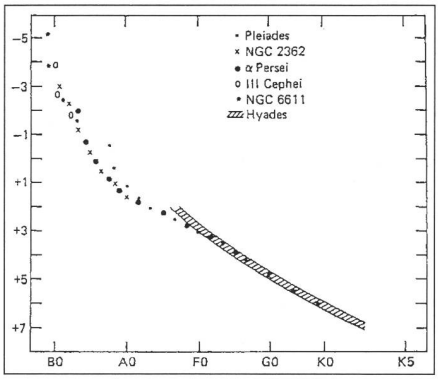


Figure 5. Le diagramme de Hertzsprung-Russel pour l'amas des Hyades et pour quelques autres amas. Pour ces derniers on a utilisé l'ajustement à la séquence principale pour réduire leur diagramme HR à celui des Hyades. (Source [1])



■ La connaissance de la magnitude absolue d'une étoile permet de connaître sa distance. En effet l'énergie totale rayonnée par une étoile est:

$L = 4\pi d^2 S$

d indiquant la distance et S le flux total rayonné.

La magnitude d'une étoile est donnée par:

$m = A - 2.5 \log(S) = A - 2.5 \log(L/4\pi d^2)$

avec A une constante qui dépend d'un certain nombre de facteurs, comme par exemple les caractéristiques du récepteur.

La magnitude absolue est la magnitude que l'étoile aurait si elle était située à une distance de 32.615 AL, donc:

$M = A - 2.5 \log (L/4\pi d_{10}^2)$

avec $d_{10} = 32.615$ AL

En effectuant la somme membre à membre de ces deux équations on obtient:

$M = m - 5 \log(d/d_{10})$

qui donne la relation qui existe entre magnitude absolue et distance.

La quantité (m – M) est le module de distance de l'objet.

6 La lumière qui nous provient d'une étoile est généralement une lumière composée de lumières de différentes couleurs. L'étude de cette composition s'appelle la spectrographie. Les étoiles peuvent être regroupées selon les caractéristiques du spectre de leur lumière. Il existe 7 classes spectrales chacune subdivisée en 10 sous-classes, donc en tout 70 façons différentes de classer une étoile selon les caractéristiques de la lumière que nous recevons de sa part.

Dans ce dernier cas, il s'agit généralement de variations brusques de la luminosité de très grande amplitude (novae et supernovae).

Le fait qu'il existe pour, les Céphéides (nommées selon l'étoile δ-Cephei), une relation directe entre la période (laps de temps qui sépare deux maximas [ou minimas] consécutifs de la luminosité) et la magnitude absolue[7] [encadré 2], attribue à ce type d'étoiles variables une importance considérable en tant qu'indicateurs de distances.

En réalité les choses ne sont pas aussi simples que cela. Comme le graphique le montre les points sont dispersés autour d'une valeur moyenne, et cette dispersion dépend, comme cela a été mis en évidence en 1958, de la couleur moyenne de l'étoile mesurée pars l'indice de couleur B-V[8]. Donc, pour obtenir, avec les Céphéides, des mesures correctes des distances, il faut prendre en considération une relation: période-luminosité-couleur de la forme:

$M = \alpha - \beta \log(P) + \gamma (B\text{-}V)$

avec P la période.

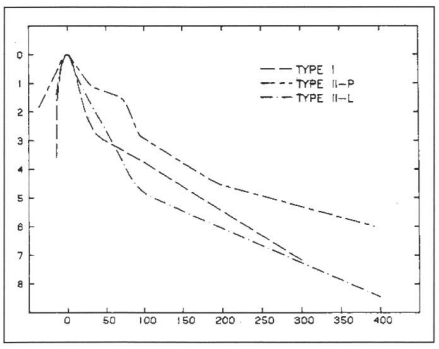
Pour calibrer correctement cette relation, c'est à dire pour déterminer les paramètres α, β et γ il faut utiliser des Céphéides de distance bien connues dans notre propre Galaxie. Les différentes calibrations sont relativement concordantes et donnent pour ces paramètres les dispersions suivantes:

$1.86 <= \alpha <= 2.77$; $2.79 <= \beta <= 4.11$; $1.82 <= \gamma <= 2.75$

Cette dispersion montre la difficulté qui existe à maîtriser correctement le problème.

Les Céphéides ont été utilisées pour établir les distances aux galaxies du groupe local: petit et grand nuage de Magellan, M31 (Andromède) et autres, ainsi que M33, NGC3109, IC5152, les galaxies de Pegasus, de Sextans B, de Leo A et NGC 300. La galaxie la plus lointaine dont la distance à été mesurée par cette méthode est NGC 2403 ($1{,}06 \cdot 10^7$ AL) dans le groupe de M81.

Figure 8. Courbes comparatives de lumière pour des supernovae des types I et II. (Source [4])



Parmi les problèmes majeurs qui se posent en utilisant les Céphéides pour la déterminations de distances, on trouve:

a) la difficulté d'estimer la correction à apporter à la magnitude à cause de l'extinction (fraction de la lumière absorbée par la matière interstellaire) dans la galaxie où l'on observe les Céphéides,
b) la dépendance de la relation période-luminosité-couleur de la métallicité (teneur en éléments lourds) de l'étoile, qui est fort mal connue.

Malgré ces problèmes, les Céphéides restent un moyen puissant pour la détermination des distances. La limite d'application de cette méthode, pour les télescopes terrestres est de $16.3 \cdot 10^6$ AL, le télescope spatial Hubble a augmenté cette limite d'un facteur quatre.

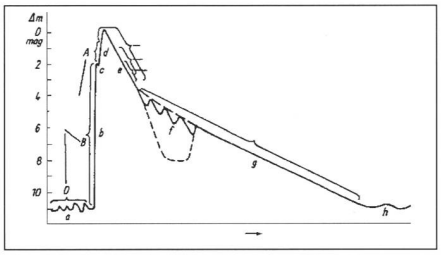


Figure 9. Description d'une courbe de lumière d'une nova: a: prénova; b: montée en luminosité; c: pause prémaximum; d: montée finale; e: déclin initial; f: phase de transition; g: déclin final; h: postnova (Source [2]).

L'évolution d'une étoile suffisamment massive (masse plus grande que huit fois celle du Soleil), se termine en principe par une explosion supernova. Dans ce phénomène la majorité de la masse de l'étoile est expulsée sous forme d'une enveloppe gazeuse qui s'éloigne avec des vitesses de l'ordre de quelques milliers de kilomètres par seconde. La masse restante, le noyau de l'étoile, va subir un effondrement gravitationnel, qui donne naissance à une étoile à neutrons. Les théoriciens expliquent dans les grandes lignes cette évolution de la façon suivante:

lorsqu'une étoile est suffisamment massive, différents stades de fusion nucléaire se succèdent dans le noyau de celle-ci. Le premier est, évidement, celui de la fusion de l'hydrogène. Lorsque l'hydrogène est épuisé on passe à la fusion de l'hélium; mais à cause de la grande masse et des dimensions de l'étoile, la couche immédiatement adjacente au noyau possède une température suffisante pour que la fusion de l'hydrogène puisse continuer. Ainsi, au fur et à mesure que dans le noyau s'installe la fusion suivante, les autres stades de fusions sont repoussés vers l'extérieur. Le dernier stade de fusion est celui qui produit du fer (au delà, la fusion absorbe de l'énergie au lieu d'en libérer); à ce moment l'étoile possède une structure en «pelure d'oignon», chaque couche étant le siège d'une fusion nucléaire différente. Lorsque le noyau a épuisé son combustible nucléaire, l'énergie radiative qui équilibre la gravitation vient à manquer, et l'étoile s'effondre. Cette phase de contraction produit une onde de choc telle qu'elle expulse les 9/10 de la masse de l'étoile. Au moment de cette explosion il y a, sur un laps de temps très court, (quelques heures ou dizaines d'heures) une augmentation spectaculaire (d'un facteur 10000 à 100000) de la luminosité de l'étoile. Ensuite elle décroît progressivement, en suivant un scénario relativement bien établi.

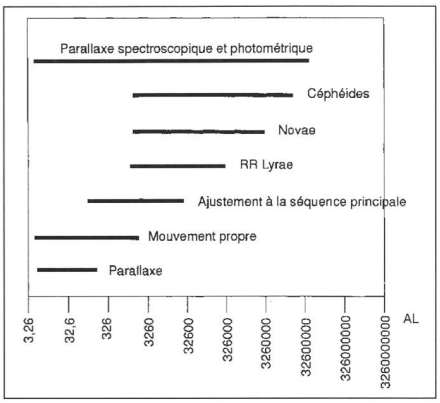


Figure 10. Diagramme récapitulatif des différentes méthodes évoquées dans ce texte avec indication de leur portée en distance

Le principe d'utilisation des supernovae pour la détermination des distances est le suivant:

on utilise un modèle théorique, pour déduire la variation de la luminosité de surface, à partir de l'observation de la variation de couleur de l'étoile. Ceci permet de déduire le changement, en fonction du temps, de l'extension angulaire de la source. La détermination de la vitesse radiale (par effet Doppler sur le spectre) combinée avec l'information précédente amène à la détermination de l'extension linéaire de la source, et par conséquent à sa distance.

Donc la précision de cette méthode dépend, entre autre, du degré de compréhension et de connaissance que nous avons du phénomène supernova.

7 Cette relation a été découverte par Henrietta Leavitt en 1907

8 Un indice de couleur est la différence entre deux magnitudes, mesurées respectivement dans deux couleurs différentes. Ainsi l'indice de couleur B-V est la différence entre la magnitude mesurée dans le bleu et la magnitude mesurée dans la visible.

On reconnaît deux types de supernovae. Le type II est rencontré essentiellement dans les bras des galaxies spirales et concerne donc des étoiles relativement jeunes et massives, dans des régions à forte concentrations de matière interstellaire. L'utilisation de supernovae de type II pour la calibration des distances pose donc le problème de l'estimation correcte de l'absorption de la lumière par ces nuages de gaz. D'autre part, la dispersion des masses pour ce type d'étoiles est très grande: de 10 à 100 masses solaires, ce qui implique une grande variété des propriétés observées ne pouvant probablement pas être décrites par un seul modèle théorique.

Les supernovae de type I peuplent les galaxies spirales et elliptiques et sont associées avec des étoiles plus âgées et de masses relativement faibles. L'absorption interstellaire intervient aussi dans ce cas, mais le problème majeur est situé, pour le moment, dans une absence de consensus dans le milieu scientifique sur l'origine du phénomène lui-même. En effet la description donnée plus haut concerne le type II; une supernova de type I semble plutôt résulter d'une combustion explosive d'un mélange de carbone et d'oxygène équivalent à une masse solaire.

L'utilisation de supernovae de type II a permis d'estimer les distances de:

NGC 1058 à $44.7 \cdot 10^6$ AL; M101 à $23.8 \cdot 10^6$ AL; NGC 7331 à $43.7 \cdot 10^6$ AL; M99 à $16.3 \cdot 10^6$ AL et M100 à $75 \cdot 10^6$ AL.

Un autre phénomène qui produit une augmentation impressionnante de la luminosité d'une étoile est celui de novae. Même si la courbe de lumière d'une nova possède quelques ressemblances avec celle d'une supernova, le processus physique qui engendre une telle explosion est totalement différent. Ce phénomène est lié à un système binaire, généralement une naine blanche chaude et une étoile géante rouge de la séquence principale. Un flux de gaz va de l'étoile rouge vers la naine blanche et à cause de l'impact sur cette dernière il augmente considérablement sa température. Si celle-ci atteint une valeur suffisante il se forme à la surface de la naine blanche une couche ou la fusion de l'hydrogène peut avoir lieu. Avec l'accumulation successive de l'hydrogène cette couche devient instable et explose: c'est l'événement nova.

En 1976 G. Bath et G. Shaviv montrent que la courbe de lumière d'une nova, peut être modélisée en considérant que la naine blanche expulse radialement, à vitesse constante, une dense enveloppe de gaz sous l'effet de la pression de radiation.

La régularité dans ce phénomène, qui permet l'utilisation des novae en tant que calibres de distances, est représenté par une relation linéaire entre la magnitude absolue, au maximum de lumière, et le logarithme du temps qui est nécessaire pour que la luminosité chute de trois magnitudes:

$M_o(pg) = 2.4\log(t_3) - 11.3$ (selon De Vaucouleurs)

Il y a aussi une justification théorique pour admettre que toutes les novae possèdent, 15 jours après le maximum, la même luminosité:

$M_{15}(pg) = -5.5 +/- 0.15$

En établissant donc par des moyens différents (vitesse d'expansion radiale + taux d'expansion angulaire; mesure du taux d'absorption dans la ligne de visée; amas stellaires etc..) les distances aux novae galactiques, on peut utiliser ce phénomène pour estimer l'éloignement de novae extragalactiques. Cela a été fait pour le grand et petit nuage de Magellan, pour M31, M33, M81 et M101. En 1985 Michael Rowan-Robinson écrivait, dans son excellent livre (Réf. [1]), qu'il serait souhaitable d'appliquer cette méthode aux galaxies de l'amas de Virgo.

Nous terminons ainsi cette première partie consacrée au problème de la mesure des distances astronomiques. Dans une deuxième partie, seront abordés les indicateurs secondaires, qui permettent aux astronomes de gagner encore quelques centaines de millions d'années lumières de profondeur dans l'univers.

FABIO BARBLAN
2a, ch. Mouille-Galand, CH-1214 Vernier
Fabio.Barblan@obs.unige.ch

Bibliographie

Référence principale:

[1] *The cosmological distance ladder*, M. ROWAN-ROBINSON, W. H. FREEMAN Company New York, 1985
Tous les manuels contiennent un (des) chapitre(s) plus ou moins complet(s) sur le problème de la détermination des distances astronomiques. En voici quelques exemples:
Planets, Stars and Galaxies, S. J. INGLIS, JOHN WILEY NY 1972
Astronomy, the cosmic perspective, M. ZEILIK, J. GAUSTAD, Harper and Row Publishers NY, 1983
Astronomy: Fundamentals and Frontiers, R. JASTROW, JOHN WILEY, 1974
An introduction to experimental astronomy, R. B. CULVER, W. H. FREEMAN & Company, 1974
L'expansion de l'Univers, W. FREEMAN, Pour la Science No 183, Janvier 1993
Les distances des galaxies: une clé de la cosmologie, L. BOTTINELLI, L. GOUGUENHEIM, Pour la Science, Octobre 1986

Autres références:

[2] *Variable Stars*, C. HOFFMEISTER, G. RICHTER, W. WENZEL, Springer-Verlag, 1985
[3] *Getting the mesure of the stars*, W. A. COOPER, E. N. WALKER, ADAMS HILGER, 1989
[4] *Supernovae*, A. G. PETSCHEK Editor, Springer-Verlag, 1990

Diagramme annuel 1997

Soleil, Lune et planètes

Le diagramme annuel qui indique les lever, coucher et temps de culmination du Soleil, de la Lune et des planètes, en impression deux couleurs, pendant toute l'année 1997 sous forme de tableau synoptique est à nouveau en vente.
Le diagramme est plié à plat, en A4 et disponible pour deux latitudes géographiques:
Suisse: 47° nord – Allemagne: 50° nord
Il est livré avec une description détaillée.
Prix: Fr. 13.– / DM 15.– plus port et emballage.
Je vous remercie d'avance de votre commande!
HANS BODMER,
Schlottenbüelstrasse 9b,
CH-8625 Gossau/ZH
Commandes téléphoniques:
01/936 18 30 (soir)

Jahresdiagramm 1997

für Sonne, Mond und Planeten

Das Jahresdiagramm, das die Auf- und Untergänge, die Kulminationszeiten von Sonne, Mond und Planeten in einem Zweifarbendruck während des gesamten Jahres in übersichtlicher Form zeigt, ist für 1997 wieder erhältlich. Das Diagramm ist plano oder auf A4 gefalzt für zwei geographische Breiten erhältlich:
Schweiz: 47° Nord – Deutschland: 50° Nord
Dazu wird eine ausführliche Beschreibung mitgeliefert.
Der Preis beträgt Fr. 13.– / DM 15.– plus Porto und Versand.
Für Ihre Bestellung danke ich Ihnen bestens!

HANS BODMER,
Schlottenbüelstrasse 9b,
CH-8625 Gossau/ZH
Telephonische Bestellungen:
01/936 18 30 (abends)

ASTRO-LESEMAPPE DER SAG

Fr. 30.–

statt **Fr. 300.–** Abo-Kosten

für die wichtigsten internationalen Fachzeitschriften!

Rufen Sie an:
071/841 84 41
Hans Wittwer, Seeblick 6,
9327 Tübach

HST beobachtet Bausteine von Galaxien

HUGO JOST-HEDIGER

Neue Aufnahmen des «Hubble Space Teleskop» zeigen Objekte, welche Bausteine von Galaxien im frühen Universum sein könnten. Sie zeigen 18 gigantische Sterngruppen, welche alle in derselben Entfernung von der Erde zu liegen scheinen. Sie sind sich gegenseitig genügend nahe, um eventuell zu galaxiengrossen Objekten verschmelzen zu können. Sie sind so weit von uns entfernt, 11 Milliarden Lichtjahre, dass wir sie in einem Zustand sehen, in welchem gemeinhin die Entstehung von Galaxien angenommen wird. Die Beobachtungen stützen Theorien, wonach die Galaxienentstehung mit der Formung von Sterngruppen beginnt und mit der Bildung von immer grösseren Strukturen beendet wird. Die neuen Beobachtungen geben Aufschluss über eine Vergangenheit, in der die Wissenschaftler die endgültige Antwort über die Bildung des Universums zu finden hoffen.

Galaxien

Galaxien sind die grössten Ansammlungen von Sternen im Universum. In einer Galaxie sind durch die Gravitation Milliarden von Sternen aneinander gebunden. Unsere Sonne befindet sich in der sogenannten «Milchstrasse», unserer Heimatgalaxie. Sie liegt ca. 2/3 vom Zentrum der Galaxie entfernt in einem der Spiralarme, dem sogenannten Sagittarius-Arm.

Galaxien kommen in verschiedenen Grössen und Formen vor: Zwerggalaxien, mittleren Galaxien und Riesengalaxien. Unsere Milchstrasse ist eine mittelgrosse Spiralgalaxie. Zwei irreguläre Satellitengalaxien, die kleine und die grosse Magellansche Wolke, umkreisen sie.

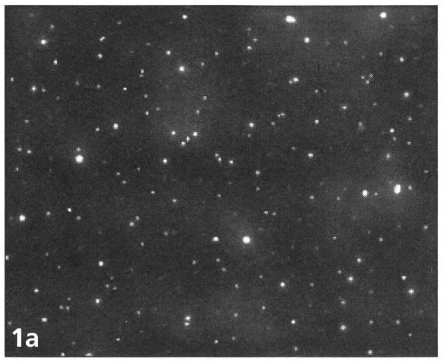
Das einfachste Klassifikationsschema wurde durch E. HUBBLE erdacht. Es klassifiziert die Galaxien als Spiralgalaxien, elliptische oder irreguläre Galaxien.

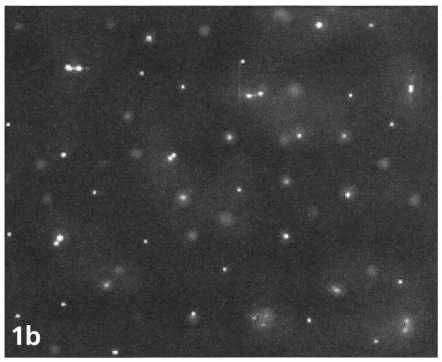
Spiralgalaxien haben unmissverständliche, charakteristische Eigenschaften: eine starke Konzentration von Sternen bildet im Zentrum eine Ausbauchung und die Spiralen sind flach. Spiralgalaxien sind reich an Gas und Staub, welche für das Bilden der Sterne notwendig sind. Die blaue Farbe der Spiralgalaxien zeigt den Astronomen an, dass Sternentstehungsprozesse immer noch im Gang sind.

Auch elliptische Galaxien haben eine charakteristische Struktur. Diese Galaxien können die Form einer Kugel bis zur Form einer Zigarre aufweisen. Anders als Spiralgalaxien befindet sich in den elliptischen Galaxien kein Gas und Staub. Die rote Farbe dieser Galaxien zeigt den Astronomen, dass der Prozess der Sternentstehung beendet ist. Alle Sterne in diesen Galaxien sind demzufolge alte Sterne.

Irreguläre Galaxien haben keine definierte Struktur. Oft sind irreguläre Galaxien die kleinen Begleiter grösserer Galaxien. Die kleine und grosse Magellansche Wolke sind solche Galaxien.

Auch Galaxien selber stehen unter dem Einfluss der Gravitation. Die Milchstrasse ist gravitativ mit mehreren anderen Galaxien lose zu einer Gruppe, der sogenannten «lokalen Gruppe», zusammengebunden. Auch die gigantische Spiralgalaxie «Andromeda, M31» gehört zu dieser Gruppe.





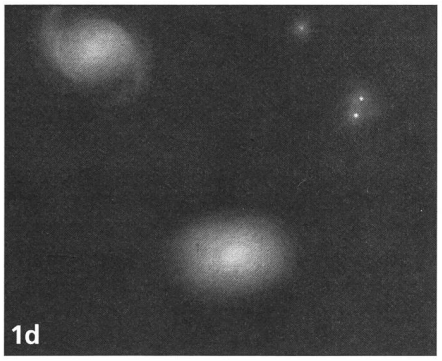


Bild 1:
a) 0 - 0,5 Milliarden Jahre:
Beginnend mit der sehr gleichmässigen Verteilung von Materie direkt nach dem Urknall beginnt die Gravitationskraft von massiven Sternklumpen mehr Materie anzuziehen.
b) 0,5 - 1 Milliarde Jahre:
Grössere Sternklumpen wachsen durch Verschmelzung mit kleineren Sternhaufen:
c) 1 - 2 Milliarden Jahre:
Nach dem Anwachsen der Sternklumpen zu einer Grösse von einem Bruchteil unserer Galaxie sind die Sternklumpen gross genug, um von Hubble gesehen zu werden.
d) 2 - 4 Milliarden Jahre:
Durch das Verschmelzen der subgalaktischen Objekte und Kollisionen entstehen irregulär aussehende Objekte.
e) 4 - 13 Milliarden Jahre:
Galaxien von heutigem Aussehen entstehen. Elliptische Galaxien und Spiralgalaxien mit der roten, alten Sternpopulation im Inneren und der jungen, blauen Sternpopulation in den Spiralarmen.

In grösseren Galaxienhaufen, den «Clustern», sind die Galaxien gravitativ so stark gebunden, dass unter ihnen Wechselwirkungen stattfinden. Der der «Lokalen Gruppe» naheliegenste Haufen wird, da er von der Erde aus gesehen im Sternbild Virgo zu liegen scheint, «Virgo Cluster» genannt. Oft sind Haufen und kleine Gruppen von Galaxien zu noch grösseren Strukturen, den «Super Clustern», zusammengefügt. Der «Super Cluster», in welchem wir selber uns befinden, enthält die «Lokale Gruppe», den «Virgo Cluster» und mehrere kleinere Galaxien-Haufen.

Das Studium der Galaxien fällt in den Bereich der Kosmologie, der Erforschung der Evolution des Universums als Ganzes. E. HUBBLE entdeckte beim Studium der Verteilung von Galaxien im All die Expansion des Universums. HUBBLE entdeckte, dass sich Galaxien in jeder Richtung von uns entfernen. Die Geschwindigkeit ist dabei umso grösser, je weiter die Galaxien von uns entfernt sind. Seit dieser Zeit wurden durch weitere Untersuchungen eine grosse Anzahl unterschiedlicher und fremdartiger Galaxien entdeckt. Bei einigen von ihnen wird im Zentrum sogar ein schwarzes Loch vermutet. Die Entdeckungen und Erklärungsversuche dürften noch nicht am Ende sein.

Galaxienentstehung und «kalte dunkle Materie»

Die Hubble-Aufnahmen der subgalaktischen Gebilde, welche sich zusammenzufügen scheinen, zeigen genau das, was die Theorie der «kalten dunklen Materie» voraussagt. Die Theorie der «dunklen Materie» versucht zu erklären, weshalb rund 90% der Materie im Universum unsichtbar ist. Die Astronomen theoretisieren über die Existenz von dunkler Materie aufgrund von Gravitationseffekten, welche in den Galaxien gemessen werden.

«Kalte dunkle Materie» könnte so einfache Dinge wie Felsen oder so exotische kosmische Partikel wie Neutrinos oder andere unbekannte Partikel sein. Was immer sie auch ist, es muss eine ganze Menge davon geben. Da «dunkle Materie» Masse hat, hat sie Gravitation und dadurch beeinflusst sie das Formen von Klumpen, Gruppen und Haufen. Die Halos von dunkler Masse helfen bei der Entstehung von Galaxien.

Sofern die «dunkle Materie» «kalt» ist, das heisst, die mittlere Bewegung der Teilchen klein ist im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit, dann tendiert die Materie dazu, sich von kleinen Stücken zu grossen Gebilden zu entwickeln. Das heisst, Sternhaufen und kleine Galaxien entstehen zuerst, formen dann grössere Galaxien, dann Haufen und schliesslich Superhaufen. Dies ergibt schliesslich das stark fragmentierte und mit Filamenten durchsetzte Universum.

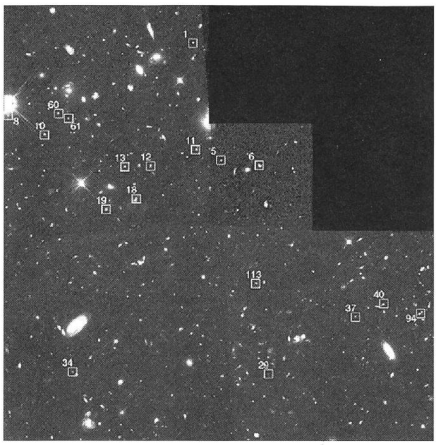


Bild 2:
Eingebettet in diese HST- Aufnahme von nahen und weit entfernten Galaxien sind 18 «Junge Galaxien» oder galaxienbildende Sternklumpen. Jeder Klumpen enthält Staub, Gas und einige Milliarden junger Sterne. Alle Objekte befinden sich in derselben Entfernung von rund 11 Milliarden Lichtjahren und sind mit einem Durchmesser von 2000-3000 Lichtjahren wesentlich kleiner als heutige Galaxien. In dieser Distanz sehen wir in eine Zeit zurück, als das Universum erst ca. 16% des gegenwärtigen Alters erreicht hatte.

Im Gegensatz dazu steht die Theorie der «heissen dunklen Materie». In dieser Theorie besteht die «dunkle Materie» aus Partikeln wie zum Beispiel Neutronen, welche sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. In diesem Fall konnten im frühen Universum nur die grössten Strukturen kondensieren. Kleinere Strukturen wie Galaxien und Sternhaufen mussten sich dann später aus Fragmenten der grösseren Strukturen gebildet haben.

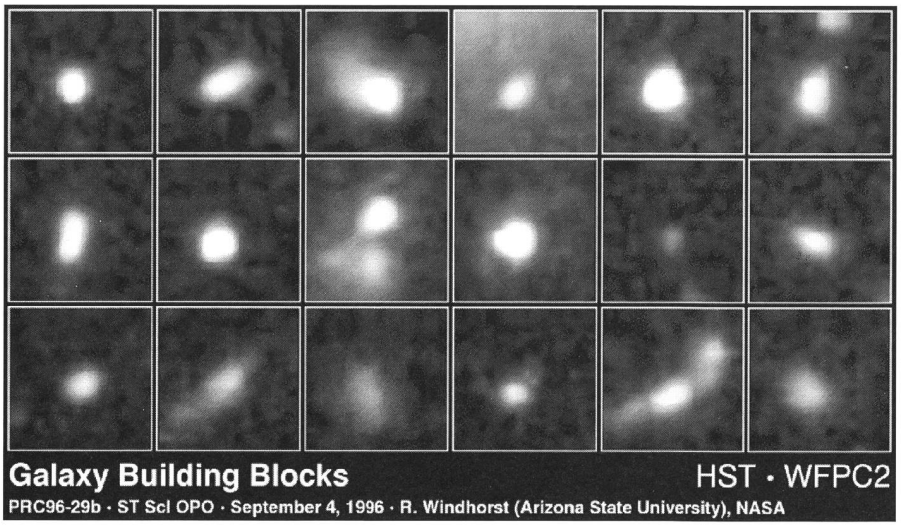
«Keines dieser Szenarien kann allein komplett richtig sein, da wir wissen, dass diese subgalaktischen Objekte vor langer Zeit real existiert haben. Sie müssen sich kurz nach dem Urknall geformt haben.», sagte R. WINHORST von der Arizona State University, einer der an den Beobachtungen beteiligten Wissenschaftler. *«Aber ebenso müssen einige der grössten Strukturen, die Supercluster, ihren Keim in der ersten Million Jahre nach dem Urknall haben».*

Er schliesst daraus: *«Vermutlich ist ein Hybridmodell, welches sich stark an das Modell der kalten dunklen Materie anlehnt, aber beide Aspekte vereinigt, notwendig. Diese Idee, dass kleine Klumpen in grösseren Strukturen wachsen, ist sehr effektiv. Es erklärt eine ganze Menge von Dingen. Es kann aber die schon kurz nach dem Urknall vorhandenen Strukturen (noch) nicht erklären.»*

Die HST Beobachtungen

Astronomen der «Arizona State University» und der «University of Alabama» fanden 18 subgalaktische Sternblöcke in einem Gebiet von ca. 2 Millionen Jahren Durchmesser. Es ist das erste Mal, dass solche sternbildenden Objekte in einem so kleinen Raumgebiet gefunden wurden.

Bild 3:
Sternklumpen-Poster: Die Aufnahmen zeigen die 18 beobachteten Sternklumpen. Die Objekte befinden sich in einer schmalen Region im Grenzbereich der Sternbilder Herkules und Drachen. Sie wurden mit der «Wide Field Planetary Camera 2» gewonnen. Die Gesamtbelichtungszeit betrug ca. 2 Tage, was 68 Umläufen des HST entspricht!



Jedes dieser Objekte besteht aus nur rund einer Milliarde junger Sterne. Und Hubble zeigt durch die Beobachtung von vielen blauen Sternen, dass der Sternentstehungsprozess noch voll im Gange ist. Die Objekte haben typischerweise nur einen Durchmesser von rund 2000 Lichtjahren, sind also nicht sehr gross. Unsere eigene Galaxie, die Milchstrasse, hat zum Vergleich einen Durchmesser von ca. 100'000 Lichtjahren. Diese Objekte sind auch viel kleiner als der Durchmesser der Ausbauchung im Zentrum unserer Galaxie, welche einen Durchmesser von 8'000 Lichtjahren aufweist. «*Wir denken, dass diese Sternblöcke durch dauerndes Verschmelzen die Grösse der Ausbauchung einer Milchstrasse erreichen können*», sagte KEEL, einer der beteiligten Wissenschaftler am HST-Programm.

Sollte diese Idee (Theorie der kalten dunklen Materie) richtig sein, so besitzen wir in unserer eigenen Galaxie alle Stücke des Verschmelzungsprozesses. Die alten, roten Sterne kamen vom Verschmelzen der subgalaktischen Objekte, welche durch die HST-Beobachtungen nun zum ersten Mal gesehen wurden. Die Spiralarme, in welche auch unsere Sonne eingebettet ist, wurden später durch Wasserstoffgas, welches in einer Scheibe vereinigt wurde, gebildet. Einige der rund 140 Kugelsternhaufen, welche die Milchstrasse umrunden, mögen übriggelassene kleinere Sternblökke, welche noch früher als die durch Hubble beobachteten Gruppen entstanden sind, sein. Sie wurden nie in grössere Gebilde integriert und stehen auch heute noch für sich allein.

HUGO JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

Quellenangabe

NASA Press-Release STScI-PR96-29 vom 4.9.96

Imagerie CCD

Photographie de l'amas de galaxies Abell 2666

HUBERT LEHMANN

Cet amas est peu photographié par les amateurs (par comparaison avec l'amas de la Vierge). Son centre est formé de galaxies de magnitude 12 à 16 environ qui sont facilement accessibles par une caméra CCD et un équipement d'amateur (télescope C8 Ultima). Il se situe dans la constellation de Pégase (coordonnées de NGC7768 au centre de l'amas: RA 23h 50m 58s - Dec +27° 08'50").

Informations techniques sur la photographie

télescope: C8 Ultima à F/D=6,3
caméra CCD: ST7 de SBIG en mode haute résolution refroidie à-15° C
poses / lieu: 30 minutes (addition de 3 poses de 10 minutes) / Courroux (Ju)
date: 3 novembre 1996
reproduction papier: Epson Stylus color II (720x720 dpi)

Commentaires

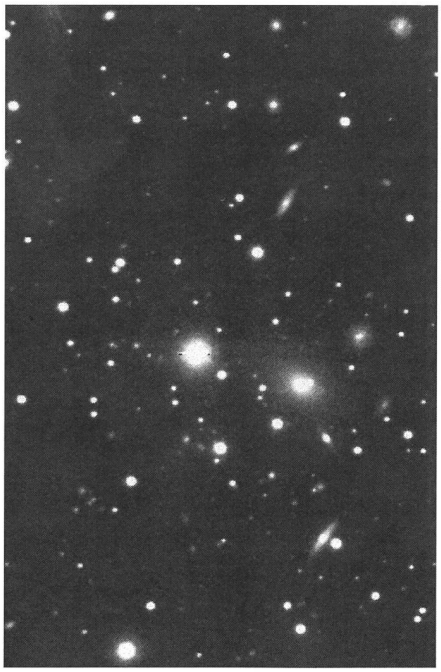
1) Le traitement de l'image a été effectué par SKyPro (Software Bisque). Nous avons conservé l'état le plus naturel de la prise de vue sans traitements spéciaux (mis à part la correction du «dark frame» et du «flat field») A titre indicatif, dans la photographie de base en format . ST7, le «background» = 0 et le «range»=3500. L'image est transformée en format .tif (8 bits) et est tirée sur imprimante à partir de Photostyler 2.0 (Aldus).

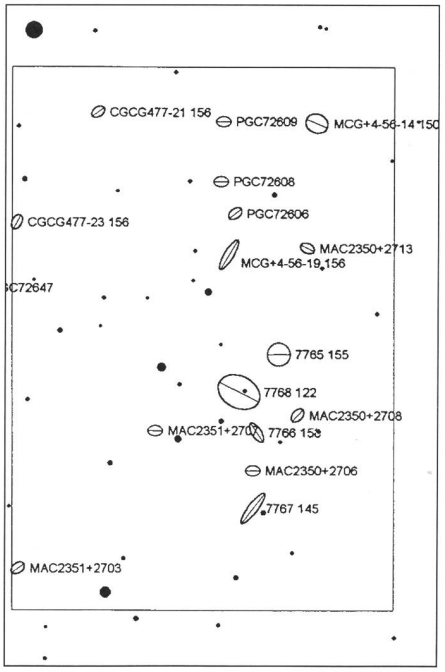
2) La planche de droite donne l'identification des galaxies visibles sur la photographie, ainsi que la magnitude pour certaines d'entre elles. Cette planche est extraite du programme Megastar 3.0 de ELB Software.

3) Au moins une quinzaine de galaxies sont visibles sur la photographie dans un champ d'environ 12x18 minutes d'arc. Le nord est en haut.

4) La reproduction papier sur Stylus color en 720 dpi est satisfaisante et se rapproche de la qualité photo obtenue en photographiant sur film l'image affichée sur le moniteur. En particulier le noir du fond du ciel est très homogène (contrairement à ce que donne une imprimante laser en 300 dpi, telle que la HL-4Ve de Brother).

5) 2 étoiles, brillantes pour une caméra CCD, «éclaboussent» quelque peu le champ photographié. Il s'agit de l'étoile GSC2255:275 de mag. 10.5 (presque au centre de la photographie) et de l'étoile GSC2255:345 de mag 8.0 en dehors du champ en haut à gauche.





Utilisation du réducteur de focale Maxfield de Optec

Ce réducteur de focale a été élaboré pour augrnenter le champ des caméras CCD. Il est spécialement adapté à la ST7, ou autre caméra possédant le chip Kodak KAF0400 (pixels de 9µ de côté), ainsi qu'aux télescopes de type Schmidt-Cassegrain. Un télescope C8 de focale F=2000 mm devient un télescope de focale F=670 mm par l'emploi de ce réducteur. Ainsi, la surface active avec un C8 correspond approximativement à un champ de 32x21 minutes d'arc, ce qui permet la photographie de grands objets, tel que M 33 par exemple.

Les mesures faites à partir de la photographie ci-dessous montrent que la résolution de ce réducteur avec un C8 correspond à environ 2.5 arcsecondes par pixel ce qui est tout à fait acceptable pour les objets du ciel profond. De plus, il n'y a pratiquement pas de distorsion optique dans tout le champ photographique avec la caméra ST7.

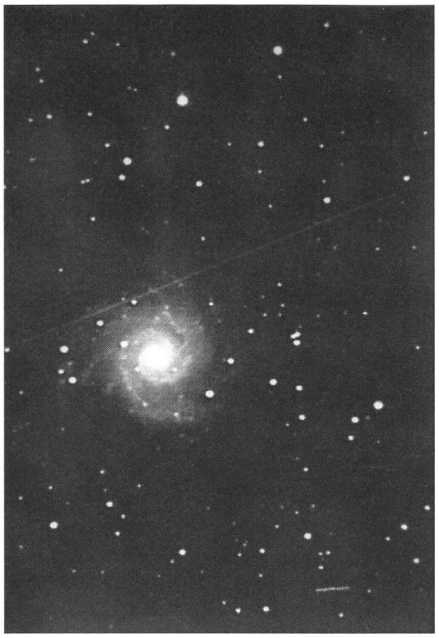
Photographie d'une conjonction de 2 astéroïdes avec M74:

Equipement de prise de vue:
- C8 Ultima avec réducteur de focale F/D=3.3 de Optec.
- Caméra CCD ST7 de SBIG en mode autoguidage haute résolution.

Mode opératoire:
16 poses de 2 minutes toutes les 10 minutes le 3 octobre 1996 de 20h01 à 00h33 TU depuis Courroux (Ju).

Traitement de l'image:
par Skypro de Software Bisque. L'image a été traitée par un algorithme de masque flou pour augmenter le contraste. photographie de l'image affichée sur le monitor sur film TP2415. Développement par le révélateur Tmax.

Analyse de l'image:
En plus de M74, on distingue aisément les deux astéroïdes qui se déplaçaient dans la région à cette date (en bas à droite):
Geichenko (4304) de magnitude 16,1;
Kahrstedt (1587) de magnitude 14,4;
Geichenko correspond évidemment à la trace la plus faible et Kahrstedt à la trace la plus brillante.
Les informations sur la localisation et la magnitude de ces astéroïdes proviennent du programme Megastar 3.08 (ELB Software).
L'objet qui a traversé la périphérie de M74 (entre 20h51 et 20h53 TU) correspond probablement à la fusée d'appoint de Meteor 2-15 (renseignement aimablement communiqué par Raoul Behrend, Fiaz 45, 2304 La Chaux-de-Fonds).



HUBERT LEHMANN
Rue des Sports 6, CH-2822 Courroux (Ju)
E-mail: huble@vtx.ch

Référence/Bibliographie

Optec Inc. 199 Smith Street, Lowell MI 49331 USA
CCD Astronomy Fall 95. D. DI CICCO. Optec's Maxfield: *A Focal Reducer just for CCD*, pp 29-30
Orion 273 avril 1996. H. LEHMANN. *La photographie des astéroïdes*, pp 88-89

Aktion Yolo

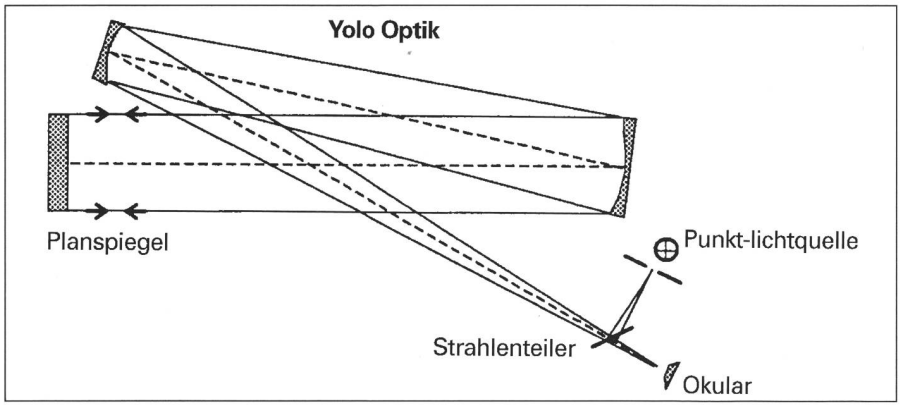
Präzise Kollimation des Teleskops

BEAT KÜCHLER

Wer ein hervorragendes Teleskop besitzt, muss darauf bedacht sein, dass die Kollimation optimal ist, ansonsten er die Qualität nicht voll ausschöpfen kann. Ein solches Teleskop ist der Yolo-Schiefspiegler. Es wurde im ORION wiederholt über dessen bemerkenswerte Eigenschaften berichtet (1). Die inzwischen in unserer Baugruppe entstandenen Instrumente erfüllen die Erwartungen. Ein vom Amateur gebauter Tubus wird aber kaum die Langzeit-Formstabilität besitzen, die von der Optik gefordert wird. Temperatureffekte, der Einfluss der Luftfeuchte bei Holzkonstruktionen, Erschütterungen beim Transport und anderes mehr werden fast immer zu einer Dejustage der Optik führen. Wir müssen daher die Kollimation regelmässig überprüfen und gegebenenfalls neu durchführen.

In der Regel wird, nach einer vorausgehenden Grobkollimation, die Feinkollimation mit dem Star Test (2) gemacht. Dabei wird das Beugungsbild eines Sternes bewertet. Anstelle eines natürlichen Sternes kann auch mit einer genügend weit entfernten Punktlichtquelle gearbeitet werden. Die Luftunruhe setzt der Genauigkeit meist nicht annehmbare Grenzen. Ich möchte hiermit eine im Prinzip bekannte Methode vorstellen, welche für jedes Teleskop, nicht nur den Yolo, Anwendung finden kann und diesen Nachteil nicht aufweist. Es handelt sich um die Auto-

Abb. 1: Autokollimationsanordnung zum Testen der Justage der Yolo-Optik.



kollimation, deren Durchführung dem eben genannten Sterntest gleicht.

Bei der **Autokollimation** wird eine Punktlichtquelle im Brennpunkt des Teleskopsystems angebracht und mittels eines Planspiegels, der sich vor der Öffnung befindet, in sich selbst abgebildet. Damit wir das Bild sehen und beurteilen können, brauchen wir in Brennpunktnähe einen Strahlenteiler (Abb.1).

Für die Autokollimation, welche allein der Justage des Teleskops dient, brauchen wir keinen schwierig herzustellenden Planspiegel. Er darf geringfügig konkav oder konvex sein. Hingegen sind Astigmatismus oder nennenswerte Zonenfehler nicht zulässig. Streng genommen handelt es sich demnach gar nicht um einen Planspiegel, er übernimmt aber die entsprechende Funktion. Er braucht nicht aluminisiert zu sein. Als Strahlenteiler kommt ein kleiner, käuflicher Strahlenteilerwürfel in Frage, der in eine Fassung (z.B. aus Holz) gebracht und mit den passenden Hülsen versehen wird (Abb.2).

Eine exzellente Punktlichtquelle ist eine Laserdiode. Sie ist fast ideal punktförmig und sehr hell. Dies ist für die Strahlenteilung und Reflexion an einem unbelegten Kollimationsspiegel wichtig. Laserdioden sind jedoch heikle und zudem nicht ganz ungefährliche Halbleiterelemente. Sie erfordern eine subtile Handhabung und eine geeignete Speisequelle. Man mache sich mit diesen Aspekten vertraut, bevor man mit ihnen zu experimentieren beginnt (3).

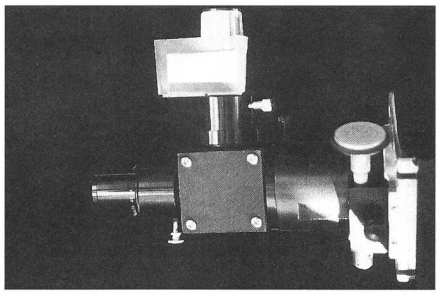


Abb. 2: Strahlenteiler, regelbare Laserdiode und Okular am Okulartrieb des Teleskops

Ein ungenügend justiertes Fernrohr weist geometrische Fehler der optischen Elemente auf, die als Kipp- und Lateralfehler beschrieben werden können. Bei der Abbildung einer Punktquelle führen sie zu einer charakteristischen Änderung der Beugungsfigur, welche von der Art des Fehlers und dem optischen System abhängig ist. Bei einem Schiefspiegler, z.B. dem Yolo, entsteht vor allem Astigmatismus, bei einem Newton- oder Cassegrain- System vornehmlich Coma. Die Teleskopoptik wird so kollimiert, dass die im Beugungsbild sich manifestierenden Fehler so klein wie möglich gemacht werden.

Bei der Kollimation mit einem Planspiegel wird die Teleskopoptik vom Lichtbündel zweimal durchsetzt. Dadurch treten auch die Fehler in doppelter Intensität im Beugungsbild in Erscheinung. Man hat es daher mit einer sehr empfindlichen Methode zu tun. Als Vorteil ergibt sich, dass der Kollimationsspiegel ohne Nachteile kleiner ausgeführt werden kann als der Hauptspiegel, bei einem Schiefspiegler wie dem Yolo etwa um den Faktor 1,4. Wir kollimieren dann mit gleicher Empfindlichkeit wie mit einem Stern bei absolut ruhiger Luft. Ein Planspiegel, der kleiner ist als der Teleskophauptspiegel, gibt uns die Gewähr, dass die «Öffnung» bei der Autokollimation kreisrund bleibt. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass die Punktlichtquelle als einwandfreie Beugungsfigur abgebildet wird. Wenn Planspiegel und Teleskophauptspiegel gleich gross wären, müssten sie präzise sich bedeckend eingerichtet sein; ein unnötiger Aufwand.

Wenn ein Teleskop mittels Star Test kollimiert wird, muss es jeweils wieder neu auf den Stern zentriert werden. Bei der Autokollimationsmethode ist der Vorgang analog. Wenn der Planspiegel in einer ähnlichen Spiegelzelle gelagert ist wie die Teleskopoptik, so ist das bei der Kollimation praktisch, weil dessen Stellschrauben dann dieselben Kippbewegungen zulassen wie bei den Teleskopspiegelzellen.

Ein Planspiegel mit adäquater Oberflächengenauigkeit ist für jemanden, der etwas Erfahrung beim Spiegelschleifen hat, ohne Schwierigkeiten herzustellen. Von den verschiedenen Herstellungsmethoden, wie sie in der Literatur beschrieben sind, können wir die einfachste auswählen. Wir schleifen zwei Flächen gegeneinander derart plan, dass sie, geprüft mit einem guten Lineal, keine feststellbare Krümmung aufweisen. Nach dem Feinschliff bis Karbo 400 polieren wir eine Fläche mit einer provisorischen Pechhaut an und messen den Krümmungsradius mit dem Ritchey-Common Test, bei welchem wir als Hilfsspiegel den Teleskophauptspiegel verwenden können (4). Wir wissen dann, ob die Flächenkrümmung für uns adäquat ist, oder können beim weiteren Feinschliff entsprechend korrigieren. Bei der Politur kann die Fläche mit der gleichen Messanordung mittels Messerschneide auf Zonenfehler und sphärische Aberration geprüft werden, ohne dass dabei der (in der Regel verleibende) anordnungsbedingte Astigmatismus entscheidend stört. Eine brauchbare Fläche haben wir dann, wenn die genannten Fehler Lambda/4 nicht überschreiten. Aus dem Verwendungszweck unseres Planspiegels ergibt sich, dass wir möglichst keinen Astigmatismus in die Fläche selbst polieren dürfen, was bei Handpolitur in aller Regel gelingen sollte. Prüfen können wir dies im Autokollimationsaufbau. Wir führen beim Schiefspiegler die Kollimation durch, rotieren dann den Planspiegel und vergewissern uns, dass dabei die Beugungsfigur unverändert bleibt.

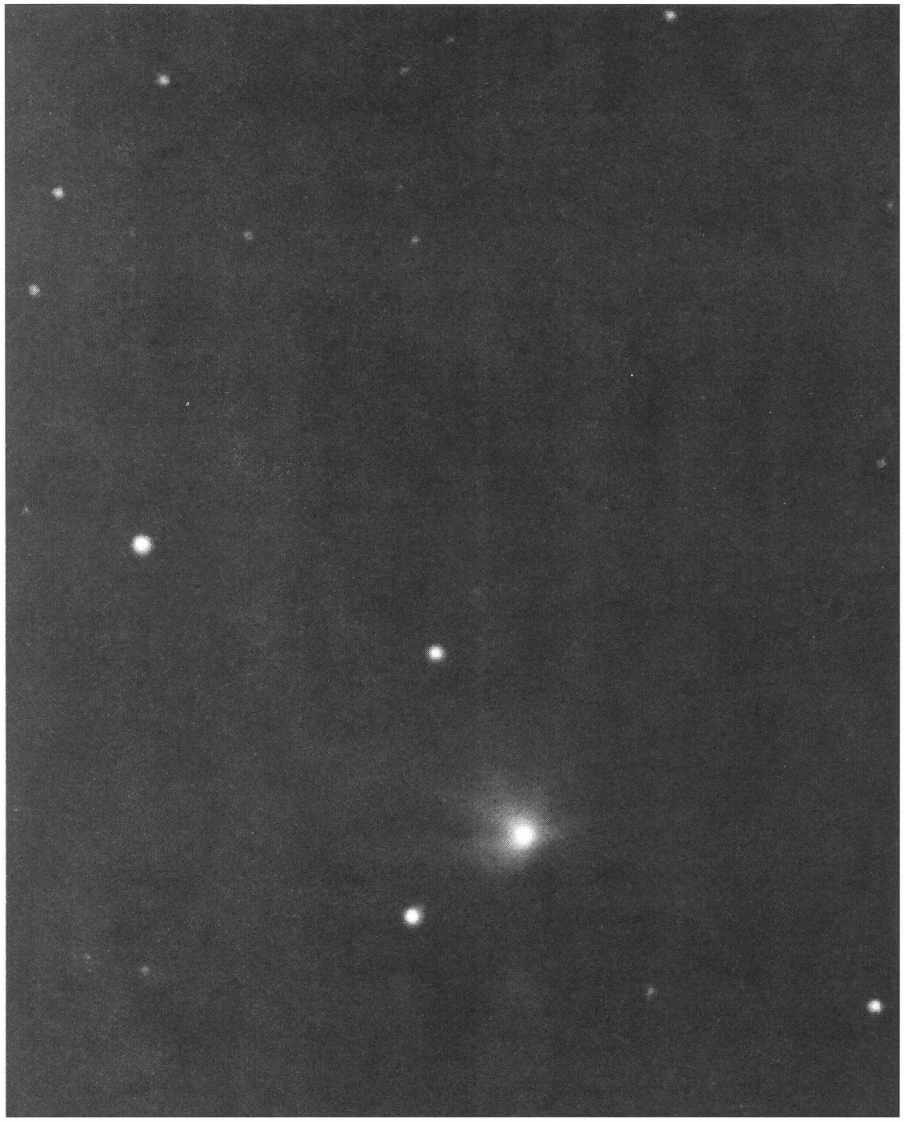
Der minimale Krümmungsradius unseres Kollimationsspiegels ergibt sich aus dem Teleskopsystem, welches wir kollimieren wollen. Die Entfernung der Punktquelle soll gemäss Literatur (2) etwa das Zwanzigfache der Brennweite des Teleskops betragen. Dies ist für Schiefspiegler, aber auch für kurzbrennweitige Newton-Systeme zu kurz. In Analogie dazu muss der Krümmungsradius des Spiegels für die Autokollimation in der Regel grösser sein, beim Yolo z.B. nicht weniger als etwa ein Kilometer. Eine stärker gekrümmte Fläche würde in diesem Fall Astigmatismus verursachen und die einwandfreie Kollimation verunmöglichen. Die genaue Berechnung des erwüschten Radius und der zu erwartenden Aberrationen ist heute mit (erschwinglichen) Computerprogrammen kein Problem mehr (5).

Die beschriebene Kollimationsmethode hat sich bei mir bewährt. Ich habe für jedes meiner drei Yolo-Teleskope einen entsprechenden Quasi-Planspiegel mit Krümmungsradius in der Grössenordnung von zwei Kilometern in kürzester Zeit hergestellt. Die Spiegel sind in einer passenden Spiegelzelle (z.B. aus Sperrholz) im «Objektivdeckel» integriert. Damit mache ich die Autokollimation vor der Beobachtung im Felde innert Minuten, weil der Planspiegel nicht jedes Mal von Neuem grob ausgerichtet werden muss. Die Abbildungsqualität meiner Teleskope wird von nun an nicht mehr durch ungenügende Kollimation begrenzt. Der Aufwand lohnt sich!

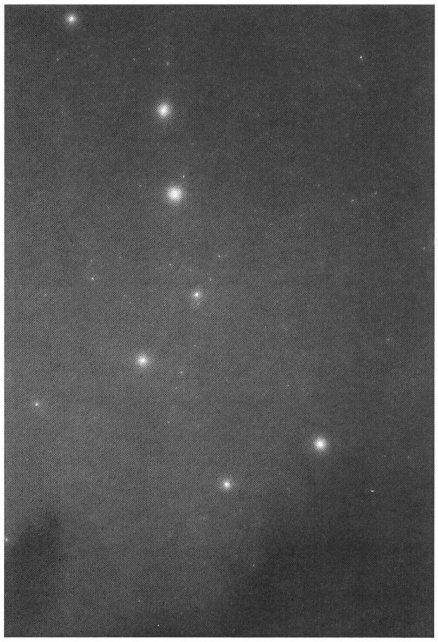
BEAT KÜCHLER
Hauptstrasse 81, CH-8840 Einsiedeln

Quellen

(1) ORION 251, 257, 271
(2) H. R. SUITER, «*Star Testing Astronomical Telescopes*», Willmann-Bell, 1994
(3) L. HOWALD, «*Die Laserdiode als künstlicher Stern*», Astro Sapiens Nr.1/1995
(4) J. TEXEREAU, «*How to make a Telescope*», Willmann-Bell, 1984
(5) J. SASIAN, «*Optical Design Program for the Design of Tilted Component Reflecting Telescopes*», 1993



△ ***Hale-Bopp***
Veyras, le 22.10.1996 à 18 h 20. 4 images CCD de 40s. *M. MILLER / F. ZUBER*



△
△
Lune
Pose: 1/250s. au foyer d'un C8. C8 Ultima PEC f/6.3
Film Fuji Velvia 50; Le 31.7.96 à la Lécherette (VD); *GRÉGORY GIULIANI*
Société Astronomique de Genève

△
Grande Ourse
Pose: 10 mn en parallèle d'un C8. Objectif Konica 50mm V1.8
Film Fuji SG 800; Le 8.8.96 à la Lécherette (VD); *GRÉGORY GIULIANI*
Société Astronomique de Genève

◁
Scorpion
Pose: 10 mn en parallèle d'un C8. Objectif Konica 50mm f/1.8
Film Fuji SG 800; Le 22.7.96 à la Lécherette (VD); *GRÉGORY GIULIANI*
Société Astronomique de Genève

SAG·SAS

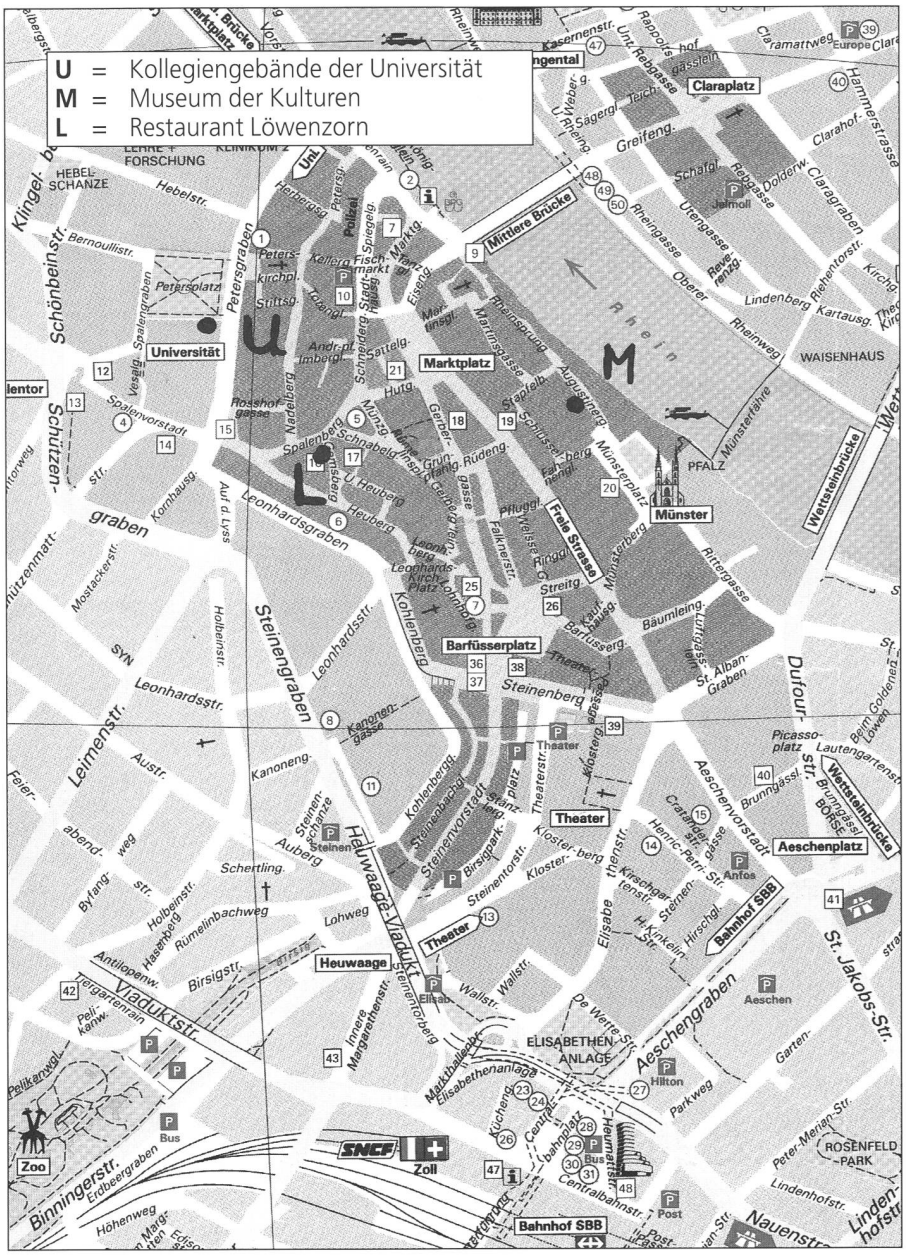
Herausgegeben von der
Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Edité par la Société Astronomique de Suisse
Edito dalla Società Astronomica Svizzera

1 / 1997
Mitteilungen
Bulletin
Comunicato

Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

53. Generalversammlung der SAG
53e Assemblée générale de la SAS

Basel/Bâle, 24/25. Mai 1997



Programm

Samstag, 24. Mai 1997

9h00 Öffnung des Tagungsbüros im Kollegiengebäude der Universität Basel am Petersplatz
10h00 Begrüssung, Apero, Kurzvorträge (Kollegiengebäude)
12h30 Gemeinsames Mittagessen in der Mensa der Universität
14h15 Generalversammlung in der Aula (Kollogiengebäude)
14h30 Führung durch die Basler Altstadt für Nichtmitglieder
17h00 Öffentlicher Vortrag in der Aula von Prof. M. Mayor (Genf): «Des planètes aux naines brunes: Où est la limite?»
19h30 Gemeinsames Abendessen in Restaurant Löwenzorn, Gemsberg 2, (4051 Basel), anschliessend Kurzvortrag

Programme

Samedi, 24 mai 1997

9h00 Ouverture du bureau au «Kollegiengebäude» de l'Université de Bâle, Petersplatz
10h00 Accueil, apéro, petits exposés (Kollegiengebäude)
12h30 Diner au réfectoire de l'Université
14h15 Assemblée générale dans l'aula (Kollogiengebäude)
14h30 Visite guidée de la vieille ville de Bâle pour les accompagnants
17h00 Conférence publique dans l'Aula par le Prof. M. Mayor (Genève): «Des planètes aux naines brunes: Où est la limite?»
19h30 Souper au Restaurant Löwenzorn, Gemsberg 2, (4051 Basel), suivi d'un petit exposé

Sonntag, 25. Mai 1997

10h15 Oeffentlicher Vortrag in der Aula des Museums der Kulturen, Augustinergasse 2 (vormals Naturhistorisches Museum) von Dr. B. Binggeli (Basel): «Das Hubble Deep Field: ein Blick an den Rand des Universums»
Anschliessend: Busfahrt zur Besichtigung der Sternwarte auf St. Margrethen, gemeinsames Mittagessen im Landgasthof Engel in Mariastein, sowie Besichtigung der Sternwarte Metzerlen des Astronomischen Instituts der Universität Basel (etwa 15 km südwestlich von Basel), Rückkehr des Busses nach Basel, ca. 17h30 Ankunft Basel SBB.

Dimanche, 25 mai 1997

10h15 Conférence publique dans l'Aula du Musée des cultures, Augustinergasse 2 (anciennement Musée d'histoire naturelle) par le Dr. B. Binggeli (Bâle): «Das Hubble Deep Field: ein Blick an den Rand des Universums»
Ensuite: Bus pour la visite de l'observatoire à St. Margrethen, visite de l'observatoire de Metzerlen de l'Institut d'Astronomie de l'Université de Bâle (env. 15 km au sud-ouest de Bâle) retour en bus à Bâle. 17h30 env. arrivée à Bâle gare CFF.

Eclipse totale de soleil du 26 février 1998 aux Caraïbes

La prochaine éclipse totale de soleil, le 9 mars prochain, se déroulera dans des régions inhospitalières, à savoir aux confins de la Russie et de la Mongolie (cf. ORION 275 [août 1996], p. 183), mais celle du jeudi 26 février 1998 sera visible dans des pays chauds et accueillants: la zone de totalité d'une largeur de 89 à 152 km s'étendra des Iles Galapagos (durée maximale de la totalité 4mn08s) jusqu'à l'ouest des Iles Canaries, en passant par Panama, le nord de la Colombie et du Venezuela. Aux Caraïbes, elle se situera entre Aruba et Curaçao et entre Montserrat, Antigua et la Guadeloupe. Ces îles se trouvent encore dans la zone de totalité, mais loin de la ligne centrale; la totalité, au début de l'après-midi, y durera entre 3mn34s (Aruba) et 3mn (Guadeloupe). Sur la ligne centrale, elle sera de 3mn44s à la longitude d'Aruba et de 3mnl6s à celle de la Guadeloupe (cf. ORION 275 [août 1996], p. 184).

A moins d'aller sur terre ferme au Panama, en Colombie ou au Venezuela, les circonstances invitent à choisir un bateau de croisière comme lieu d'observation. Il sera ainsi possible de s'approcher de la ligne centrale en mer et de rechercher des conditions météorologiques optimales. De nombreuses compagnies, en particulier américaines, offrent déjà des «croisières éclipse» (cf. les annonces dans SKY & TELESCOPE). Nous avons également connaissance de programmes francophones en préparation (p.ex. chez Costa / Paquet, à l'Association française d'astronomie AFA); des informations plus détaillées devraient être disponibles ce printemps (s'adresser aux agences de voyage).

Fritz Egger
Coteaux 1, CH-2034 Peseux

SAG - Sonnenfinsternisreise 1998

Wir prüfen Beobachtungsorte im Nordosten Kolumbiens (Velledupar) und in Venezuela (Maracaibo). Dieser Abschnitt der Totalitätszone wird im Nasa-Bulletin wettermässig sehr empfohlen. Die Totalitätsdauer beträgt ca. 3 Minuten 50 Sekunden und die Sonne steht 66° über Horizont. Das sind bessere Werte als weiter östlich.

Die Reise soll vom **7. bis 28. Februar** dauern. Wir möchten die Galapagosinseln besuchen und durch Kolumbien und / oder Venezuela reisen. Alle, die an der 1977er Sonnenfinsternisreise teilnahmen, werden mit uns einig sein: Kolumbien ist ein fantastisches Land. Wir klären die Sicherheitsfrage ab. Es wäre toll, wieder zu den Steinfiguren in San Augustin reisen zu können!

Sicher ist, dass es wie 1977 eine anstrengende Reise werden wird und von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wird Toleranz verlangt. Als Alternative werden Kreuzfahrten angeboten. Interessieren Sie sich für eine der beiden Möglichkeiten, so schreiben Sie uns.

Susi und Walter Staub
Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf
Tel.: 034/422 70 35

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités

Februar 1997

- *13.-16. Februar 1997:*
3rd Meeting of (not just) European Planetary and Cometary Observers. MEPCO '97 in Violau, Germany (Bavaria). Information: Daniel Fischer, e-mail: dfischer@astro.uni-bonn.de, FAX: +49-2244-80298.

März 1997

- *31. März bis 5. April 1997:*
«Kalender-Astronomie», Kurs von T.K. Friedli. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

- *Montag, 31. März 1997:*
Kantonaler Tag der Astronomie im Wallis. Öffentliche Beobachtung des Kometen Hale-Bopp und anderen Objekten. Organisiert durch die Astronomische Gesellschaft Oberwallis (AGO) und die Société d'Astronomie du Valais romand (SAVAR). Weitere Informationen bei Christian Treyer, Stapfa, 3938 Ausserberg, Tel. 027 / 946 17 60, e-mail: christiant@rhone.ch

April 1997

- *7. bis 12. April 1997:*
Elementarer Einführungskurs in die Astronomie mit praktischen Übungen am Instrument, Leitung H. Bodmer. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

- *14. bis 19. April 1997:*
«CCD-Astronomie, eine Einführung in die Praxis», Kurs von J. Schibli. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

- *28. April bis 2. Mai 1997:*
«Woche des offenen Daches» der Sternwarte Bülach. Sternwarte Bülach, Eschenmosen bei Bülach.

Mai 1997

- *31. Mai/1. Juni 1997:*
«Kometen und ihre Beobachtung», Kolloquium unter der Leitung von H. Jost. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

Juni 1997

- *7./8. Juni 1997:*
13. Sonnenbeobachtertagung der SAG, Leitung T.K. Friedli. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

Juli 1997

- *28. Juli bis 18. August 1997:*
33rd International Astronomical Youth Camp. Info: IWA e.V., c/o Gwendolyn Meeus, Parkstraat 91, B-3000 Leuven, Belgium, E-Mail gwendolyn@ster.kuleuven.ac.be. Sayda, BRD.

August 1997

- *11. bis 15. August 1997:*
«Woche des offenen Daches» der Sternwarte Bülach. Sternwarte Bülach, Eschenmosen bei Bülach.

September 1997

- *29. September bis 4. Oktober 1997:*
Elementarer Einführungskurs in die Astronomie mit praktischen Übungen am Instrument, Leitung H. Bodmer. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

Oktober 1997

- *6. bis 10. Oktober 1997:*
«Woche des offenen Daches» der Sternwarte Bülach. Sternwarte Bülach, Eschenmosen bei Bülach.

- *13. bis 18. Oktober 1997:*
«Sonnenuhren kennen- und verstehen lernen», Kurs von H. Schmucki. Info und Anmeldung: H. Bodmer, Schlottenbüelstr. 9b, 8625 Gossau/ZH, Tel. 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

Hans Martin Senn
Friedheimstr. 33, 8057 Zürich,
Tel. 01/312 37 75
E-Mail: hm.senn@dolphins.ch
astro!nfo-Homepage: http://
www.ezinfo.ethz.ch/astro/

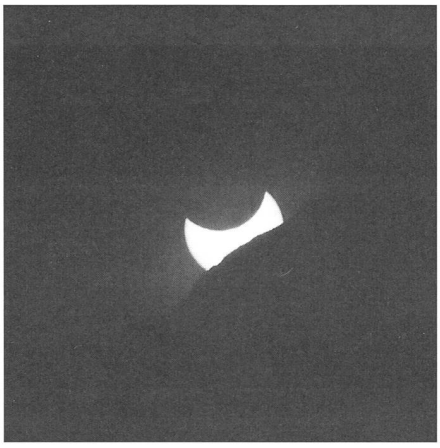
lettre de lecteurs

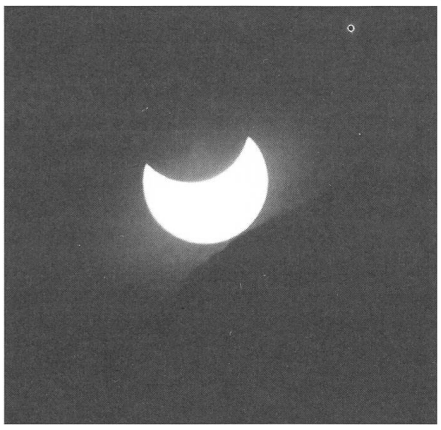
Chers amis des étoiles,

Voici deux tirages de clichés pris lors de l'éclipse solaire du 12 Octobre. Ce jour là, nous avons inauguré le nouvel observatoire de Vérossaz, petite commune située au- dessus de Saint-Maurice ,en Valais. C'est de là qu'ont été prises ces photos, alors que le soleil partiellement occulté se couchait derrière les contreforts des Dents-du-Midi, offrant cette belle vision de «double» éclipse.

Comme vous l'avez relaté dans le dernier numéro d'Orion, ce nouvel observatoire mis à disposition de notre société est né de l'abnégation d'un de ses membres, Bernard Délétroz, qui a transformé et équipé un ancien fortin de l'armée. On y trouve 5 télescopes mis en station, qui vont du classique Arcane Newton de 200mm à un excellent Schmid-Cassegrain de 400mm.

Ces photos sont en quelque sorte un acte de baptême de notre observatoire et ce serait pour nous une grande joie si l'une d' elles trouvait place dans votre rubrique «Astrophotographie»





Quoiqu'il en soit nous vous remerclons pour l'effort constant qui est le vôtre dans la mise en valeur de l'astronomie en Suisse. Nous vous présentons nos meilleures salutations et tous nos voeux pour l'année 1997.

Pascal Reichler
Secrétaire de la SAVAR
(Société d'Astronomie du Valais Romand)
Avenue des Grandes-Maresches 36,
CH-1920 Martigny (VS) Tel. 027/722 72 52

SAG - Projekt «Hale-Bopp» macht Fortschritte

Bis Ende November haben sich weitere Beobachter zur Mitarbeit am Projekt Hale-Bopp entschlossen. Ich bin darüber sehr erfreut und bin überzeugt, dass wir bei diesem Projekt eine äusserst interessante und lehrreiche Zeit erleben werden. Die einzelnen Programme werden inzwischen von 25 Beobachtern wie folgt bearbeitet:

- Visuelle Beobachtung 17
- Fotografische Beobachtung kurzbrennweitig 12
- Fotografische Beobachtung langbrennweitig 8
- CCD Beobachtungen 5

Ich hoffe sehr, dass sich noch weitere Beobachterinnen und Beobachter melden. Die interessanteste Beobachtungszeit beginnt erst Ende Februar 1997 und es ist sehr wichtig, dass wir eine möglichst lückenlose Beobachtungsserie erhalten können. Nur so wird es uns möglich sein, die Resultate der 4 Beobachtungsmethoden miteinander vergleichen zu können.

Auch die Ergebnisse der ersten Beobachtungsperiode bis Mitte November treffen fast täglich bei mir ein. Es sind inzwischen

- Visuelle Beobachtungen 20
- Kurzbrennweitige Fotos 28
- Langbrennweitige Fotos 25
- CCD Aufnahmen 25

Trotz der misslichen Wetterverhältnisse sind es insgesamt rund 100 Beobachtungsresultate innerhalb von 2 Monaten. Ein ganz erfreuliches Resultat. Nun geht es an die provisorische Auswertung, um die Resultate miteinander zu vergleichen und letzte Korrekturen im Beobachtungsprogramm für die Periode Februar bis Mai 1997 anzubringen, alles in allem eine rechte Menge interessanter Arbeit.

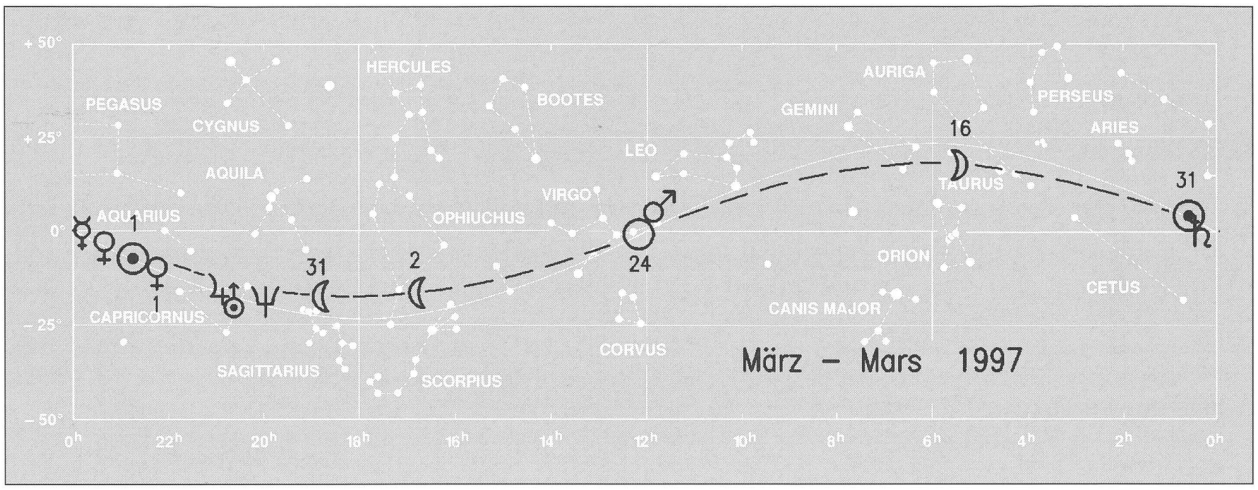
Und was ist von Hale-Bopp zu berichten

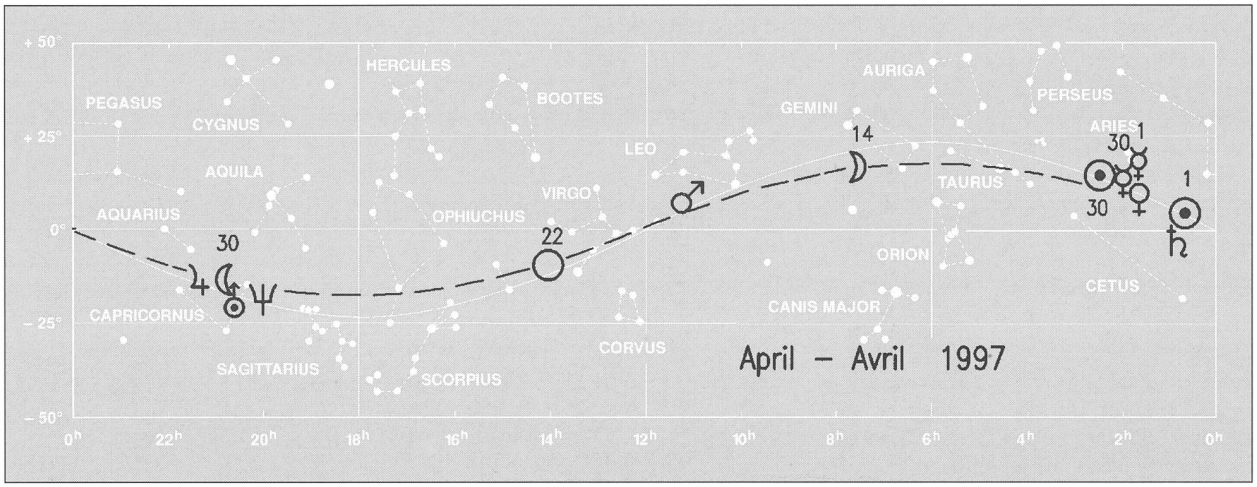
Im Moment (Ende November 96) nicht sehr viel. Nach der ersten Euphorie hat das Interesse der Profis wie auch der Amateure scheinbar etwas nachgelassen. Zum Teil auch deshalb, weil durch die Annäherung des Kometen an die Sonne die Beobachtungsbedingungen immer schlechter werden. Das wird sich aber spätestens ab März 96 wieder ändern.

Ein paar Informationen sind aber trotzdem verfügbar. Hale-Bopp ist immer noch ein sehr aktiver Komet. Pro Sekunde «pumpt» er ca. 30 Tonnen Wasser und 6 Tonnen Kohlenstoff in den Raum. Ebenso ist er seit rund einem Monat bei dunklem Himmel von blossem Auge zu sehen. Seine gegenwärtige Magnitude beträgt etwa 4,5. Die Frage, die sich am brennendsten stellt, heisst wohl: « Wie hell wird nun Hale-Bopp im Frühling werden»? Da herrscht nun immer noch eine gewisse Unsicherheit. Vergleiche mit bisher bekannten Kometen lassen eine Helligkeit von zwei Magnituden erwarten. Also nicht ganz so hell, wie anfänglich erwartet, aber Hale-Bopp wird zweifellos eine beachtliche Erscheinung werden.

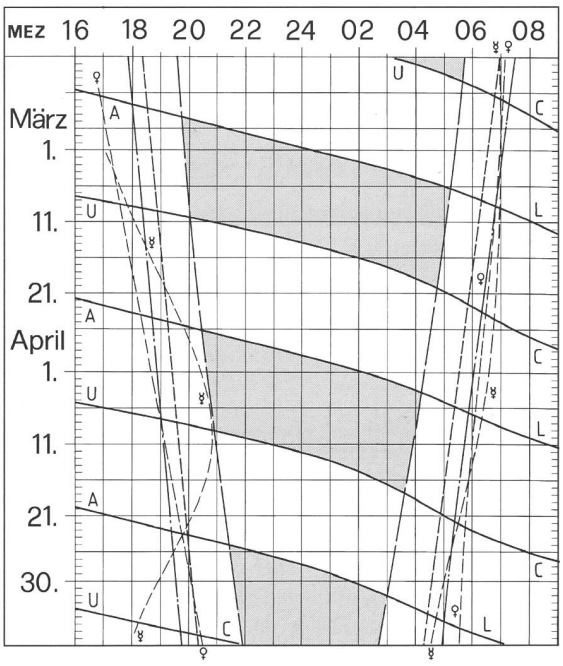
Benutzen Sie doch die Gelegenheit, am Projekt Hale-Bopp mitzumachen. Alle Beobachtungen, vor allem auch visuelle mit Feldstecher, werden gebraucht und sind willkommen. Anmeldungen nehme ich jederzeit entgegen. Bitte teilen Sie mir aber unbedingt mit, an welchem Programm Sie teilnehmen werden.

Hugo Jost-Hediger
Technischer Leiter der SAG
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen
E-Mail: hugo.jost@infrasys.ascom.ch





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

NGC 2371-2: Peanut Nebula

Planetarischer Nebel in Gemini

PHILIPP HECK

Aus der Serie «Deep Sky Corner»

Beginnend mit dieser Ausgabe von ORION möchten wir Ihnen interessante, meist wenig bekannte Objekte aus unserer Milchstrasse und deren Nachbarschaft vorstellen. Die Objekte werden so gewählt, dass sie mit einem durchschnittlichen Amateur-Teleskop problemlos beobachtet werden können. Die vorgestellten Objektbeschreibungen sowie Informationen zu zahlreichen weiteren Deep Sky Objekten finden Sie ausserdem im Internet auf astro!nfo, dem Informationssystem der SAG (http://www.ezinfo.ethz.ch/astro/).

Planetarischer Nebel: **NGC 2371-2, PK 189+19.1: Peanut Nebula**					
R.A.	Dec.	Diam.	p Mag.	v Mag.	* Mag.
07h 25m 36s	**+29° 29' 00"**	**> 55"**	**13.0m**	**11.3m**	**14.80m**

Tab. 1: Wichtigste Daten von NGC 2371-2

Objektdaten

NGC 2371-2 wurde im Jahre 1918 von HEBER D. CURTIS als Planetarischer Nebel identifiziert. Auf den ersten Blick fällt besonders die längliche oder sogar zweiteilige Struktur auf. Dies ist der Grund, weshalb für dieses Objekt im NGC-Katalog zwei Eintragungen vorliegen: 2371 und 2372. Die gegenüber dem inneren Bereich helleren, äusseren Enden können die Doppelnatur unter Umständen vortäuschen. In Wirklichkeit handelt es sich aber um ein und denselben Planetarischen Nebel – dies bestätigt sich im 20cm-Reflektor, aber wahrscheinlich auch in kleineren Teleskopen. Der Anblick gleicht am ehesten einer Erdnuss, mangels eines anderen Namens nenne ich NGC 2371-2 den Peanut Nebula.

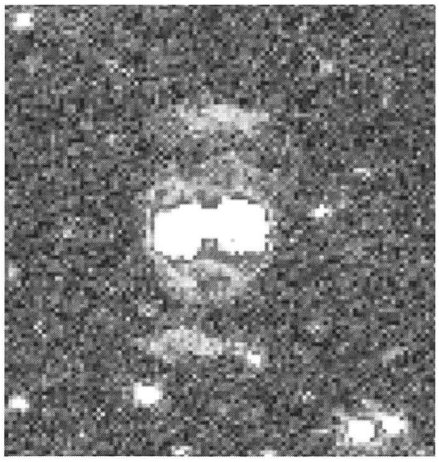


Abb. 1: CCD-ST6-Aufnahme, STEFAN MEISTER, Stw. Bülach, deutlich sichtbar auf diesem Bild sind die beiden hellen äusseren Bereiche des Nebels.

Im Klassifikationssystem von VORONTSOV-VELYAMINOV wird die Form mit IIIa+VI angegeben. IIIa steht für eine unregelmässige Scheibe mit einer sehr ungleichmässigen Helligkeitsverteilung und bezieht sich auf jede der beiden Hälften; VI bedeutet, dass der Nebel eine anomale Form hat, dies bezieht sich auf das ganze Objekt. Mit etwa 10'000 Jahren handelt es sich hier um einen relativ alten Planetarischen Nebel. Die Oberflächentemperatur des Zentralsterns beträgt trotz des Alters noch rund 100'000 Kelvin. Auf der Aufnahme sind ausserdem die äusseren Bereiche zu erkennen. Handelt es sich hierbei etwa um dichtere Regionen einer älteren Hülle oder geht vom Zentralstern ein bipolarer Sternwind aus, der grosse Teile des Nebels stärker expandieren lässt?

Wie findet man die Erdnuss?

Dieses Objekt lässt sich ausserordentlich einfach auffinden: Stellen Sie den 3.8mag-Stern Propus (Iota Gem) ein und schwenken Sie 1° 41' in Deklination nach Norden und schon sollte der Nebel im Gesichtsfeld eines schwachvergrössernden Weitwinkelokulars sein. (Der Unterschied in Rektaszension (2000.0) von Iota Gem und NGC 2371-2 beträgt nur 15'!)

Beschreibung

Die visuelle Beobachtung dieses Planetarischen Nebels sollte unter ähnlichen Bedingungen wie die Galaxienbeobachtung durchgeführt werden, d.h. der Himmel sollte möglichst dunkel und klar sein. Die Luftruhe, das Seeing, erscheint mir bei diesem Objekt weniger wichtig.

Atlas (2000.0)	Karte
Cambridge Star Atlas	3, 4
Sky Atlas	5
Uranometria Vol. I	100

Tab. 2: Der Peanut Nebula ist in den meisten Sternatlanten eingezeichnet.

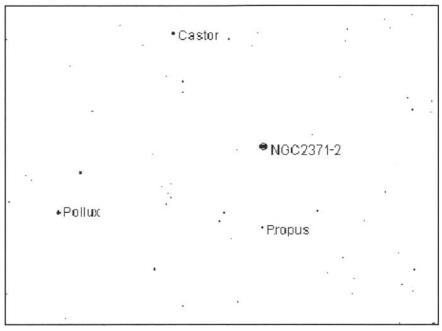
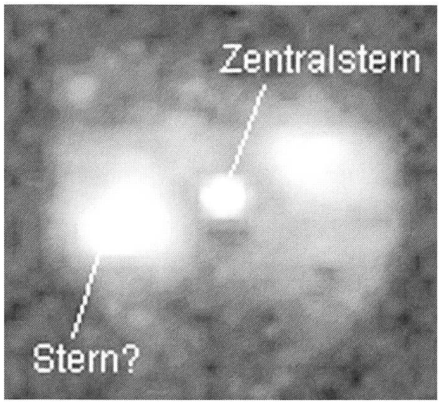


Abb. 2: Auffindkarte für NGC 2371-2

Abb. 3: Zeichnung des Autors, 20-cm-Teleskop. Die Erdnussform erkennt man bereits bei mittleren Beobachtungsbedingungen.

Bei einer Vergrösserung von 140x kommt im 8-Zöller die «Erdnussform» gut zur Geltung. Man kann auch einiges an Struktur im Nebel erkennen. Die westliche Hälfte erscheint etwas heller und grösser als die östliche. Ausserdem hatte ich den Eindruck, dass der westliche Teil des Nebels von einem Stern überlagert ist. Es ist jedoch nicht der Zentralstern, der befindet sich mit fast 15ter Grösse zwischen den beiden Hälften und ist ebenfalls auf der CCD-Aufnahme des inneren Bereichs (siehe Abb. 4) erkennbar.



Auch wenn NGC 2371-2 bei mittlerer Vergrösserung nicht gerade hell erscheint, lohnt es sich, stärker zu vergrössern. Die Auflösung des Auges ist bei schwachem Licht wesentlich geringer. Es ist deshalb notwendig, hoch zu vergrössern, um Details zu erkennen. Bei 226fach erkannte ich trotz Mond (ca. 36 Prozent) wesentlich mehr Struktur als mit 140fach.

Abb.4: ST6-CCD-Aufnahme des zentralen Bereichs des Planetarischen Nebels. STEFAN MEISTER, Stw. Bülach.

Literatur

[1] HYNES, STEVEN J.: *Planetary Nebulae*, A Practical Guide and Handbook for Amateur Astronomers. Willmann-Bell, Richmond VA 1991. ISBN 0-943396-30-1.

[2] MALIN, DAVID & FREW, DAVID J.: *Hartung's Astronomical Objects for Southern Telescopes*, A Handbook for Amateur Observers. Melbourne University Press 1995. ISBN 0-522-84553-3.

PHILIPP HECK
Neuackerstrasse 2, CH-8125 Zollikerberg
E-Mail:
astro_mod_8@ezinfo.vmsmail.ethz.ch

Astrowerkstatt: Partielle Sonnenfinsternis 12.10.1996

HUGO JOST-HEDIGER

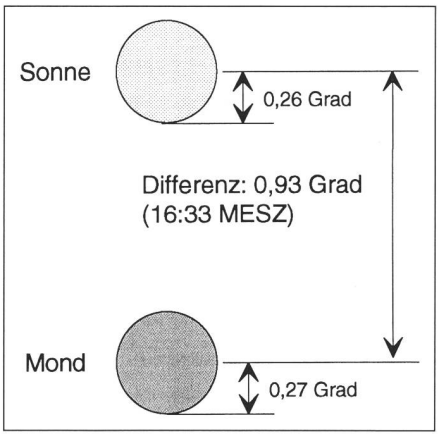
Es muss nicht immer gleich eine totale Sonnenfinsternis sein! Schon eine partielle Sonnenfinsternis bietet uns eine Fülle von Beobachtungsmöglichkeiten und Auswertungen. Bereits die Beobachtung von blossem Auge ist fantastisch und beeindruckend. Da schiebt sich plötzlich, buchstäblich aus dem Nichts, die schwarze, unheimliche Scheibe des Mondes lautlos, langsam und unaufhaltsam vor die Sonne. Dieses Schauspiel erlaubt uns unter anderem die Bestimmung der Entfernung Erde-Mond, die Höhenmessung von Monderhebungen, den Versuch der Identifikation von Mondformationen am Mondrand und auch die Messung des Verfinsterungsgrades anhand der Messung der Lichtintensität. Also eine ganze Menge von Dingen, die sich da beobachten lassen. Zwei dieser Beobachtungen stelle ich im nachfolgenden Artikel vor.

Messen der Entfernung Erde-Mond

Wie lässt sich bei einer Sonnenfinsternis die Entfernung Erde – Mond bestimmen? Lässt sich das mit Amateurmitteln überhaupt tun und welche Gesetzmässigkeit können uns helfen, diese Frage zu beantworten?

Gehen wir zuerst der Frage nach, wie denn eine Sonnenfinsternis überhaupt entsteht. Wir alle wissen: der Mond schiebt sich auf seinem Weg von Westen nach Osten vor die Sonne und führt so zu einer Sonnenfinsternis. Welche Bedingungen müssen denn genau erfüllt sein, damit das passiert? heisst die nächste Frage. Nun, eine Bedeckung der Sonne erfolgt dann, wenn der Abstand der Zentren von Sonne und Mond in der Deklination kleiner wird als die Summe des halben Mond- und des halben Sonnendurchmessers. Also, schauen wir uns doch einmal an, wie das am 12.10.96 war. In einem astronomischen Almanach oder einem astronomischen Programm finden wir die Rektaszension und Deklination von Sonne und Mond für den fraglichen Zeitpunkt. Wir zeichnen diese Werte auf (Bild 1) und stellen mit Verblüffung fest: der Abstand von Sonne und Mond ist zu gross! Eine Verfinsterung der Sonne kann nicht stattfinden!

Bild 1: Deklinationsdifferenz von Sonne und Mond am 12.10.96. Um ca. 15:33 Uhr (15:50), dem Maximum der Bedeckung, beträgt die Differenz immer noch rund 0,93 Grad, also wesentlich mehr als die Summe des halben Mond- und Sonnendurchmessers!



Was soll denn das heissen? Sind wir alle gemeinsam einer Fata Morgana aufgesessen oder haben wir vergessen, irgend etwas zu berücksichtigen? Ja! denn ganz so einfach ist die Sache nicht. Wir haben den zwar kleinen aber entscheidenden Effekt der Parallaxe nicht berücksichtigt (Bild 2).

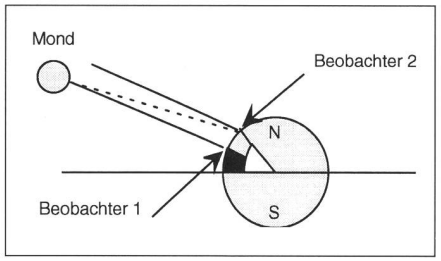


Bild 2: Mond und Parallaxe

Bertrachten wir Bild 2, so stellen wir folgendes fest: Ein Beobachter, der auf dem Breitengrad steht, welcher der Deklination des Mondes entspricht, sieht den Mond bei Kulmination im Zenit. Bewegt sich der Beobachter nach Norden, so gleitet der Mond immer weiter nach unten, das heisst, vom Zenit Richtung Süden. Dieser Effekt ist beim relativ nahestehenden Mond zwar recht klein, aber messbar. Bei der rund 400 mal weiter entfernten Sonne ist kein Unterschied mehr bemerkbar. Die Winkeländerung ist zu klein!

Was bewirkt dies nun? Da die Sonne im fraglichen Zeitpunkt südlicher als der Mond stand, mussten wir unseren Beobachtungsort so weit nach Norden verlegen, bis die Parallaxe des Mondes zu einer Bedeckung der Sonne führte. Wir alle wissen: in der Schweiz waren wir so weit nördlich, dass das Schauspiel beobachtet werden konnte. Die partielle Sonnenfinsternis war gerettet.

Diese Tatsache können wir nun dazu benutzen, die Entfernung Erde – Mond zu bestimmen. Als Messlatte benutzen

wir dabei die Sonne und den Mond. Die Messung an und für sich ist einfach. Wir müssen lediglich zum Zeitpunkt der grössten Verfinsterung (nur dann steht die Verbindungslinie der zwei Zentren annähernd senkrecht auf beiden Bahnen) die Entfernung der Zentren von Sonne und Mond in Bogenminuten messen. Wir benutzen dazu Bild 3 und stellen fest: Beobachter 2, welcher nördlicher als Beobachter 1 steht, sieht den Mond relativ zu Beobachter 1 um den Winkel α, die Parallaxe, nach Süden verschoben.

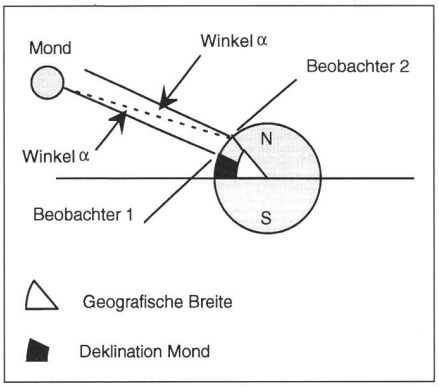


Bild 3: Der Winkel der Parallaxe

Wir können nun das entstehende Dreieck bestimmen (Bild 4) und uns daran machen zu untersuchen, ob sich mit dessen Hilfe die Entfernung Erde Mond bestimmen lässt.

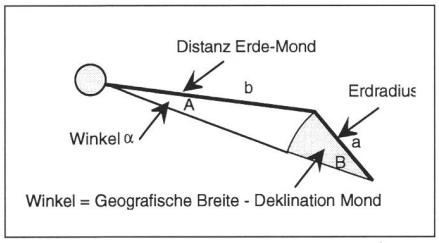


Bild 4: Resultierendes Dreieck

Für dieses Dreieck gilt *(G1)*. Darin bedeuten: a = Erdradius; b = Distanz Erde-Mond; B = Geografische Breite des Beobachters – Deklination Mond; A = sin (Parallaxe).

Lösen wir die Gleichung nach b (Distanz Erde-Mond) auf, so erhalten wir *(G2)*. Gelingt es uns, den Winkel irgendwie zu messen, so können wir die Monddistanz mit Hilfe der Gleichung *(G2)* berechnen.

Zuerst gilt es, den Zeitpunkt der maximalen Finsternis zu bestimmen. Dieser Zeitpunkt kann entweder mit Hilfe eines Astronomieprogrammes wie «Dance of the Planets» oder aber durch

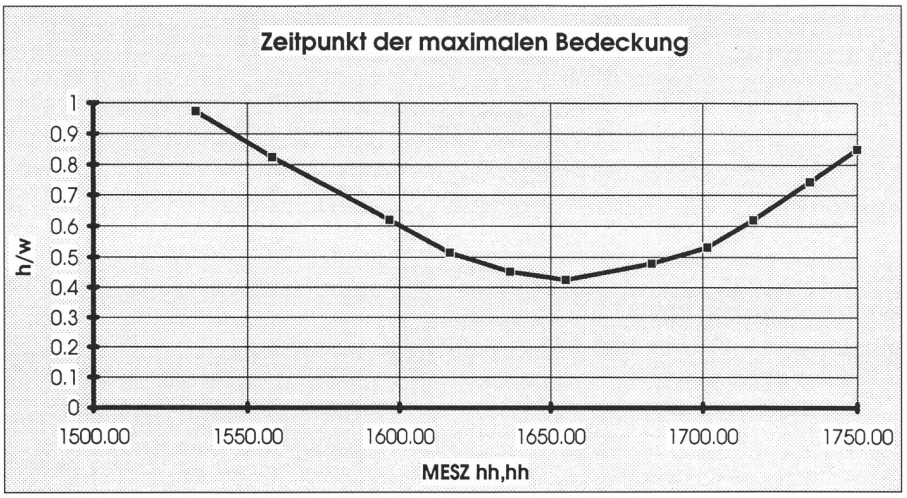


Diagramm 1: Bestimmung des Zeitpunkts der maximalen Bedeckung aufgrund der ausgemessenen Fotos.

Messen festgestellt werden. Die Messung erfolgt anhand der Fotos vom 12.10.96. Bei jeder Foto (die Aufnahmezeit habe ich anhand einer Funkuhr sekundengenau notiert) wird das Verhältnis unbedeckter Anteil der Sonne zum Durchmesser der Sonne in einer Grafik aufgetragen. Der Zeitpunkt, bei welchem dieses Verhältnis den kleinsten Wert annimmt, ist der Zeitpunkt der maximalen Verfinsterung. Wir finden als Zeitpunkt 16:33 MESZ (Diagramm 1).

Der Zeitpunkt der maximalen Bedeckung erlaubt uns nun zu berechnen, wie gross die Differenz der Deklination von Sonne-Mond ist. Wir berechnen für den Zeitpunkt 16:32 eine Deklinationsdifferenz von 0,9310 Grad. Nun gilt es, die scheinbare Deklinationsdifferenz aus der Beobachtung zum Zeitpunkt der maximalen Bedeckung durch Messung und Berechnung zu ermitteln. Was können wir messen? Was berechnen? Messen müssen wir nicht viel, lediglich das Verhältnis «W» (Sonnendurchmesser) zu «h» (nicht bedeckter Anteil des Sonnendurchmessers). Daraus lässt sich sehr einfach die Distanz vom Sonnenzentrum zum Mondzentrum berechnen (Bild 5).

Es gelten demnach die Gleichungen *(G3) (G4)*. W ist identisch dem Sonnendurchmesser, woraus *(G5)* folgt. Mit den eingesetzten Zahlen ergibt sich *(G6)*. Nun berechnen wir die Parallaxe: Parallaxe = Wahre Deklinationsdifferenz – scheinbare Deklinationsdifferenz *(G7)*.

Kommen wir nun zur Berechnung der Monddistanz. Wir verwenden Gleichung *(G2)* und setzen darin die gemessenen Werte ein. So erhalten wir *(G8)*.

Resultat: Monddistanz = 365'745 km

Diese aufgrund von Fotos gemessene Monddistanz ergibt einen annähernd richtigen Wert. Die richtige Monddi-

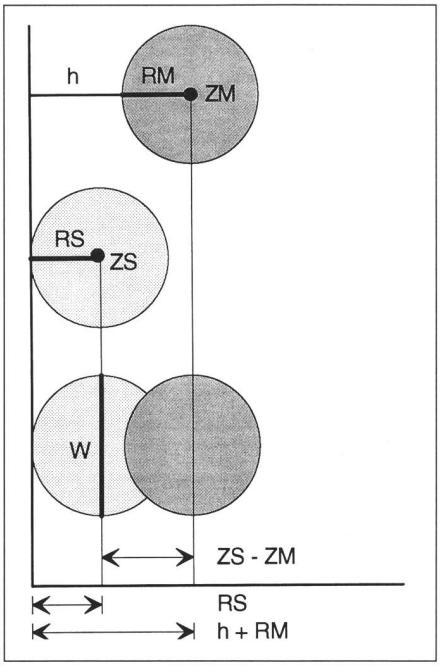


Bild 5: Berechnung der Distanz von Sonnenzentrum zu Mondzentrum in Grad Legende: ZS = Zentrum Sonne; ZM = Zentrum Mond; h = unbedeckter Anteil der Sonnenscheibe; W = Durchmesser Sonne; RS = Radius Sonne; RM = Radius Mond; h/W = Verhältnis ungedeckter Anteil Sonnendurchmesserr zu Sonnendurchmesser

stanz bei der grössten Verfinsterung betrug 390'406 km. Die Messung liegt somit rund 6% zu tief. Eine echte Verbesserung liesse sich dadurch erreichen, dass mehrere unabhängige Gruppen diese Messungen durchführen und dadurch ein genauerer Mittelwert errechnet werden könnte.

Messen der Himmelshelligkeit

Eine partielle Sonnenfinsternis führt, ebenso wie eine vor der Sonne durchziehende Wolke, zu einer merkba-

ren Verminderung des von der Sonne empfangenen Lichtes. Die Verminderung der Himmelshelligkeit ist von blossem Auge kaum zu bemerken, da unser Auge Helligkeitsveränderungen durch öffnen oder schliessen der Pupille weitgehend ausgleicht. Am ehesten noch bemerkt man die Verminderung der Wärmestrahlung im Infrarotbereich.

Verwendet man zur Helligkeitsmessung nicht das Auge, sondern einen linearen Strahlungsempfänger wie zum Beispiel eine CCD-Kamera, so sollte die Helligkeitsverminderung klar und deutlich zu messen sein. Anlässlich der partiellen Sonnenfinsternis vom 12.10.96 wagte ich den Versuch und mass mit der CCD-Kamera zum ersten Mal die Himmelshelligkeit. Zu diesem Zweck führte ich auf einer der Sonne in 45 Grad Abstand nachgeführten Montierung ein Teleobjektiv f=135mm mit doppelter Sonnenschutzfolie nach. Die auf unendlich eingestellte Brennweite des Objektives erlaubte es mir, mit Hilfe der CCD-Kamera die Helligkeit eines Himmelsausschnittes von 1x1 Grad zu bestimmen. Ab 15:00 Uhr MESZ fotografierte ich den Himmelsausschnitt während der ersten halben Stunde alle 10 Minuten, später dann alle 5 Minuten je vier mal.

Nach den Aufnahmen folgte dann die Auswertung. Wie immer stellt sich als erstes die Frage, wie man wohl zu den genauesten Resultaten kommt. Ich bildete von den vier zusammengehörenden Aufnahmen jeweils den Mittelwert und mass dann die Helligkeit (Summe aller Pixelwerte) in einem Viereck von 25x25 = 625 Pixeln. Die gemessene Himmelshelligkeit um 15:00 Uhr bei noch unverfinsterter Sonne nahm ich als Maximalwert = 1. Alle anderen Helligkeitswerte wurden in Relation zu diesem Wert gerechnet. Nach der kompletten Auswertung konnte dann endlich die Lichtkurve gebildet und zum ersten Mal betrachtet werden. Und wie sah sie nun aus, die Kurve? Schauen Sie selbst (Diagramm 2).

Eigentlich sieht die Kurve recht abenteuerlich aus und unwillkürlich stellt sich die Frage, ob diese Kurve denn wohl irgendetwas mit der Realität zu tun habe! Dies bedeutete, dass nun zu überlegen war, wie sich die Himmelshelligkeit denn theoretisch verändern sollte. Drei Parameter sind es, die die zu erwartende Kurve bestimmen und denen wir nun gesondert auf die Spur kommen wollen. Da ist einmal der Bedeckungsgrad der Sonne durch den Mond, dann die zunehmende Extinktion bei der Annäherung der Sonne an den Horizont und dann noch die zunehmenden Zirren während der Beobachtung.

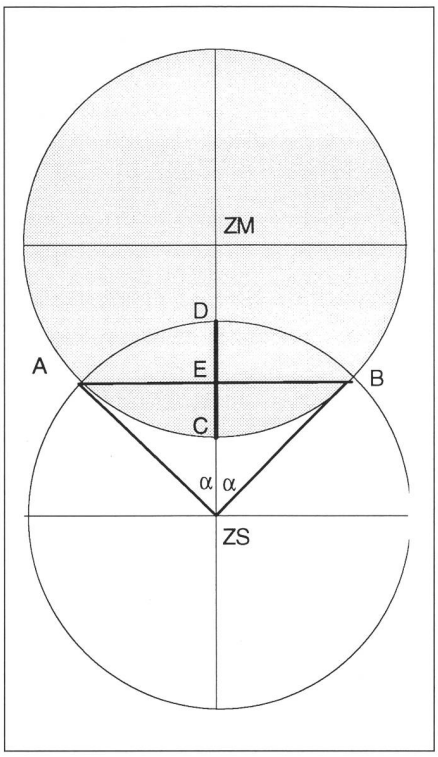


Bild 6: Berechnung des unverfinsterten Flächenanteils der Sonne.
Legende: Strecke C – D = Phase der Bedeckung; Der Sonnenradius wird r = 1 gesetzt; Zu berechnen ist der Flächenanteil der Bedeckung der Sonne (Fläche A – C – B – D).

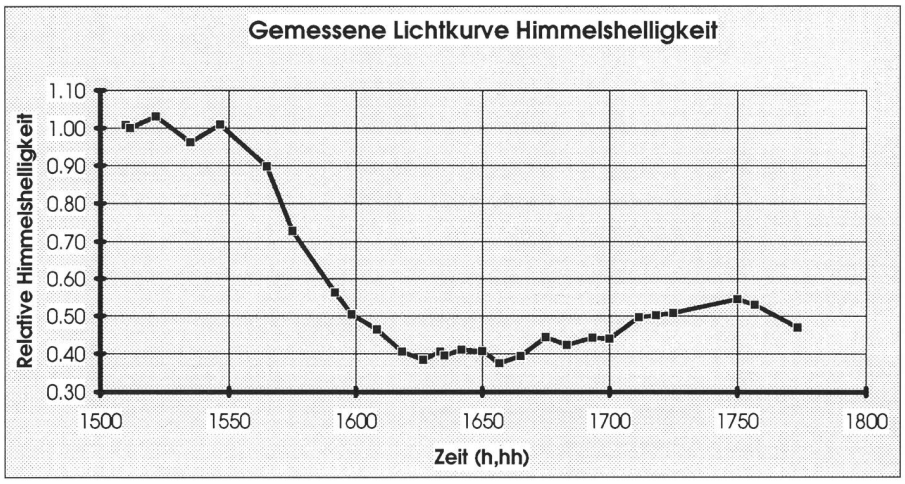
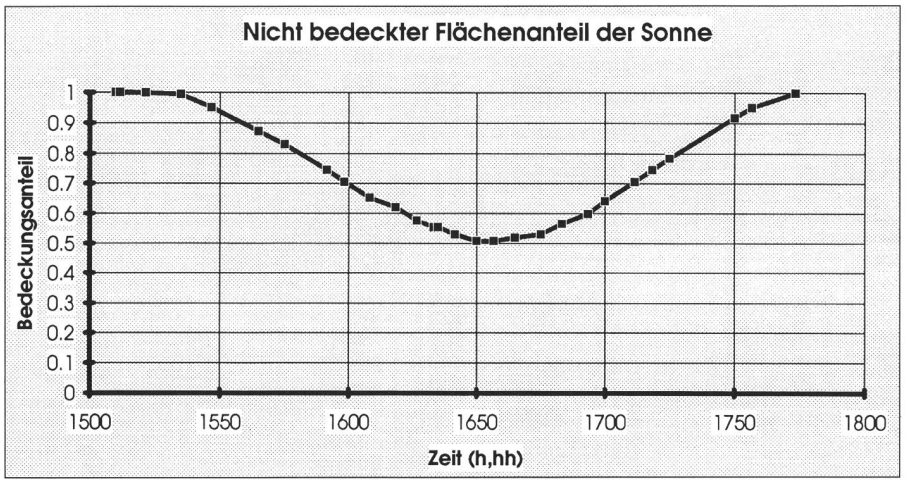


Diagramm 2: Gemessene Lichtkurve der Himmelshelligkeit △

Diagramm 3: Theoretische Lichtkurve der Himmelshelligkeit (Bedeckungsanteil der Sonne) ▽



Bedeckungsgrad der Sonne durch den Mond

Massgebend für unsere Betrachtung ist der Flächenanteil der Sonne, der durch den Mond nicht bedeckt wird. Dies gibt uns den Flächenanteil des bei unverändertem Sonnenstand zu erwartenden Restlichts bezogen auf die unverfinsterte Sonne. Schön wäre es, wenn wir diese Zahl in Minutenabständen direkt in astronomischen Programmen oder Jahreskalendern nachschlagen könnten. Dem ist leider nicht so! Die mir bekannten Jahrbücher und auch Programme (z.B. Dance of the Planets) geben alle die Phase der Finsternis an. Diese gibt uns an, welcher Bruchteil des Durchmessers der Sonne (Sonnendurchmesser = 1) durch den Mond bedeckt ist. Daraus lässt sich recht einfach der unverfinsterte Flächenanteil der Sonne berechnen.

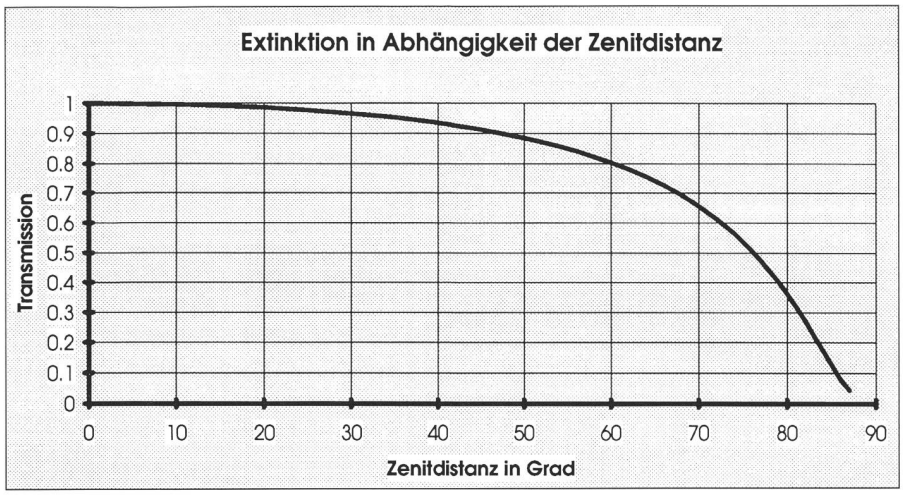
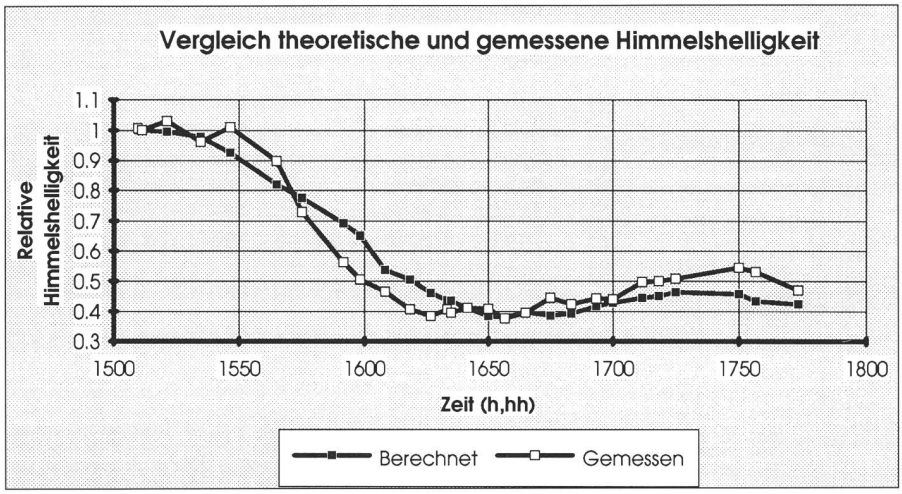


Diagramm 4: Extinktion des roten Lichtes bei leicht getrübter Atmosphäre △

Diagramm 5: Vergleich der theoretisch berechneten und der gemessen Himmelshelligkeit ▽



G1 $\frac{\text{Sin (A)}}{a} = \frac{\text{Sin (B)}}{b}$

G2 $\text{Monddistanz} = \text{Erdradius} \times \frac{\text{Sin (geografische Breite Beobachter} - \text{Deklination Mond)}}{\text{Sin } (\alpha)}$

G3 $\text{Distanz ZS–ZM} = (h + RM) - RS$

G4 $\text{Distanz ZS–ZM} = \frac{h}{W} \times W + RM - RS$

G5 $\text{Distanz ZS–ZM} = \frac{h}{W} \times 2RS + RM - RS$

G6 $\text{Distanz ZS–ZM} = 0{,}4248 \times 0{,}26 + 0{,}27 - 0{,}26 = 0.1205 \text{ Grad}$

G7 $\text{Parallaxe} = 0{,}9310 - 0{,}1205 = 0.8105 \text{ Grad}$

G8 $\text{Monddistanz} = 6378 \text{ km} \times \frac{\text{Sin } (47{,}5 - (-6{,}71)}{\text{Sin } (0{,}8105)}$

G9 $\text{Nicht bedeckter Sonnenanteil} = 1 - (2 \times (\text{Sektor } (ZM, A, D, B) - \text{Dreieck } (ZM, A, B))$

G10 $\alpha = \arccos \frac{2r - (2r \times phase)}{2} = \arccos (1 - phase)$

G11 $\text{Sektor} = \frac{(r \times r \times Pi \times) \alpha}{2} = Pi \times \frac{\alpha}{180}$

G12 $\text{Dreieck} = r \times \sin (\alpha) \times (r - phase) = \sin (\alpha) \times (1 - phase)$

Es gelten folgende Gleichungen: *(G9) (G10) (G11) (G12).*

Zeichnen wir diesen unverfinsterten Flächenanteil der Sonne in ein Diagramm mit der Zeit auf der x-Achse ein, so erhalten wir die Lichtkurve der Himmelshelligkeit, wenn die Sonne am Standort der ersten Messung stehen bleiben würde (Diagramm 3).

Der Einfluss der Extinktion

Da sich die Sonne während der Beobachtung in Richtung Horizont bewegt, muss auch die Extinktion berücksichtigt werden. Sie zeigt, wie stark das Sonnenlicht bei zunehmender Annäherung der Sonne an den Horizont gedämpft wird (immer länger werdender Lichtweg durch die Atmosphäre). Die Dämpfung ist abhängig vom Zustand der Atmosphäre (absolut klar, leicht getrübt, stark getrübt) und von der Wellenlänge des Lichtes. Rotes Licht durchdringt dicke Luftschichten besser als blaues Licht. Für die Messungen vom 12.10.96 gilt: leicht getrübte Atmosphäre, rotes Licht (grösster Empfindlichkeitsbereich der CCD).

Rechnen wir die Extinktion gemäss Diagramm auf unseren Beobachtungszeitraum um und überlagern die zwei Diagramme 3 und 4 (Multiplikation der Diagramme), so erhalten wir die zu erwartende Lichtkurve. Tragen wir dann noch die theoretisch zu erwartende Lichtkurve und die beobachtete Lichtkurve im selben Diagramm 5 ein, so können wir feststellen, dass die theoretisch zu erwartende Kurve und die tatsächlich gemessene Kurve doch recht nahe beieinander liegen. Die Veränderung der Himmelsdurchsicht durch Zirren habe ich dabei unberücksichtigt gelassen, da die Auswirkungen innerhalb der sonstigen Messungenauigkeiten lagen.

Wie Sie sehen, kann an einer partiellen Sonnenfinsternis bereits mit einfachen Mitteln die Distanz Erde-Mond ermittelt werden. Versuchen Sie es doch auch einmal! Es ist faszinierend, am Ende der Auswertung zum ersten Mal mit eigenen Beobachtungen zu einem vernünftigen Resultat zu kommen.

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

Quellenangaben

[1] Software: *Dance of the Planets*
[2] ESO Astronomy online Experimente
[3] G.D. ROTH (Hrsg.): *Handbuch für Sternfreunde*. 4. Aufl. Springer 1989

Eine «Agenda» für Amateur-Astronomen

RENY O. MONTANDON

Einleitung

Hier wird eine Agenda vorgestellt, die viel mehr bietet als eine gewöhnliche Jahresagenda, die man in jeder Papeterie oder auf dem Grossmarkt ums Jahresende erwerben kann. Es ist ein astronomischer Taschenkalender, der in konzentrierter Form eine Menge Daten enthält, benützerfreundlich gestaltet ist und erlaubt, dank seinem Format 9 x 13 cm, ihn jederzeit griffbereit bei sich zu haben (Abb. 1). Dieser Almanach will nicht ein Ersatz für ein astronomisches Jahrbuch sein, aber dessen wertvolle Ergänzung, sowohl für Laien als auch für Kenner. Darüber hinaus kann er selbstverständlich als Agenda für Notizen, Termine, Jahrestage usw. wie jeder andere Kalender verwendet werden.

Entstehung

Dem jungen NORBERT HALEY aus Neuseeland wurde seine Aufmerksamkeit auf einen hellen Stern am Himmel gelenkt. Nun wollte er wissen, welcher Stern das war. In seiner näheren Umgebung konnte ihm niemand weiterhelfen; Astronomiebücher waren damals zu teuer für ihn und die üblichen Agendas, mit Angaben über Mondphasen, Sonnenauf- und -Untergangszeiten versehen, konnten ihm hierzu nicht dienen. Nach langem Suchen ist er doch fündig geworden: es war der Planet Jupiter.

Diese und andere einfache, astronomische Fragen haben ihn langsam auf die Idee gebracht, etwas gegen diesen «Missstand» zu unternehmen.

Seit 1989 gibt er jedes Jahr den astronomischen Taschenkalender heraus, der heute weltweit verbreitet ist.

Der immer noch junge, aber inzwischen erfahrene Amateurastronom sorgt dafür, dass Verbesserungen und Leservorschläge in zukünftigen Ausgaben berücksichtigt werden.

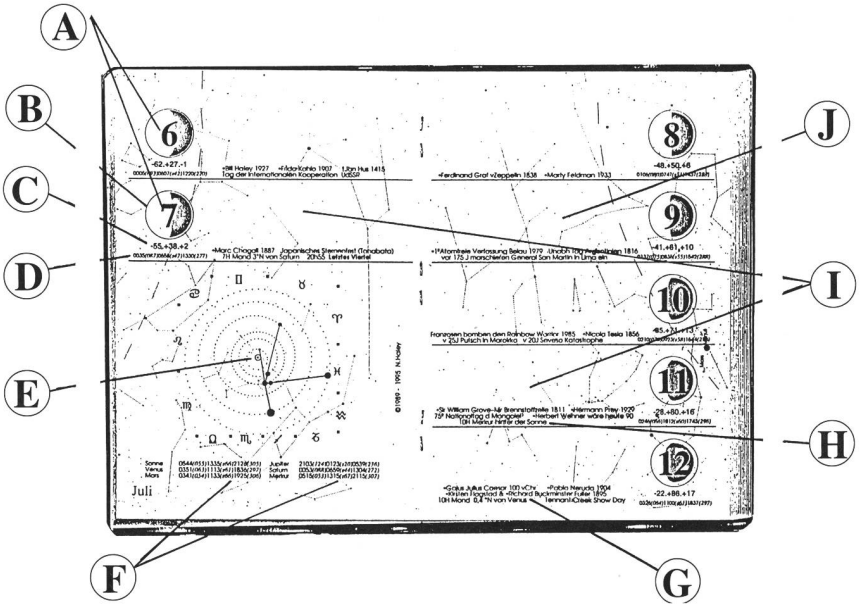
Ausführungen

Heute sind die Agendas in Deutsch, Französisch, Italienisch, Englisch, Spanisch und Griechisch erhältlich. Bereits gibt es eine Ausgabe für den Wohnort des Beobachters oder für einen Ort in seiner Nähe. Zum Beispiel gibt es eine deutsche Ausgabe für Bern (Länge 7°,45 E; Breite 46°,92 N). Bei Rückfrage besteht die Möglichkeit, eine persönliche Ausgabe für den Wohnort des Beobachters zu erhalten (oder mit dem Abzeichen, einer astronomischen Vereinigung zum Beispiel, schon ab einer 20er Auflage). Das ist eine Kosten- und Mengenfrage.

Bestellungen können mittels Verrechnungs- oder Eurocheck erfolgen, aber unbedingt in der Währung Ihrer Bank, zahlbar an NORBERT HALEY, Poste Restante, Auckland, New Zealand, oder auf Postgiro Köln 470724-509, an NORBERT HALEY, Felix Timmermannstr. 16, 52064 Aachen, oder durch Eurocard/Mastercard oder Visa mit Angabe der Kreditkarten-Nummer und deren Gültigkeit.

Die Bestellungen sollen an NORBERT HALEY, Poste Restante, Auckland, New Zealand adressiert sein und es gelten folgende Preise für normale Ausführungen einschliesslich Porto innerhalb Europas: Einzeln CHF 13.–, ab 3 Stück CHF 11.–/Stk.; ab 6 Stück CHF 10.50/Stk.; ab 12 Stück CHF 9.–/Stk. und ab 24 Stk. CHF 7.–/Stk. Für Spezialausführungen wird um Rückfrage gebeten.

E-mail: norb@ kcbbs.gen.nz.



A) Samstage und Sonntage sind immer auf der linken Seite angebracht. Les samedis et les dimanches sont toujours sur la page de gauche.

B) Tägliche Mondphase und -Grösse bildlich dargestellt. Phase et grandeur journalières de la lune. Représentation graphique

C) Tägliche Mondphase und -Entfernung in % und Deklination des Mondes in Grad.

Phase et distances journalières de la lune en % et déclinaison en degrés.

D) Tägliche Mondauf-, Transit- und Untergangs-Zeiten sowie Position (Azimut und/oder Höhe). Pour chaque jour: Heures du lever, culmination et coucher de la lune, ainsi que sa position (Azimut et/ou hauteur).

E) Daumenkino - «Aufblick» auf unser Sonnensystem. Animation - Vue depuis le «haut» de notre système solaire.

F) Auf-, Transit- und Untergangszeiten der wichtigsten sichtbaren Himmelskörper. Heures du lever, culmination et coucher des astres visibles les plus importants.

G) Viel Platz für Ihre Notizen. Assez de place pour vos annotations.

H) Daumenkino - Sternkarten des Morgen- und Abendhimmels. Animation - Carte du ciel le matin et soir.

I) Astronomische Ereignisse. Evénements astronomiques.

J) Wichtige Jahrestage, Geburtstage/Todestage bekannter Persönlichkeiten. Internationale und Religiöse Feiertage. Jours commémoratifs, anniversaires/décès de personalités illustres. Jours de congé internationaux et religieux.

Westliche Himmelsansicht ca. 1 1/2 Stunden nach Sonnenuntergang. Vue du ciel à l'ouest env. 1 1/2 heure après le coucher du soleil.

Oestliche Himmelsansicht ca. 1 1/2 Stunden vor Sonnenaufgang. Vue du ciel à l'est env. 1 1/2 heure avant le lever du soleil.

Un «agenda» pour astronome amateur

(Traduction française)

Introduction

Nous voulons présenter ici un agenda, pas comme les autres. Il contient d'avantage d'informations que ceux qu'on peut obtenir vers la fin de chaque année dans les papeteries ou grandes surfaces.

En fait il s'agit d'un Calendrier Astronomique de poche, qui offre d'une façon condensée toute une série des données, est d'emploi facile, tout en ayant un format pratique de 9 x 13 mm et donc pouvant être toujours à la portée de la main.

Cet almanach n'a pas pour objectif de vouloir se substituer à un annuaire des éphémérides, mais d'être son complément, d'usage simple autant pour les astronomes chevronnés, débutants ou simplement pour ceux qui s'intéressent aux choses du ciel.

En plus, il peut être évidemment employé comme n'importe quel autre agenda pour des annotations, rendez-vous, anniversaires, etc.

L'idée de l'agenda

Le jeune Néo-Zélandais, Norbert Haley, a eu son attention attirée par une étoile brillante. De quel astre s'agit-il? C'est la question qu'il s'est posée. Ne sachant pas répondre, il s'est adressé aux gens de son voisinage, sans succès. En plus, ses moyens financiers à l'époque ne lui permettaient pas d'acquerir des annuaires astronomiques.

Après une suite de recherches et consultations dans les bibliothèques il a fini~ par trouver qu'il s'agissait de Jupiter.

Cet événement lié à d'autres questions astronomiques lui a apporté l'idée d'entreprendre quelque chose afin d'aider à d'autres qui pourraient se poser des questions similaires.

C'est ainsi qu'en 1989 est né le Calendrier Astronomique de poche, qui depuis a été publié régulièrement chaque année et aujourd'hui est distribué et apprécié dans le monde entier.

Le toujours jeune, mais entretemps devenu astronome amateur experimenté assure que des améliorations ou des suggestions des utilisateurs soient introduites dans les éditions futures.

Modèles

Aujourd'hui ces agendas peuvent être obtenus en français, allemand, italien, anglais, espagnol et grec.

Il existe souvent une édition pour la localité ou habite l'observateur du ciel, ou pour un lieu proche. Par exemple il y a une version en français pour Paris (Longitude: 2,2 E ; Latitude 48,9 N).

Il est en plus possible, sur demande, d'avoir une édition personalisée, c'est-à-dire faite spécialement pour le lieu d'observation, ou bien encore avec un insigne, par exemple, d'une association astronomique, mais dans ce dernier cas pour un minimum de vingt exemplaires. C'est une question de coût en fonction de la quantité requise.

Les agendas sont faits pour être utilisés fréquement.

Des commandes peuvent être faites de plusieurs façons.

Soit par paiement au moyen d'Eurochèque, ou chèque à porter en compte libellé dans la monnaie de la banque, payable à Norbert Haley, Poste Restante, Auckland, New Zealand.

Soit par giro postal international, Postgiro Cologne 470 72 04 - 509 à Norbert Haley, Felix Timmermanstr. 16, 52064 Aachen, ou encore par Eurocard ou Visa en indiquant le numéro et la date d'expiration de la carte de crédit.

Les prix pour les exécutions normales sont les suivants y compris le port pour livraison en Europe:

Prix par exemplaire CHF 13.–; à partir de 3,6,12 ou 24 exemplaires le prix est respectivement de CHF 11.–; CHF 10.50; CHF 9.– et CHF 7.– par exemplaire.

Pour des exécutions spéciales consulter auparavant.

email: norb @ kcbbs. gen. nz.

RENY O. MONTANDON
Brummelstr. 4, CH-5033 Buchs/AG

Hubbles «Inkonstante»

Eine ketzerische Betrachtung eines Amateurastronomen

MARKUS WEPFER

Die Hubble'sche Konstante sagt aus, dass mit zunehmender Distanz eines Himmelsobjekts (Galaxie, Quasar usw;) auch seine Fluchtgeschwindigkeit zunimmt. Zur Zeit gilt eine Grösse der Konstante von etwa 15 km/sec pro Million Lichtjahre Distanz als wahrscheinlich. Für unsere weiteren Ausführungen treffen wir ein paar grundlegende Annahmen:

A = 20 Mia J = Alter des Universums
Ac = 20 Mia LJ
c = 300'000 km/s = Lichtgeschwindigkeit
Da = Distanz zum Objektort, dessen Licht heute ankommt
Do = Distanz zum Ort, wo das Objekt zum Zeitpunkt 0 war
Dn = Distanz zum Ort, wo das Objekt nun ist

1) $\frac{V}{Da} = const$ Hubble's These

Die Grösse der Konstante entspricht (zufällig?) etwa c / Ac = 15 km / s Mio LJ.

Eine einfache Überlegung lässt nun aber gewisse Zweifel an der Konstanz dieser Konstante aufkommen. Stellen wir sie vorderhand aber noch nicht in Frage, sondern probieren wir zunächst unsere Neugier zu befriedigen mit einer plausiblen Antwort auf drei Fragen, die sich bei der Betrachtung eines Himmelsobjekts stellen:

- wo war das Himmelsobjekt zur Zeit des Urknalls?
- wo war es zum Zeitpunkt, in dem wir es heute sehen?
- wo ist es heute?

Am einfachsten und eindrücklichsten lässt sich dies mit einer Grafik darstellen, wobei auf der Abszisse die Fluchtgeschwindigkeit dargestellt ist, und auf der Ordinate die Distanz in Milliarden Lichtjahren. (Geschwindigkeits / Weg - Diagramm). Das sieht dann zunächst so aus wie in Bild 1 dargestellt.

Hubbles Konstante entspricht der Geraden durch den Nullpunkt und den Zielpunkt Dist.= 20 / V=300. Die Neigung 300/20 = 15 km/s Mio LJ entspricht der Hubbles'schen Konstante. Weil nun aber die Ordinate nicht nur die Distanz in

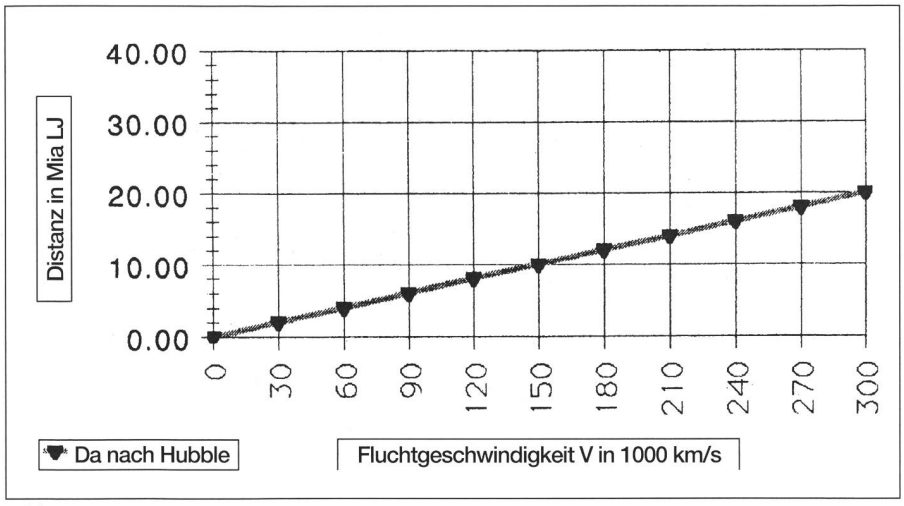


Bild 1

jahren auseinanderliegen. Dies deckt sich aber nicht mit der anerkannten Tatsache, dass zur Zeit des Urknalls alle Materie an einem Ort versammelt war.

Wir können daraus schliessen, dass mindestens ein Teil der Annahmen, die zur Darstellung (Bild 2) führten, falsch war. Sollte das die Konstante HUBBLES sein?

Wir können nun probieren, ob wir ein Modell finden, das den bekannten Voraussetzungen besser entspricht.

Der Gedanke, dass sich beim Urknall alle Materie an einem Ort befindet, wird als richtig vorausgesetzt. Weiter nehmen wir an, dass sich durch die gewaltige Energie des Urknalls einzelne

Lichtjahren angibt, sondern gleichzeitig auch die Zeit, die vergangen ist, seit das Himmelsobjekt dort war, wo wir es heute sehen, können wir uns nun die Frage stellen, wo es allenfalls war zur Zeit des Urknalls (nach heutigen Annahmen etwa vor 20 Milliarden Jahren) und wo es denn heute ist. Setzen wir einfachheitshalber voraus, dass das Himmelsobjekt während der ganzen Zeit mit unverminderter Geschwindigkeit sich von uns wegbewegt hat und sich weiter bewegt, so erhalten wir eine erweiterte Darstellung, in der die Orte dargestellt sind, an denen sich die einzelnen Körper zur Zeit des Urknalls (Distanz Do) befunden haben bezw. an denen sie sich jetzt (Distanz Dn) befinden. Nun stellt sich das ganze wie in Bild 2 gezeigt dar. Die zugehörigen Beziehungen lauten:

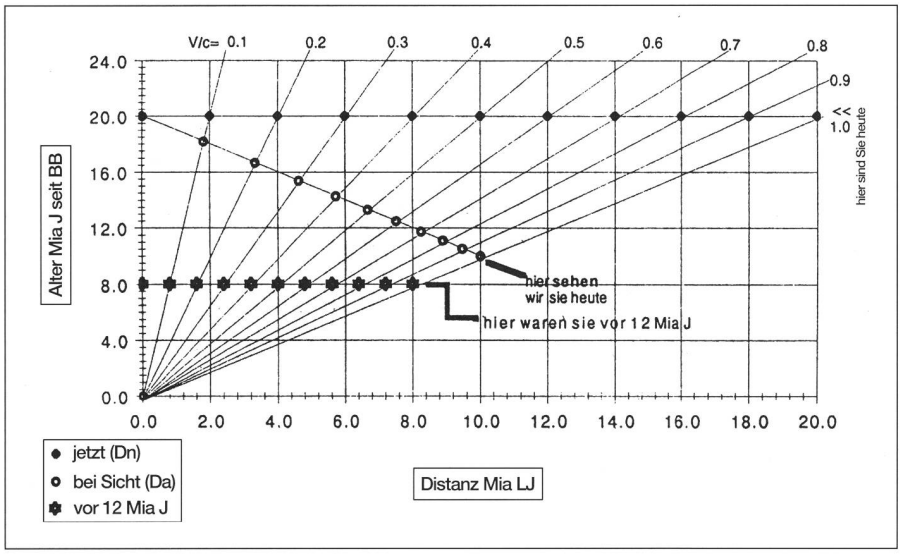


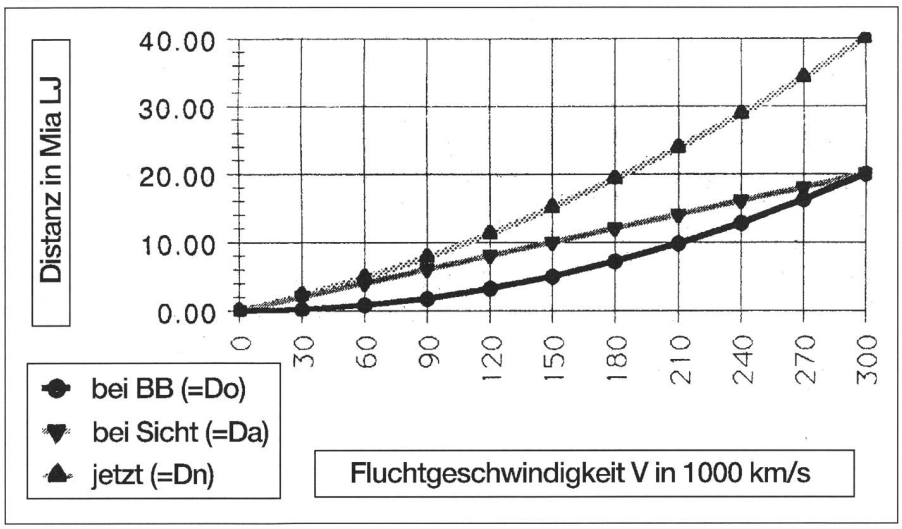
Bild 3

2) Da = (V/c) · AC (*trifft nur zu unter der Annahme, dass Hubble's Konstante richtig ist*)
3) Do = Da - (V/c) · (Ac - Da)
4) Dn=Da+ (V/c) · Da

Die mit unterschiedlichen Fluchtgeschwindigkeiten sich bewegenden Objekte müssten sich demnach zur Zeit des Urknalls an unterschiedlichen Orten befunden haben, die Milliarden von Licht-

Objekte mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten nach allen Seiten bewegten. Die Fluchtgeschwindigkeit kann nicht grösser sein als die Lichtgeschwindigkeit, wohl aber kleiner. So sind hier zehn Objekte mit einer je um c/10 unterschiedlichen Fluchtgeschwindigkeit dargestellt (Bild 3).

Bild 2



Etwas anschaulicher als das Geschwindigkeits / Weg -Diagramm ist für diesen Zweck ein Weg / Zeit - Diagramm, das aussieht wie ein grafischer Eisenbahnfahrplan. Hier wird die Geschwindigkeit durch die Neigung dargestellt. (Je steiler, desto langsamer).

Die für diese Annahme gültigen Formeln sind nur in Bezug auf Da unterschiedlich und lauten nun:

Da / c + Da / V = A
Da · (1/c+ 1/V)=A
5) Da = AcV / (c + V); oder mit dem Hilfswert V/c ausgedrückt:
6) Da = Ac · (V/c) / (1 + V/c)

Die Beziehung von V zu Da ist nun nicht mehr linear wie in 1), sondern lautet neu unter Zuhilfenahme von 5)

7) $\frac{V}{DA} = \frac{V \cdot (c + V)}{Ac\,V} = \frac{(c + V)}{Ac}$

Dies ergibt für V = 0 den gleichen Wert wie 1), für V = c jedoch das doppelte. Mit anderen Worten: die «Inkonstanz» beginnt sich erst auszuwirken bei grossen Distanzen, die bis vor kurzer Zeit noch nicht in unserer Reichweite lagen und deren genaue Bezifferung auf erhöhte Schwierigkeiten stösst.

Die Darstellung in Bild 4 – nun wieder in Form des Geschwindigkeits / Weg-Diagramms – zeigt, dass jetzt die Forderung tatsächlich erfüllt ist, alle Materie müsse im Zeitpunkt 0 (Urknall) an einem Ort versammelt gewesen sein.

Die Gerade, die der Konstante HUBBLES entsprach, ist hier zur Parabel geworden. (Mittlere Kurve «bei Sicht»). Mit anderen Worten: die höchsten Fluchtgeschwindigkeiten sehen wir schon in einer Raumtiefe von gegen 10 Mia LJ.

Das vorherige Bild 3 zeigt uns ausserdem, dass – wegen der langen Licht-Laufzeiten – wir auch für alle Zukunft nie weiter als bis in die Hälfte der Weltall -Tiefe sehen können. Selbst mit den besten Voraussetzungen und wesentlich verbesserten optischen Geräten werden wir nie mehr als ein Achtel des Volumens des Weltalls erkunden können. Immerhin – schon das ist überwältigend viel!

MARKUS WEPFER
Zollikerberg

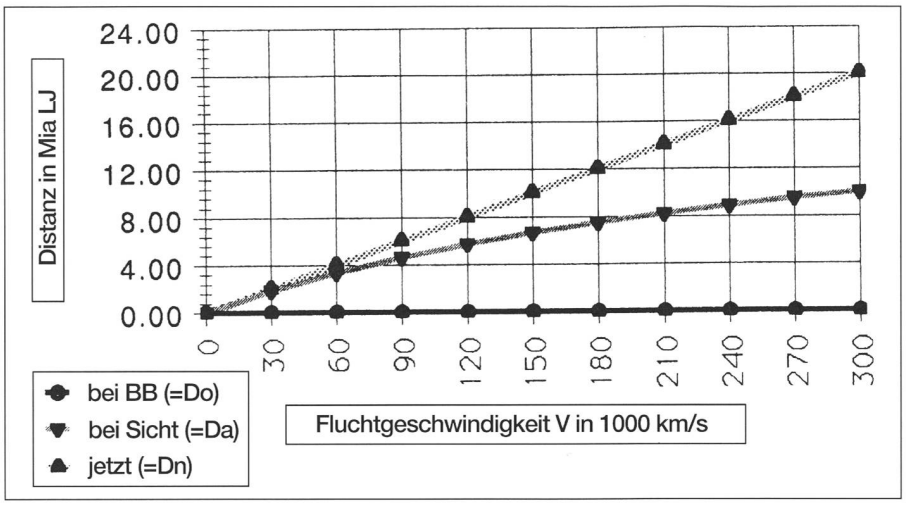


Bild 4

Hubble «klassisch»	Bild 2			Bild 4		
V \ D	bei BB(=Do)	bei Sicht (=D)	jetzt(=Dn)	bei BB(=Do)	bei Sicht(=Da)	jetzt(=Dn)
	Do	Da	Dn	Do	Da	Dn
1000 km/s	Mia LJ	Mia LJ	Mia LJ	Mia LJ	Mia LJ	Mia LJ
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.20	2.00	2.20	0.00	1.82	2.00
60	0.80	4.00	4.80	0.00	3.33	4.00
90	1.80	6.00	7.80	0.00	4.62	6.00
120	3.20	8.00	11.20	0.00	5.71	8.00
150	5.00	10.0	15.00	0.00	6.67	10.00
180	7.20	12.00	19.20	0.00	7.50	12.00
210	9.80	14.00	23.80	0.00	8.24	14.00
240	12.80	16.00	28.80	0.00	8.89	16.00
270	16.20	18.00	34.20	0.00	9.47	18.00
300	20.00	20.00	40.00	0.00	10.00	20.00

V/c	V	Da*	H*	A-Da*	Do*	Dn	jetzt (Dn)		bei Sicht (Da)		vor 12 Mia J	
	1000 km/s	MiaLJ	km/sMLJ	MiaLJ	MiaLJ	MiaLJ	x	y	x	y	x	y
0	0	0.00	15.00	20.00	0.0	0	0.0	20.0	0.00	20.00	0.0	8.0
0.1	30	1.82	16.50	18.18	0.0	2	2.0	20.0	1.82	18.18	0.8	8.0
0.2	60	3.33	18.00	16.67	0.0	4	4.0	20.0	3.33	16.67	1.6	8.0
0.3	90	4.62	19.50	15.38	0.0	6	6.0	20.0	4.62	15.38	2.4	8.0
0.4	120	5.71	21.00	14.29	0.0	8	8.0	20.0	5.71	14.29	3.2	8.0
0.5	150	6.67	22.50	13.33	0.0	10	10.0	20.0	6.67	13.33	4.0	8.0
0.6	180	7.50	24.00	12.50	0.0	12	12.0	20.0	7.50	12.50	4.8	8.0
0.7	210	8.24	25.50	11.76	0.0	14	14.0	20.0	8.24	11.76	5.6	8.0
0.8	240	8.89	27.00	11.11	0.0	16	16.0	20.0	8.89	11.11	6.4	8.0
0.9	270	9.47	28.50	10.53	0.0	18	18.0	20.0	9.47	10.53	7.2	8.0
1	300	10.00	30.00	10.00	0.0	20	20.0	20.0	10.00	10.00	8.0	8.0

Antwort von URS HUGENTOBLER an MARKUS WEPFER

Sehr geehrter Herr Wepfer

Ich möchte zu Ihrem Aufsatz ein paar Bemerkungen anbringen. Ihre Abhandlung spricht eine ganze Reihe von interessanten Punkten an und die Klärung einiger Fragen drängt sich auf. Ich möchte insbesondere auf jenes Missverständnis eingehen, über welches jedermann, der beginnt, sich mit Kosmologie zu beschäftigen, zuersteinmal stolpert.

Alle Ihre Überlegungen beruhen auf der Voraussetzung, dass die «Fluchtgeschwindigkeit» der Galaxien eine Geschwindigkeit im üblichen Sinne ist. Unter dieser Voraussetzung sind Ihre Formeln richtig.

Wie Sie aber zutreffend finden, ist diese Annahme nicht konsistent mit dem Hubbleschen Gesetz. Die Überlegungen können nur dann konsistent zu Ende geführt werden, wenn man annimmt, die Erde befinde sich im Zentrum der Expansion.

Dass es sich bei der Rotverschiebung der Galaxien um einen Doppler-Effekt handelt, findet man in vielen populären Büchern. Dem ist aber nicht so. Die sogenannte «kosmologische Rotverschiebung» ist ein eigenständiger Effekt, welcher sich zum Doppler-Effekt (hervorgerufen durch eine Relativgeschwindigkeit von Emitter und Empfän-

ger) und zur Gravitationsrotverschiebung (Emitter in starkem Gravitationsfeld) gesellt. Da sich alle drei Effekte im Spektrum auf genau gleiche Weise äussern, können sie anhand der Wirkung nicht unterschieden werden (was aber natürlich nicht heisst, dass die Ursache der Wirkung dieselbe ist.)

Was führt zur kosmologischen Rotverschiebung? In der Kosmologie werden immer zwei Voraussetzungen getroffen, um die Gleichungen soweit zu vereinfachen, dass sie lösbar werden: 1) die Isotropie, 2) die Homogenität. Beide zusammen werden «Kosmologisches Prinzip» genannt. Diese Annahmen bedeuten aber, dass sich die Massenpunkte im Universum nicht bewegen sollen. Hätte nämlich ein Punkt eine Geschwindigkeit, so wäre eine Richtung ausgezeichnet, seine Bewegungsrichtung, und die Isotropie wäre verletzt. Dies heisst, dass die Galaxien (welche es nach den strengen Annahmen auch nicht geben darf, da sie die Homogenität verletzen) im Modelluniversum alle in Ruhe sind! (Die beiden Annahmen des kosmologischen Prinzipes können selbstverständlich in praxi nicht streng richtig sein, da es Galaxien gibt und diese Eigenbewegungen haben. Im Grossen scheint aber das Kosmologische Prinzip recht gut erfüllt zu sein.) In abgeschwächter Form bedeutet das Kosmologische Prinzip, dass die Eigenbewegungen aller Galaxien im Mittel etwa gleich sind, also insbesondere nicht mit der Entfernung zunehmen.

Die kosmologische Rotverschiebung rührt nun davon her, dass sich der Raum *zwischen den Galaxien* ausdehnt! Sie können nun bemerken, dass sei nun wirklich spitzfindig. Ist es aber nicht, denn durch diese Änderung der Betrachtung verschwindet die Notwendigkeit, dass sich die Erde im Zentrum der Expansion befinden muss.

Betrachten wir, wie in Ihren Überlegungen, ein Universum, welches sich gleichmässig mit konstanter Rate ausdehnt. Eine ferne Galaxie habe eine bestimmte «Fluchtgeschwindigkeit». Nach einigen Milliarden Jahren hat sich die Galaxie von uns entfernt, die Galaxie ist also in eine Region gerutscht, wo sie gemäss Hubbleschem Gesetz eine grössere «Fluchtgeschwindigkeit» haben muss. Sie können also nicht gleichzeitig annchmen, dass sich das Universum gleichmässig ausdehnt und die Galaxien eine konstante Fluchtbewegung haben. Hier löst sich einer der Widersprüche, anf welche Sie gestossen sind. Ihre Formel 2) ist nicht mehr linear, sondern erhält die Form (mit derselben Notation)

$$Da = Dn \exp(-Dn/Ac).$$

Die Zeit (vom Urknall an gemessen), zu welcher die beobachtete Galaxie ihr Licht aussendete, welches uns heute erreicht, da die Galaxie in der Distanz Dn ist, ergibt sich aus $t = A \exp(-Dn/Ac)$.

Beachten Sie, dass die Formeln keine Geschwindigkeit V enthalten.

Bei dieser Gelegenheit können wir eine Klammerbemerkung öffnen: Welches ist die Distanz, welche sich aus der Rotverschiebung rechnet? Wird die Distanz angegeben, in welcher sich die Galaxie heute befindet oder jene, in welcher sich die betreffende Galaxie zum Zeitpunkt der Lichtemission befand? Die Antwort: Mit Distanz wird immer die «heutige Distanz» gemeint. Die Hubblesche Konstante hat ihren numerischen Wert unter dieser Annahme.

Eine zweite Frage könnte sich aufdrängen: Was heisst «heute»? Ist es nicht so, dass es in der Relativitätstheorie (auf welcher die Kosmologie beruht) keine Gleichzeitigkeit gibt, der Begriff «heute» für das ganze Universum anzuwenden also verwegen ist? In der speziellen Relativitätstheorie (welche sich nur mit dem materiefreien Raum befasst) ist dies tatsächlich so, nicht aber in der Allgemeinen Theorie (welche den Einfluss der Materie einschliesst). In diesem Sinne ist die Allgemeine Relativitätstheorie weniger «relativ» als die Spezielle. Der Grund ist der, dass in einem homogenen und isotropen Universum ein ausgezeichnetes Koordinatensystem existiert, nämlich dasjenige, in welchem alle Galaxien ruhen. Mit Hilfe dieses Koordinatensystems lässt sich eine eindeutige Zeit für das ganze Universum definieren.

Sie haben im Titel Ihrer Abhandlung von Hubbles «Inkonstante» gesprochen. Ihre Begründung, weshalb diese Konstante nicht konstant sein kann, ist zwar nicht korrekt, die Hubblesche Konstante ist aber trotzdem nicht konstant, doch aus einem ganz anderem Grund. Das Universum enthält Materie, und diese Materie bremst die Expansion des Universums durch ihre Gravitationswirkung. Die Hubblekonstante wird also «laufend» kleiner, allerdings um einen unmessbaren Wert. Wird das Universum in ferner Zukunft sogar einmal zusammenfallen, ändert sie sogar ihr Vorzeichen. (Nach heutigem Stand des Wissens wird sich das Universum mit einiger Wahrscheinlichkeit bis in alle Ewigkeit ausdehnen.) Die Konstante H_0 trägt daher immer einen Index Null um anzudeuten, dass der heutige Wert der «Konstanten» gemeint ist. Dadurch, dass beim Blick ins Universum in die Vergangenheit geschaut wird, kann im Prinzip die Inkonstanz der Hubbleschen Konstante in grossen Distanzen festgestellt werden. Das Problem ist allerdings die unabhängige Messung der Distanzen von Objekten in diesen Entfernungen.

Der Kehrwert der Hubblesche Konstante ist übrigens nicht zufällig etwa gleich dem Weltalter. Wäre die Expansion nicht gebremst, so wäre dies sogar genau das Alter des Universums, so ist es eine obere Grenze des Alters.

Zum Schluss sei noch angedeutet, dass in einem materiedominierten Universum, welches pulsiert, ein Lichtstrahl in der gesamten Lebenszeit des Universum genau einmal das ganze Universum umrunden kann. Ist das Universum aber offen, d.h. dehnt es sich bis in alle Zukunft aus, so werden wir immer nur einen zwar wachsenden, aber immer nur unendlich kleinen Bruchteil des Universums sehen können.

Ich möchte Sie auffordern, den Mut nicht zu verlieren, sondern in dieser interessanten Materie weiterzugrübeln. Aber Achtung, wie sagte Prof. J. GEISS: «Kosmologie ist kein einfacher Sport, das ist Zehnkampf.»

Mit freundlichen Grüssen

URS HUGENTOBLER
Astronomisches Institut, Universität Bern
Sidlerstr. 5, CH-3012 Bern

AN- UND VERKAUF / ACHAT ET VENTE

- *Zu kaufen gesucht:*
Vixen New Polaris oder GP-Montierung. Angebote an Piero Tami, Hubenstr. 69, 8051 Zürich - Tel. 01/321 33 07. E-mail: tamiruffo@,swissonline.ch

- *Zu verkaufen:*
Schmidt-Cassegrain Spiegelsystem 10", 1:10 mit 12V Quarzsteuerung für Nachführung. Sockel für Telradsucher, Teilkreise in beiden Achsen, ausbaubar mit NGT-Max Computer. Mit PC Software SKY steuerbar) Preis Fr. 2800.–. Anfragen unter Tel. 031/921 76 56.

- *Zu verkaufen:*
MEADE LX 200/12", F 1:10, 26 mm Okular, Computersteuerung (Handbox 64000 Objekte gespeichert), Instrument Topzustand, komplett mit Meade Stativ und Montierung. Verkaufspreis Fr. 6900.– (NP 9600.–) Auskunft: Herr St. Auf der Maur, Husmatt, 6443 Morschach, Tel. P 041/820 63 08, G 041/819 41 79.

- *Zu kaufen gesucht:*
Für TELEMENTOR: Wechselvorrichtung M44/S45, Wechselring S45/M44, Drehfokussierung, andere Teile sind auch von Interesse. Angebote bitte an Jan Brock, Kurpfalzstr. 33a, D-67133 Maxdorf.

- *Zu kaufen gesucht:*
Montierung für ca 15 kg schweres Teleskop, z.B. Badener Montierung oder ähnliches; ev. mit Nachfürungsmotoren. Angebote an Ueli Zutter, Goldmattstr. 15. CH-6060 Sarnen.

Détermination de la parallaxe de l'astéroïde 1980PA.

MARTIN MILLER / FERNAND ZUBER

Fin octobre 1996, deux astéroïdes peu ordinaires ont passé à proximité de la Terre. Il s'agit de (4097) 1982 TA et de (3098) 1980PA.

Ce dernier, un astéroïde de type Amor, a été découvert le 6.8.1980 par H.E. Schuster à La Silla. A sa périhélie (1.04 UA), il a traversé les constellations de Pégase, d'Andromède, le Triangle et Persée. Comme il se trouvait à moins de 0.1 UA de la Terre, les auteurs entreprirent de mesurer sa parallaxe en prenant simultanément une série d'images CCD à partir de deux endroits éloignés de 438 km: Veyras près de Sierre et Höchstberg dans l'Eiffel. Les conditions atmosphériques n'étaient pas très favorables. Les prises de vues furent gênées dans les deux sites par des passages nuageux et à Veyras, par une forte turbulence de l'air. Néanmoins, les résultats se révélèrent utilisables.

L'initiateur du projet, Dr. M. Miller, utilise une caméra HiSIS22 montée sur un réfracteur Astrophysics de 1600mm de focale. Une caméra identique, montée sur un réfracteur de 1200 mm de focale fut employée à Veyras. L'échantillonnage est de 1.1" par pixel pour le réfracteur de 1600mm et de 1.5" par pixel pour le 1200mm. Les expositions furent synchronisées à l'aide de chronomètres pilotés par radio et eurent lieu toutes les 5 minutes entre 21:00 heures et 21:35 TU le 1.11.1996. Les durées d'exposition furent de 10 sec à Höchstberg et de 15 sec à Veyras.

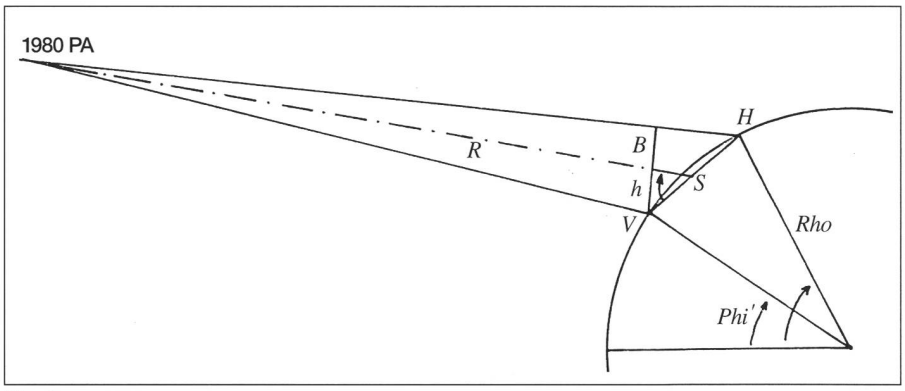


Fig. 2

La réduction des données et les calculs ont été effectués par M. Miller. Il a utilisé pour cela les fonctions astrométriques du programme MIPS. La position de l'astéroïde a été déterminée dans chacun des cas en mesurant sa distance à quatre ou six étoiles.

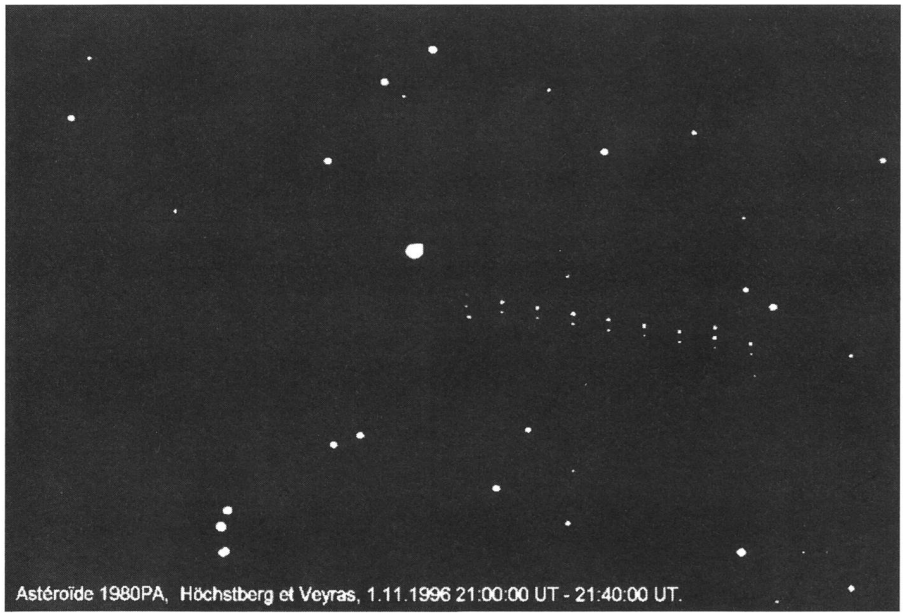
La figure 1 a été obtenue en compositant toutes les images. Elles ont été réduites à la même échelle et positionnées en superposant exactement les étoiles du fond du ciel. La rangée supérieure de points montre la trajectoire de 1980PA vue de Veyras. La rangée inférieure correspond aux images de Höchstberg. Le champ est de 10'x15' environ. Les mesures donnent pour 1980PA une magnitude de 12.7 (sans filtres). L'étoile la plus brillante de l'image est GSC 22991069, mag. 10.7.

Le compositage donne une image affaiblie de 1980PA par rapport de celles des étoiles, qui sont additionnées 18fois, tandis que l'astéroïde se trouve chaque fois à un autre endroit. Les différences de luminosité ont été causées par des passages nuageux.

La tabelle 1 donne la position de l'astéroïde, la parallaxe en ascension droite et en déclinaison (delta, en secondes d'arc) ainsi que la distance calculée (R) pour chaque série de mesures.

Lors des prises de vue, la parallaxe moyenne mesurée de 1980PA était de 9.2" en déclinaison. Cela correspond à une distance topocentrique de 9.48 plus ou moins 0.19 millions de km (dév. standard). Le programme GUIDE 5.0 donne pour la même date une distance géocentrique de 9.532 millions de km.

Fig. 1



Appendice.

Les coordonnées géographiques des deux lieux d'observation sont:

Höchstberg:

Longitude: 7° 0' 35.5" E; Latitude: 50° 14' 50.7" N; Altitude 510m

Veyras:

Longitude: 7° 32'08.2"E; Latitude: 46° 18' 19.2" N; Altitude 700m

En prenant en considération la forme éllipsoïdale de la Terre, on peut calculer les latitudes géocentriques (Phi') et la distance des deux sites (Rho) au centre de la Terre à l'aide des formules suivantes[1] (voir fig 2).

[1] Pour la méthode de calcul, voir Wolfgang Wepner, Mathematisches Hilfsbuch für Studierende und Freunde der Astronomie, page 119 et suivantes.

Temps		Position de 1980PA						
TU	Elévation moyenne	vu de Höchstberg		vu de Veyras		delta A.d.	delta Dec(d)	Distance(R)
	h°	A .d.°	Dec°	A. d.°	Dec°	"	"	X10^6 km
21:00	73.0	19.95190	35.46756	19.95219	35.47006	-1.28	-9.00	9.606
21:05	73.6	19.96365	35.46857	19.96396	35.47114	-1.37	-9.25	9.376
21:10	74.1	19.97534	35.46967	19.97565	35.47240	-1.37	-9.83	8.845
21:15	74.5	19.98706	35.47107	19.98726	35.47335	-0.88	-8.21	10.611
21:20	75.0	19.99862	35.47172	19.99893	35.47441	-1.37	-9.68	9.021
21:25	75.4	20.01027	35.47277	20.01045	35.47543	-0.80	-9.58	9.132
21:30	75.8	20.02195	35.47376	20.02208	35.47642	-0.57	-9.58	9.149
21:35	76.1	20.03361	35.47483	20.03355	35.47738	0.27	-9.18	9.560
21:40	76.5	20.04531	35.47577	20.04514	35.47820	0.75	-8.75	10.047

tan (Phi') = 0.99330546 x tan (Phi)
et Rho = 6356.7747 x (1.0 - 0.00669454 x cos 2 (phi'))$^{-2}$ + altitude du site en km
on obtient ainsi:

Phi' (H) = 50.05807°
Rho (H) = 6366.073 km
Phi' (V) = 46.11304°
Rho(V) = 6367.725 km.

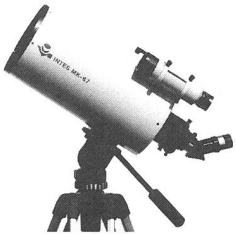
Ceci permet de calculer la distance S des deux cercles de latitude des sites, qui est de 438.301 km, puis la longueur de la base B causant la parallaxe en déclinaison.

S^2 = Rho $(H)^2$ + Rho $(V)^2$ - 2 Rho(H) Rho(V) cos (Phi'(H) - Phi' (V))
B= S x sin (h).

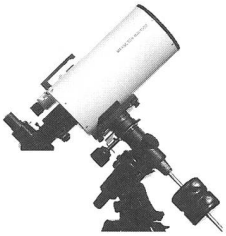
L'éloignement en longitude des deux sites est faible (4°) et n'a pas été prise en considération. La distance de l'astéroïde (R) est finalement obtenue à l'aide de la formule R=B/sin d.

MARTIN MILLER
Sternwarte Höchstberg
Sonnenberg 1
d-56767 Höchstberg

FERNAND ZUBER
Ch. des Vendanges
3968 Veyras
(trad. et adaptation)

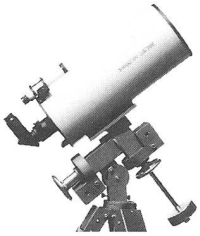


INTES MK-67 150/1500
Inkl.Koffer **Fr. 1750.–**
Bild: Stativ mit
Kopf LP 128 **Fr. 520.–**

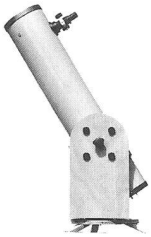


INTES MK-67 150/1500

Bild: mit Montierung
K-2 mit Polsucher



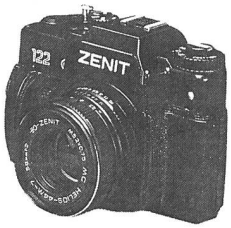
NEU! INTES 228/3100
Maksutov **Fr. 3950.–**
Bild: mit Montierung
AOK WAM - 300CC



DOBSON K-200/1200
FR. 990.–
DOBSON K-250/1200
FR. 1390.–

GPS-SYSTEM
Garmin 38 Schw.Koord.
So-Auf-Untergang
Fr. 375.–

Canon
12 x 36 **Fr. 1690.–**
15 x 45 **Fr. 1990.–**
Bildstabil 65° Okular



Zenit-KB Kamera
TTL-Sucher M 42
Fr. 219.–

Feldstecher
Binokularteleskope
Kleinteleskope
Stereolupen
Mikroskope
Nachtsichtgeräte
Zubehör

NEU!* Teleskop-Feldstecher-Mikroskop-Ausstellung *NEU!

RYSER OPTIK
Kleinhüningerstrasse 157 – 4057 Basel
Tel. 061/631 31 36 – Fax 061/631 31 38

Am 12.Oktober 96...

«Der Tag der Astronomie in der Sternwarte Bülach» - oder - «Live-Übertragung der Sonnenfinsternis auf einem TV»

THOMAS KNOBLAUCH

Wir erwarteten in der Sternwarte Bülach am Samstagnachmittag einen Grossandrang. Deshalb musste mit der Logistik alles klappen: der Getränkeeinkauf, Sonnenfilter basteln um zu verkaufen, den Infostand und die Einlasszeiten für den Vortragsraum mit der Coelostatprojektion der Sonnenfinsternis. Da wir vorsichtig mit einigen hunderten Besuchern rechneten, merkten wir plötzlich, dass es eng werden könnte im Vortragsraum. Wir sahen vor, den Leuten während jeweils 5-10 min Informationen zur Sonnenfinsternis zu erteilen.

Bei einer Besprechung mit THOMAS BAER suchte ich nach einer zweiten Möglichkeit, die Sonnenfinsternis vergrössert zu präsentieren. Nach einigem Überlegen kam ich auf die Idee, wir könnten die Finsternis mit einer Videokamera auf einen Fernseher live übertragen. Wir erachteten dies als gute Lösung, da wir den Monitor im Freien aufstellen könnten, was zur Entlastung des Vortragsraumes beitragen würde. Gleichzeitig wurde die Attraktivität des Infostandes gesteigert. Nun gab es Arbeit für mich:

Für die Planung dieses Projektes musste natürlich sein Ziel bestimmt werden: 1. Ich wollte in erster Linie eine Echtzeit-Videoaufnahme der Sonnenfinsternis. 2. Das Videosignal sollte zu einem anderen Videorecorder gelangen, welcher ein Backup aufzeichnen konnte. 3. Zur Kontrolle diente ein Fernseher; welcher zugleich als Bildschirm für das Publikum diente. 4. Zu guter Letzt sollte die Übertragung noch etwas multimedialer präsentiert werden: Das Bild sollte musikalisch (Stereo) untermalt werden.

Die gesamte Problemlösung benötigte einige Tage (Bastel-)Arbeit. Ein paar Stunden vor der Finsternis war die ganze Anlage zuhause aufgebaut und getestet worden. Nun schleppte ich alle Geräte ins Auto, um sie in die Sternwarte zu transportieren. Unterwegs ging ich noch dringend benötigte Utensilien für das Happening einkaufen. In der Sternwarte angekommen, lud ich alles aus. Jetzt konnte der Aufbau der gesamten Anlage realisiert werden.

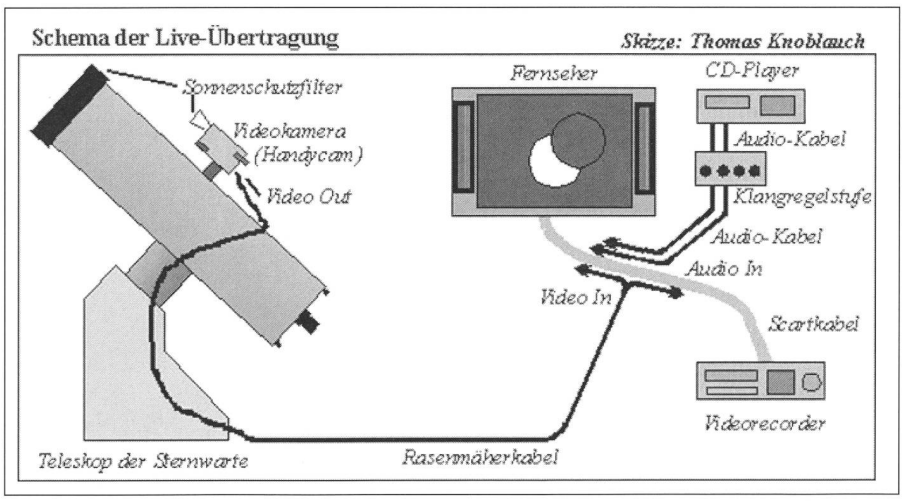
Die Befestigung der Kamera am Teleskop war denkbar einfach, da in der Sternwarte ein Schraubenzwingen-Stativ vorhanden ist. Die Kamera wurde zusätzlich an der Handschleife mit einem Draht am Teleskop gesichert, damit die Kamera nicht zu Boden fallen konnte. Fünf Stunden vor Finsternisbeginn bastelte ich den wichtigen Schutzfilter, der auf das Objektiv gesteckt und am Gehäuse festgeklebt wurde. Das Netzteil der Kamera steckte ich in eine weisse Kartonschachtel, welche mit Klebband am Teleskoptubus befestigt wurde. Als Notstromaggregat für alle Fälle diente der Kamera-Akku (welcher sogar einmal gebraucht wurde!). Die Kamera schützte ich vor der Sonnenstrahlung, indem ich ein weisses Küchenhandtuch um die Kamera legte. Das Verlängerungskabel zwischen Netzgerät und Steckdose musste so befestigt werden, dass das Teleskop schwenkbar bleibt. Parallel dazu wurde auch das Kabel für die Videoübermittlung montiert. Dieses Kabel war ein ganz normales Rasenmäherkabel für 230 Volt, das am Ende einen Adapter auf Chinch-Stecker besass. Ein solcher Adapter ist nicht gerade ungefährlich, da beim unsachgemässen Gebrauch ein beträchtlicher Schaden entstehen kann. Deshalb habe ich diese Verbindungen absichtlich gut gesichert. Nun wurde das Rasenmäherkabel weiter abgerollt und über das Dach zur Nordfront der Sternwarte verlegt.

Die Nordfront war für die Übertragung gut geeignet, da sie Schatten spendete. Es wäre sonst sehr problematisch geworden, ein Fernsehbild bei voller Sonneneinstrahlung zu erkennen. Ein weiterer Vorteil war, dass sich der Infostand auf der Nordseite befand.

Da mein Videorecorder nur über eine Scartbuchse (21-polig) verfügt und den Ton in Mono wiedergibt, musste ich wohl oder übel am Scartkabel herumlöten, damit das Video- und Tonsignal (Stereo) wie gewünscht zum Fernseher gelangt. Ein weiteres Problem war der zu hohe Ausgangspegel des CD-Players. Hier half eine Klangregelstufe, die vor Jahren aus einem Plattenspieler ausgeschlachtet wurde. Fazit des ganzen Aufbaus: eine gute Planung ist Voraussetzung und Klebband ist eines der wichtigsten Materialien.

Nach etwa anderthalb Stunden war die ganze Anlage in der Sternwarte aufgebaut und getestet. Alle Steckverbindungen wurden nun noch mit Klebband gegen versehentliches Trennen gesichert. Es war bereits 14:15 geworden und die ersten Leute hatten sich eingefunden. Die ganze Anlage, das waren: Kamera, Videorecorder, CD-Player, Klangregelstufe und Fernseher, schaltete ich um genau 15:14 ein.

Ab jetzt wurde zum Staunen aller Leute die Finsternis live übertragen, begleitet mit Musik von VIVALDI. Das Publikum war sehr begeistert, da eigentlich unbeschränkt viele Leute zugleich unter freiem Himmel die Sonnenfinsternis vergrössert mitverfolgen konnten. Für betagte Personen war es angenehm, nicht im Gewühl vor dem Vortragsraum zu stehen. Für uns war es auch ein Vorteil, denn mit dieser Anlage wurden die Besucher zum Infostand gelockt. Dank dem verkauften wir die Sonnenfilter wie warme Semmeln, denn das direkte Beobachten blieb dennoch attraktiv. Auch andere Waren und Getränke ver-



kauften sich gut. Die Leute liessen es sich auch nicht nehmen, einen Blick auf die Coelostatprojektion zu werfen, denn das Bild auf der Leinwand war schärfer als das Bild auf dem Monitor, da die Videokamera «nur» 400 Linien aufzeichnet. Viele genossen nebst der Sonnenfinsternis den klaren Tag und verbanden den Ausflug in die Sternwarte mit einer Wanderung. Viele setzten sich auf den Rasen der Sternwarte und schauten dem Naturphänomen zu.

Um 17:34 war die Sonnenfinsternis und unser intensiver Einsatz zu Ende. Nur wenige Besucher waren bis zum Schluss geblieben. Nachdem alle Zuschauer gegangen waren, kam die Gelegenheit für die Demonstratoren über die Erlebnisse zu diskutieren und endlich mal auszuruhen. Jeder Demonstrator betreute durchschnittlich etwa 50 Besucher(!). Den anwesenden Demonstratoren sei an dieser Stelle nochmals herzlich für ihren Einsatz gedankt.

Gegen Sonnenuntergang wurde es Zeit, die ganze Technik in den Schulungsraum zu verstauen. Langsam mussten wir uns Gedanken für das Abendessen machen. Einige bestellten sich eine Pizza, andere kochten sich selbst.

Es hatten nicht einmal alle fertig gegessen, kam schon neues Publikum, um die Nacht am «Tag der Astronomie» zu geniessen. Improvisieren half in diesem Moment. Einige räumten den Vortragsraum auf, andere fingen mit der Führung im Beobachtungsraum an. Ich bereitete den Fernseher für einen Rückblick der Finsternis im Zeitraffer vor, der wieder mit Musik von VIVALDI (ohne Zeitraffer) begleitet wurde. Auch am Abend hatten wir einen Publikumsansturm.

Nach etwa 12 Stunden Einsatz (Nonstop!) war das Publikum nach Hause gegangen. Jetzt hatten wir noch die Pflicht, das entstandene Durcheinander aufzuräumen. Unsere Schätzung kam auf rund 600 Besucher an diesem Tag. Dieser «Tage der Astronomie» ist in die Geschichte unserer 13-jährigen Öffentlichkeitsarbeit eingegangen, denn wir hatten den absoluten Tagesrekord an Besuchern und eine lange Öffnungszeit von 8 Stunden. Für uns Demonstratoren war dies ein einmaliges Erlebnis und es zeigte sich einmal mehr, dass kleine Absprachen genügen, damit eine Führung zum Erfolg wird.

Tage später kamen mir die ersten Gedanken für das Zusammenschneiden des Videorohmaterials zu einem Zeitraffer, der allen beteiligten Demonstratoren als Videokassette geschenkt werden soll. Wochen später durfte ich einen Videorecorder der Kantonsschule Zürcher Unterland (KZU) ausleihen und auch die Videoschneidanlage der KZU benützen.

Zum Schluss: Dieser Tag der Astronomie war der schönste, den wir erlebt haben.

THOMAS KNOBLUACH
Wibergstr. 21, CH-8180 Bülach

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

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**

BUCHBESPRECHUNGEN / BIBLIOGRAPHIES

ERNST HÜGLI/HANS ROTH/KARL STÄDELI: ***Der Sternenhimmel 1997***. Birkhäuser Verlag AG Basel, Berlin, Boston, 1996. 272 Seiten mit 70 sw-Abbildungen, zahlreichen Tabellen und Graphiken. Brosch. DM 39.80; Ös 291.–; sFr. 34.–; ISBN 3-7643-5408-9.

Gegenüber dem Vorjahr hat sich äusserlich und im Preis nichts verändert, inhaltlich ist das Jahrbuch erneut um über 20 Seiten erweitert worden. Bereits im «Tips für den Amateur» wird dem Thema: Kometen allgemein und Hale-Bopp im speziellen, breiter Raum gewährt. Angegeben sind die geozentrischen und astrometrischen Ephemeriden, der Erd- und Sonnenabstand sowie die Elongation und die Helligkeit von Hale-Bopp. Es folgen die astronomisch bedeutsamen Erscheinungen, die Jahresübersicht 1997 mit Angaben über Finsternisse, Sonne, Mond, Sternbedeckungen durch den Mond, Planeten, periodische Kometen und helle Planetoiden.

Das Kernstück des Jahrbuches ist wie gewohnt der Astrokalender, der für jeden Tag des Jahres über die verschiedensten aktuellen Erscheinungen wie Mondphasen, Konstellationen, Stellung der Planeten und der Jupitermonde u.v.m. Auskunft gibt. Auch hier wird während den ersten fünf Monaten dem neuen Kometen Hale-Bopp mit umfangreichen Informationen erneut der nötige Platz eingeräumt. Mit Hilfe von Referenzpunkten für Berlin und Zürich ist die Anwendung aller Daten des Astrokalenders und der Tabellen für den ganzen deutschsprachigen Raum gewährleistet.
Es folgen Angaben über die Sternwarten in der Schweiz, Amateurvereinigungen und Sternwarten in Deutschland und Österreich und eine Liste über lohnende Objekte bis zur südlichen Breite von 30 Grad. Leider ist eine Liste über die 35 Sektionen, die in der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG zusammengeschlossen sind, nicht zu finden. Der Sternenhimmel ist für Einsteiger und langjährige Sternfreunde ein unentbehrlicher Begleiter bei ihren Streifzügen durch die Sternenwelt und hilft ihnen, den Blick in neue Dimensionen des Universums zu erweitern.

ARNOLD VON ROTZ

VINCENT ICKE: ***The force of symmetry***. Cambridge University Press 1995, pp 338. ISBN 0-521-45591 X, £13.95, US$ 24.95.
Livre vraiment fascinant, qui essaie de faire comprendre l'interpénétration profonde et subtile qui existe entre trois grands thèmes de la physique contemporaine: le comportement quantique de la matière, la relativité et les symétries, sans faire appel à aucun formalisme mathématique. Il réussit à merveille la gageure de faire pénétrer le lecteur dans un monde, comme il le dit lui-même, anti-intuitif: «... dans ce domaine l'intuition ne sert à rien; pour comprendre à quoi ressemble l'univers d'un électron il faudrait être un électron», en n'utilisant que les mots d'une langue naturelle. Il s'attaque donc à rendre le plus accessible possible les phénomènes relevant de la physique quantique, par des comparaisons avec ce que peut être l'expérience quotidienne de chacun d'entre nous, et montre comment relativité et symétrie interviennent et jouent leur rôle dans ces phénomènes. Ainsi, progressivement, le lecteur traverse «toute» la mécanique quantique jusqu'au modèle standard.
La lecture n'est pas aisée, il faut s'accrocher, mais cela vaut vraiment la peine. Je pense que pour beaucoup d'étudiants en physique et astronomie, ce livre représente un éclaircissement des notions quantiques et relativistes qui n'est pas nécessairement perceptible dans un cours très mathématisé. C'est donc un complément indispensable pour acquérir des idées claires sur des sujets ou l'intuition fait souvent fausse route. Ce livre est aussi à recommander à tous les non-spécialistes qui s'intéressent à élargir leurs connaissances en physique moderne.

FABIO BARBLAN

DANIEL FISCHER/ULF BORGEEST: ***Hubble - Die CD-ROM***, Originalausgabe. Birkhäuser Verlag AG Basel, Berlin, Boston, 1996. 1 CD im Schuber mit Begleitheft. Hybrid-CD, geeignet für PCs und Macintosh. Unverbindliche Preisempfehlung DM 128.–; ÖS 935.–; sFr. 118.–. ISBN 3-7643-5443-7.
Als 1990 das Weltraumteleskop HUBBLE nach etlichen Schwierigkeiten in eine Erdumlaufbahn geschossen wurde, waren die Erwartungen in dieses technische Wunderwerk gross. Nachdem sich dann aber erwies, dass das Hubble-Teleskop aufgrund des fehlerhaften Spiegels nur beschränkt funktionsfähig war, wurde von der grössten Pleite in der Astronomie gesprochen. Seit der erfolgreichen Reparatur im Dezember 1993 liefert Hubble nun Daten und Bilder, die die Astronomen in hellstes Entzücken versetzte und in der Weltöffentlichkeit fast wöchentlich grosses Aufsehen erregt.
Diese CD-ROM enthält die faszinierende Geschichte über die Planung, den Aufbau, den Start und die Reparatur des Weltraumteleskops. Mit über 250 faszinierenden Aufnahmen von Hubble und in einer 15 Minuten dauernden Videosequenz wird der Zuschauer in die Zauberwelt weit entfernter Galaxien und Quasare und in längst vergangene Zeiten entführt. Sieben Astroshows erzählen anhand der Hubble-Bilder die faszinierende Geschichte über die Entstehung und Entwicklung des Weltalls bis in unsere Zeit. Per Mausklick ist der Einstieg in ein multimediales Ereignis möglich, das die atemberaubende Welt der Astronomie hautnah erleben lässt.
Anhand des Begleitheftes und mit Hilfe des Hauptmenüs und der Untermenüs ist der Einstieg in das Planetensystem, das Astro-Quiz, die Astro-Show usw. auch für einen Anfänger problemlos möglich.

ARNOLD VON ROTZ

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1997. Kleines astronomisches Jahrbuch. Begründet von **PAUL AHNERT**; Herausgegeben von **GERNOT BURKHARDT, LUTZ D. SCHMADEL** und **THORSTEN NECKEL**. Gebunden; 263 Seiten mit 92 zum Teil farbigen Abbildungen. Preis Fr./DM 19.80. Johann Ambrosius Barth Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg. ISBN 3-335-00480-9.
Für das Jahr 1997 ist der «Ahnert» bereits wieder erschienen. Ahnerts Kalender für Sternfreunde ist ein kleines astronomisches Jahrbuch, welches wie seine Vorgänger umfangreiche Daten zur sinnvollen Planung und Durchführung von Beobachtungen der Himmelskörper bereitstellt und nun im 49. Jahrgang vorliegt. Der Begründer dieses Sternkalenders, PAUL AHNERT, wäre am 22. November 1997 100 Jahre alt geworden!
Im Abschnitt «Der Sternenhimmel im Wandel des Jahres», welcher nochmals etwas erweitert und mit Sternkarten und Bildern versehen wurde, wird der sich im Laufe des Jahres stetig ändernde Anblick des Sternenhimmels beschrieben und der Gang der Planeten erläutert. Auch der «Einsteiger» wird sich mit Hilfe dieser ansprechend gestalteten Informationen am Himmel zurechtfinden. Im Kapitel 3 folgen die für die Beobachtungen unerlässlichen Positionsangaben für Sonne, Mond und den grossen Planeten. Im weiteren sind auch die Ephemeriden für ausgewählte Planetoiden und Kometen, insbesondere auch das wichtigste Ereignis des Jahres 1997, die Annäherung des Kometen Hale-Bopp, beschrieben. Der interessierte Sternenfreund erfährt weiter einige detaillierte Informationen zu Finsternissen und Sternbedeckungen durch den Mond, über Meteorströme sowie über einige Objekte des Fixsternhimmels.
Der Abschnitt «Berichte und Aufsätze» gibt dem Himmelsbeobachter vielfältige Anregungen, wo ebenfalls auf die Kometenerscheinung Hale-Bopp ausführlich hingewiesen wird. Dem angehenden Beobachter veränderlicher Sterne wird erläutert, wie er mit einfachsten Hilfsmitteln diese Objekte beobachten kann. Wer mit oder ohne CCD-Kamera den südlichen Himmel erforschen will, findet hier die notwendigen Informationen darüber, wie eine solche Exkursion vorbereitet werden muss. Diese Berichte und Aufsätze wurden wie letztes Jahr von kompetenten Fachgruppen und Amateurvereinigungen geschrieben und runden den Kalender hervorragend ab.
Dieses kleine astronomische Jahrbuch *Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1997* kann ich auch heute wieder für jeden engagierten Amateurastronomen, auch vom günstigen Preis her, bestens empfehlen.

HANS BODMER

HANS-ULRICH KELLER unter Mitarbeit von **ERICH KARKOSCHKA**: ***Das Kosmos Himmelsjahr 1997***; Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1996. 248 Seiten, 11 Farb- und 9 sw-Aufnahmen und 165 Illustrationen, Paperback, DM 19.80; ÖS 145.–; sFr. 19.80. ISBN 3-440-07095-6.
Der für Anfänger und Fortgeschrittene gleichermassen empfehlenswerte Begleiter durch die Sternenwelt des Jahres 1997 bringt unter «Erläuterungen zum Gebrauch» verschiedenste aktuelle Daten über das Jahr 1997 und eine kurze Einführung zum Gebrauch der Information in den Monatsübersichten, deren Lektüre besonders dem Einsteiger, aber auch dem fortgeschrittenen Astroamateur besonders empfohlen wird. Monatlich sind unter anderem Angaben über den Lauf von Sonne, Mond, Planeten, Planetoiden, Erscheinungen von aktuellen Kometen, Periodische Sternschnuppenströme, veränderliche Sterne, Konstellationen und Ereignisse aufgeführt. Das Klima des Monats, das sich statistisch alljährlich wiederholt, ist diesmal offensichtlich zu Gunsten der Monatsthemen gestrichen worden. Weil sich die Aufbewahrung älterer Jahrgänge des Himmelsjahres auch aus anderen Gründen lohnt, können solche Informationen den Jahrgängen 1990 bis 1995 entnommen werden.
Besondere Erwähnung verdienen die Monatsthemen, wo zum leichteren Einstieg in die astronomische Wissenschaft jeweils ein Kapitel aus der Himmelskunde gut verständlich behandelt wird. Einzelne Themen wie: Hale-Bopp – ein heller Besenstern, Die geheimnisvolle Strahlung aus dem Hintergrund, Wie viele Universen gibt es?, Rotierende Schwarze Löcher – Tore zu anderen Welten? oder 51 Pegasi – ein sonnenähnlicher Stern mit einem Planeten, sind der aktuellen Forschung gewidmet. Diese hochinteressanten Beiträge allein sind schon den Kaufpreis des Jahrbuches wert.
Einen dritten Schwerpunkt bilden die Tabellen, Ephemeriden, Graphiken und Abbildungen, also das zur ernsthaften Beobachtung von Sonnenflecken, Planeten, Monden, Bedeckung von Sternen durch den Mond unentbehrliche Zahlen- und Tabellenmaterial. Die über 160 angenehm blau getönten Illustrationen, Graphiken und Sternkarten sind gut lesbar dargestellt.

ARNOLD VON ROTZ

GÜNTER D. ROTH: ***Sterne und Planeten, erkennen und beobachten***. BLV Verlagsgesellschaft mbH München, pp 176, 70 photos, 170 dessins. ISBN 3405-14776 X, DM 39.90 CHF 38.–.
Pour tous ceux qui, maîtrisant la langue allemande, sont à la recherche d'un livre pour s'initier à l'astronomie et à l'observation astronomique, ce document est largement à recommander, parce qu'il est extrêmement bien illustré, intègre des données observationnelles récentes, ainsi que les dernières découvertes dans les différents domaines de l'astronomie.
Le ciel nord et sud, visible à l'oeil nu, est décrit d'une façon détaillée à l'aide, entre autre,

Buchbesprechungen Bibliographies

de cartes et photos. Il est subdivisé en 27 parties couvrant chacune une portion du ciel de 60° en déclinaison et 2h40 en ascension droite. Un chapitre est consacré aux planètes et un autre aux étoiles et nébuleuses. Le livre se termine avec quelques indications sur: les instruments, une brève histoire de l'astronomie et un catalogue des événements remarquables, concernant le système solaire (éclipses, conjonctions, occultations, etc....) de 1996 à 2005.
L'auteur est coéditeur de la revue allemande d'astronomie «Sterne und Weltraum» et possède une longue expérience en tant qu'astronome amateur.

Fabio Barblan

Kristen Rohlfs, *Die Ordnung des Universums. Eine Einführung in die Astronomie*. Birkhäuser Verlag Basel-Boston-Berlin 1992. 316 Seiten. CHF 56.–, DEM 62.–, ATS 483.60. ISBN 3-7643-2706-5.
«Unsere Zivilisation der letzten 200 Jahre zerfällt in Wahrheit in zwei separate Kulturen, die in erstaunlich geringer Wechselwirkung miteinander stehen. Es sind dies eine durch Sprache und Kunst geprägte und eine naturwissenschaftlich dominierte Kultur. Was an künstlerischen, politischen und religiösen Bestrebungen wichtig ist, gehört zur literarischen Kultur und nimmt kaum Notiz von den Motiven und Argumenten der anderen. Es gibt nur wenige Personen, die in beiden Kulturen zuhause sind. Dabei ist allen klar, dass unsere Lebensumstände und das Schicksal unserer Zivilisation ganz wesentlich von den Resultaten der zweiten Kultur bestimmt werden.» (Charles Snow, 1960).
Das Ziel des Autors, Ordinarius für Astrophysik in Bochum, auch für den naturwissenschaftlich nicht ausgebildeten Leser die Astronomie verständlich darzustellen, darf mit dieser Einführung als erreicht betrachtet werden. Das Werk kommt dabei ohne Mathematik und formalistischen Details aus, verlangt aber vom Leser doch Aufmerksamkeit und Mitdenken. Das Hauptgewicht wird auf die Einordnung der Beobachtungen und Erkenntnissen in ein schlüssiges Gesamtbild gelegt. Rohlfs schliesst an die Tradition von Littrow (Die Wunder des Himmels, 1834/1963), Newcomb-Engelmann (Populäre Astronomie, 1881/1922), Bruno Bürgel (Aus fernen Welten, 1910 u. später) an, mit dem Versuch, den Stand der Forschung unserer Zeit wiederzugeben, auch Schicksale der Forscher zu schildern. Hervorzuheben ist, dass es ein deutsches, ja europäisches Astronomiebuch ist, mit besonderer Berücksichtigung der deutschen (europäischen) Verhältnisse.
Die Ordnung des Universums baut mit an der Brücke zwischen den beiden eingangs erwähnten Kulturen, schafft Verständnis für den Prozess der astronomischen Forschung und die aufregenden Ergebnisse der letzten 40 Jahre. Das Werk gehört in die Lehrer und Schülerbibliothek sowie in die Hand des Amateurs, der seine Kenntnisse weitergeben will.

Fritz Egger

Impressum Orion

Leitender Redaktor/Rédacteur en chef:
Dr. Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
e-mail: noel.cramer@obs.unige.ch
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
e-mail: Production.Journal@lagruyere.ch

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:
Sue Kernen, Gristenbühl 13, CH-9315 Neukirch.
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:*
Sue Kernen*, Gristenbühl 13, CH-9315 Neukirch, pour les membres individuels.*
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.
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.
Zentralkassier/*Trésorier central*:
Urs Stampfli, Däleweidweg 11, (Bramberg)
CH-3176 Neuenegg,
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.
Einzelhefte sind für SFr.10.– zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.
Des numéros isolés *peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs.10.– plus port et emballage.*
Aktivitäten der SAG/*Activités de la SAS*:
http://www.ezinfo.ethz.ch/astro/astro.html

ISSN 0030-557 X

Ständige Redaktionsmitarbeiter/ *Collaborateurs permanents de la rédaction*

Astrofotografie/Astrophotographie:
Armin Behrend, Les Parcs, CH-2127 Les Bayards /NE

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

Neues aus der Forschung/ Nouvelles scientifiques:
Dr. Fabio Barblan, Ch. Mouille-Galand 2a, CH-1214 Vernier/GE
e-mail: fabio.barblan@obs.unige.ch

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

Sonne/Soleil:
Thomas K. Friedli, Plattenweg 32, CH-3098 Schliern b.Köniz
e-mail: 101750.3320@compuserve.com

Sonnensystem/Système solaire:
Jean-Gabriel Bosch, Bd Carl Vogt 80, CH-1205 Genève

Weitere Redaktoren/Autres rédacteurs:
Philipp Heck, Neuackerstrasse 2, CH-8125 Zollikerberg
e-mail: astro_mod_8@ezinfo.vmsmail.ethz.ch
Hugo Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen
e-mail: hugo.jost@infrasys.ascom.ch
Stefan Meister, Vogelsangstrasse 9, CH-8180 Bülach
e-mail: stefan.meister@andrew.com
e-mail: astro_mod_3@ezinfo.vmsmail.ethz.ch
Bernd Nies, Chindismülistrasse 6, CH-8626 Ottikon/Gossau
e-mail: bnies@sky.itr.ch
e-mail: astro_mod_7@ezinfo.vmsmail.ethz.ch

Reinzeichnungen/Dessins:
Hans Bodmer, Schlottenbüelstrasse 9b, CH-8625 Gossau;

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

Korrektor/Correcteur:
Andreas Verdun, Astronomisches Institut, Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern
e-mail: verdun@aiub.unibe.ch

Inserate/Annonces:
Maurice Nyffeler, Rue des Terreaux 3, CH-1003 Lausanne - Tel./Fax 021/311 87 23

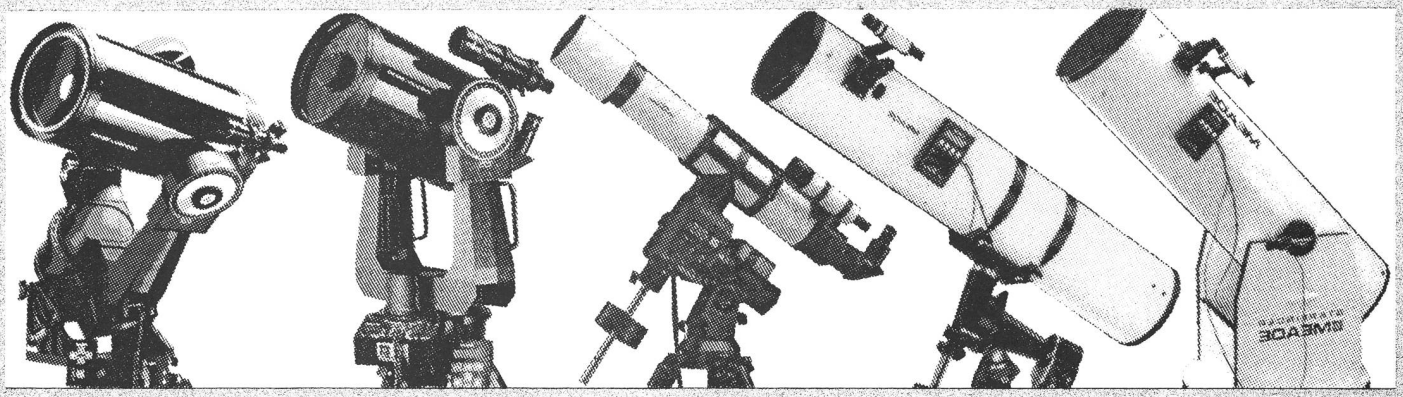
Redaktion ORION-Zirkular/ Rédaction de la circulaire ORION
Michael Kohl, Hiltisbergstrasse 11, CH-8637 Laupen

Inserenten / Annonceurs

Astro Lesemappe der SAG, Seite/page 12; • **E Aeppli,** Adlikon, Seite/page 35; • **Hans Bodmer,** Seite/page 12; • **Ferienternwarte Calina,** Seite/page 2; • **Materialzentrale SAG,** Seite/page 32; • **Ryser Optik,** Basel, Seite/page 30; • **Swiss Meteorite Laboratory,** Seite/page 32; • **Photo Wyss,** Zürich, Seite/page 36; • **Photo Zumstein,** Bern, Seite/page 2.

M E A D E

Weltweit führend im Verkauf von Teleskopen der gehobenen Klasse.
Konkurrenzlos in Optik, Stabilität und Technologie.



Maksutow-Teleskope
Dank langer Brennweite speziell geeignet für Mond und Planeten Beobachtung
9cm ETX-Spot Fr.899.-
9cm ETX-Astro Fr.1096.-
18cm LX50 Fr.3849.-
18cm LX200 Fr.6395.-

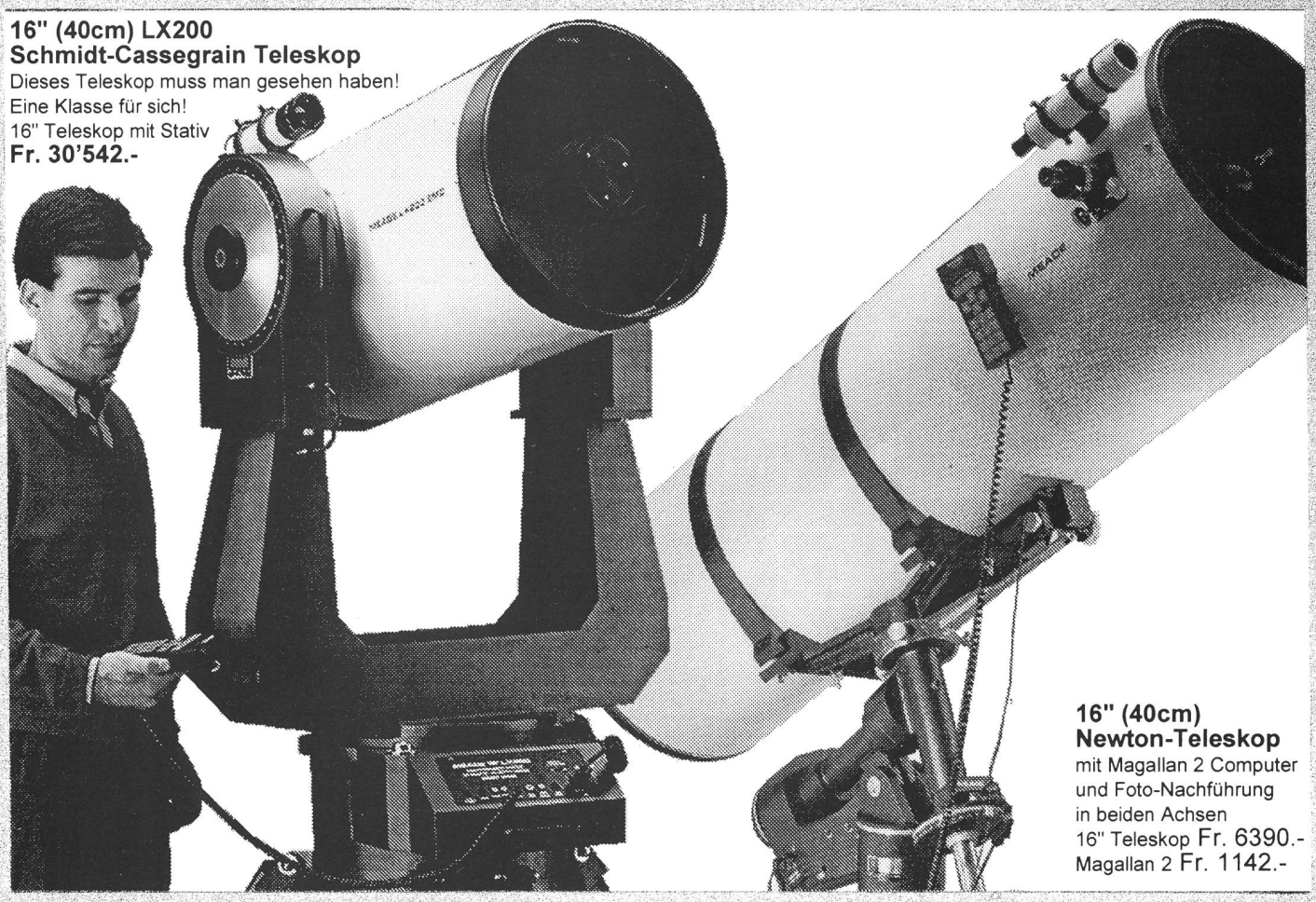
Schmidt-Cassegrain
Eine Klasse für sich in Optik, Stabilität, Elektronik. Weltweit meist verkauftes Teleskop dieser Klasse.
20cm LX10 Fr.2522.-
20cm LX50 Fr.2996.-
20cm LX200 Fr.5294.-
25cm LX50 Fr.4636.-
25cm LX200 Fr.6778.-
30cm LX200 Fr.9280.-

Apochromatische Refraktoren
Das Beste für Mond+Planeten. Computer für problemloses Finden ohne Suchen !
10cm Fr.5164.-
13cm Fr.6168.-
15cm Fr.9425.-
18cm Fr.11559.-
Montierg. 650 Fr.3395.-
Montierg.750 Fr.5294.-

Newton-Teleskope mit Nachführmotor
Trotz niedrigem Preis höchste optische Qualität und inkl. Nachführ-Motor
15cm Fr.1593.-
20cm Fr.1925.-
25cm Fr.2372.-
40cm Fr.6330.-
Montierg. 15cm Fr.1057.-
Montierg. 40cm Fr.3678.-

Dobson-Teleskope
Die billigen Lichtkanonen zum Spazierengehen am Nachthimmel
15cm Fr.998.-
20cm Fr.1153.-
25cm Fr.1622.-
30cm Fr.2249.-
40cm Fr.3089.-
Alle Preise unverbindlich
Stand 1.8.96

16" (40cm) LX200
Schmidt-Cassegrain Teleskop
Dieses Teleskop muss man gesehen haben!
Eine Klasse für sich!
16" Teleskop mit Stativ
Fr. 30'542.-



16" (40cm)
Newton-Teleskop
mit Magallan 2 Computer und Foto-Nachführung in beiden Achsen
16" Teleskop Fr. 6390.-
Magallan 2 Fr. 1142.-

Gratis-Katalog: 01 / 841'05'40

Besuche nur nach Verabredung ! Ausstellung b. B'hof Oerlikon
Autorisierte MEADE - JMI - LUMICON - Vertretung Schweiz :

E. AEPPLI, Loowiesenstrasse 60, 8106 ADLIKON

CELESTRON

CG-11
Nichts kann Öffnung ersetzen

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

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

M 51

NGC 2392

M 27

Celestron-Fotos: Tony Hallas / Daphne Mount

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

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

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

Preis freibleibend

Celestron CG-11 Teleskop

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

Bitte Datenblatt anfordern!

Generalvertretung für die Schweiz:

proastro

P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstr. 124
8034 Zürich

Telefon 01 383 01 08
Telefax 01 383 00 94