**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft
**Band:** 46 (1988)
**Heft:** 227

**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

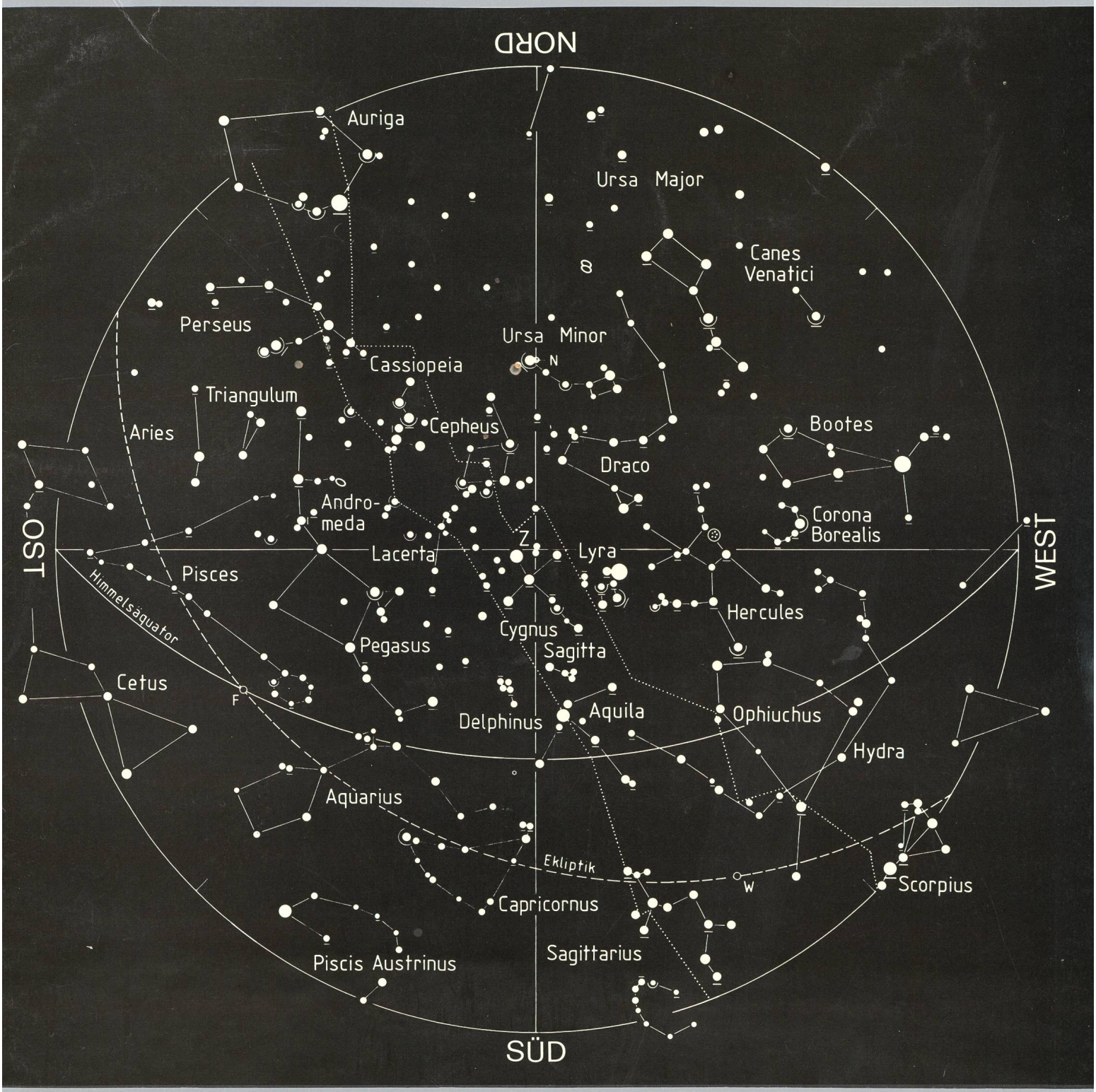
**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as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

**Download PDF:** 02.07.2025

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

227

August · Août · Agosto 1988




# ORION

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

## ORION

**Leitender und technischer Redaktor:**
Karl Städeli, Rossackerstrasse 31, CH-8047 Zürich

Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an obenstehende Adresse oder direkt an die zuständigen Redaktoren zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.

**Ständige Redaktionsmitarbeiter:**

*Astrofotografie:*
Werner Maeder, 1261 Burtigny

*Astronomie und Schule:*
Dr. Helmut Kaiser, Burgfeldermattweg 27, CH-4123 Allschwil

*Astro- und Instrumententechnik:*
vakant

*Der Beobachter:*
Hans Bodmer, Burstwiesenstrasse 37, CH 8606 Greifensee

*Fragen-Ideen-Kontakte:*
H. Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

*Meteore-Meteoriten:*
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Burgdorf

*Mitteilungen der SAG:*
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern

*Neues aus der Forschung:*
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny

*Redaktion ORION-Zirkular:*
Kurt Locher, Rebrain 39, CH-8624 Grüt

*Reinzeichnungen:*
H. Bodmer, Greifensee
H. Haffter, Weinfelden

*Übersetzungen:*
J.-A. Hadorn, Ostermundigen

**Inserate:**
Kurt Märki, Fabrikstrasse 10, CH-3414 Oberburg

**Auflage:** 4000 Exemplare. Erscheint 6×im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.


**Copyright:** SAG-SAS. Alle Rechte vorbehalten.

**Druck:** Tipo-offset Bonetti, CH-6600 Locarno

**Bezugspreis, Abonnemente und Adressänderungen:** siehe SAG

**Redaktionsschluss ORION 228: 31.8.1988**

## SAG

**Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements auf ORION**
(letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an:
Zentralsekretariat der SAG, Andreas Tarnutzer,
Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern.

**Mitgliederbeitrag SAG** (inkl. Abonnement ORION)
Schweiz: SFr. 52.—,Ausland: SFr. 55.—
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 27.—
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Zentralkassier: Franz Meyer, Bottigenstrasse 85, CH-3018 Bern
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.

**Einzelhefte** sind für SFr. 9.— zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.

ISSN 0030-557 X

## ORION

**Rédacteur en chef et technique:**
Karl Städeli, Rossackerstrasse 31, CH-8047 Zurich

Les manuscrits, illustrations et rapports doivent être envoyés à l'adresse ci-dessus ou directement aux rédacteurs compétents. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.

**Collaborateurs permanents de la rédaction:**

*Astrophotographie:*
Werner Maeder, 1261 Burtigny

*Astronomie et Ecole:*
Dr. Helmut Kaiser, Burgfeldermattweg 27, CH-4123 Allschwil

*Technique astronomique et instrumentale:*
vacant

*L'observateur:*
Hans Bodmer, Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee

*Questions-Tuyaux-Contacts:*
H. Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

*Météores-Météorites:*
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Berthoud

*Bulletin de la SAS:*
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne

*Nouvelles scientifiques:*
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny

*Rédaction de la Circulaire ORION:*
Kurt Locher, Rebrain 39, CH-8624 Grüt

*Dessins:*
H. Bodmer, Greifensee
H. Haffter, Weinfelden

*Traduction:*
J.-A. Hadorn, Ostermundigen

**Annonces:**
Kurt Märki, Fabrikstrasse 10, CH-3414 Oberburg

**Tirage:** 4000 exemplaires. Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.


**Copyright:** SAG-SAS. Tous droits réservés.

**Impression:** Tipo-offset Bonetti, CH-6600 Locarno

**Prix, abonnements et changements d'adresse:** voir sous SAS

**Dernier délai pour l'envoi des articles ORION 228: 31.8.1988**

## SAS

**Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions** (ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser à:
Secrétariat central de la SAS, Andreas Tarnutzer,
Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne.

**Cotisation annuelle SAS** (y compris l'abonnement à ORION)
Suisse: fr.s. 52.—, étranger: fr.s. 55.—.
Membres juniors (seulement en Suisse): fr.s. 27.—.
Le versement de la cotisation est à effectuer après réception de la facture seulement.
Trésorier central: Franz Meyer, Bottigenstrasse 85, CH-3018 Berne
Compte de chèque SAS: 82-158 Schaffhouse.

**Des numéros isolés** peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de fr.s. 9.— plus port et emballage.

ISSN 0030-557 X

46. Jahrgang
46e Année
Nr. 227 August 1988
No. 227 août 1988

Seiten 137-180
pages 137-180

# ORION

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

## Inhaltsverzeichnis / Sommaire

**Neues aus der Forschung · Nouvelles scientifiques**

M. SCHMIDT: Hipparcos - Europäischer Satellit soll Sterne vermessen ..... 140
M. SCHMIDT: Hipparcos - un satellite européen doit mesurer les étoiles ..... 142

Sonne, Mond und innere Planeten · Soleil, Lune et planètes intérieures ..... 143
A. MAURER: J. H. Mädlers Lösung des Olberschen Paradoxons ..... 144

**Der Beobachter · L'observateur**

X. WILLI: Haben die Sonnenflecken einen Einfluss auf das Wetter auf der Erde? ..... 147
H. BODMER: Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen .... 150
A. MÜLLER: Komet Liller 1988a ..... 150

**Astrophotographie · Astrofotografie**

M. SCHÜRER: Photographische Astrometrie (II. Teil) 151
H. BLIKISDORF: Über das Hypersensibilisieren von TP 2415 und dessen Verhalten danach ..... 154
H. BLIKSIDORF: L'hypersensibilisation du TP 2415 ... 163

**Mitteilungen/Bulletin/Comunicato**

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités .... 155/77
Observatoire d'Ependes / Sternwarte Ependes ..... 155/77
Schweizerischer Tag der Astronomie ..... 156/18
Journée Suisse de l'Astronomie ..... 158/20
Giornata svizzera dell'astronomia ..... 160/22

«A la Belle Etoile» / «Unter freiem Himmel» ..... 165
W. EISENHUT: Der Kampf zwischen Kosmos und Chaos - Versuch einer einheitlichen Deutung der antiken Sternbilder ..... 166

**Astronomie et Ecole · Astronomie und Schule**

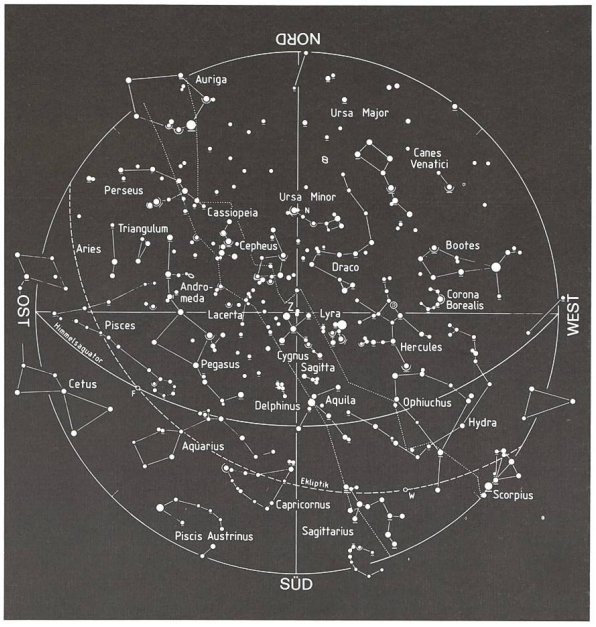
M. DUMONT: La mesure des distances (2e partie) ..... 171

**Fragen/Ideen/Kontakte · Questions/Tuyaux/Contacts**

L. MANSER: Beobachtungen von Mondhalos ..... 177
D. KOWALNIK: Kometenbeobachter gesucht ..... 177

An- und Verkauf / Achat et vente ..... 177
Bibliographie ..... 177

## Titelbild/Couverture




**Sternkarte für Mitte September, 23 Uhr MESZ**
für den 1. Schweizerischen Tag der Astronomie.
Siehe dazu auch Seite 156/18

**Ciel le 17 september à 23 h**
pour la 1ère journée suisse de l'astronomie.
Voire également page 158/20.

**Il nostro cielo a metà settembre alle 23 h**
per la 1a giornata svizzera dell'astronomia il 17 settembre 1988.
Vedesi anche pagina 160/22.

# Hipparcos- Europäischer Satellit soll Sterne vermessen

MEN J. SCHMIDT

Ein weiteres wissenschaftliches Satellitenprojekt der europäischen Weltraumorganisation ESA steht kurz vor dem Abschluss. Nach der erfolgreichen Mission der Kometenraumsonde Giotto und dem Röntgensatelliten EXOSAT soll nun der Astronometrie Satellit Happarcos im Juli 1989 in eine geostationäre Erdumlaufbahn transportiert werden. Während zweieinhalb Jahren soll dann Hipparcos über 120'000 ausgewählte Sterne mit nie dagewesener Genauigkeit vermessen. Vor wenigen Wochen wurde die Flugeinheit des Satelliten umfangreichen Tests unterworfen, um seine Weltraumtauglichkeit zu untersuchen.

Insgesamt 16 Tage lang verbrachte der neue ESA Satellit Hipparcos im grossen Weltraumsimulator des ESA Technologiezentrums ESTEC (European Space and Technology Center) in Noordweijk (Holland). Während dieser Zeit wurde der Satellit simulierten Weltraumbedingungen ausgesetzt. Dabei wurde im Simulator ein Vakuum erzeugt und gleichzeitig mit einer Anzahl von Xenonlampen über einen Sammelspiegel die Sonneneinstrahlung simuliert. Hipparcos war während der Simulationszeit auf ein Gestell montiert, welches den Satelliten um seine eigene Achse rotieren liess, und zwar genau wie er später einmal im Erdorbit um seine Längsachse rotiert. Nach Abschluss der Simulationstests konnte der neue wissenschaftliche ESA Satellit aufgrund der Ergebnisse als weltraumtauglich qualifiziert werden. Dies war für die ESA auch Grund genug das neue Projekt der Presse vorzustellen.

**Sternvermessungssatellit**

Beim wissenschaftlichen Satelliten Hipparcos handelt es sich um einen sogenannten Astrometrie-Satelliten. Er hat vor allem die Aufgabe, die Position von Sternen mit äusserst grosser Genauigkeit zu vermessen. Der Zweck dieser Vermessungsmission ist es, den Astronomen die Möglichkeit zu geben, die Entfernungen der Sterne besser zu bestimmen, als dies mit den herkömmlichen irdischen Methoden (mit Hilfe der Parallaxe) möglich ist. Von der Erde aus können nur sehr nahe Sterne mit Hilfe der Parallaxe ausreichend genau vermessen werden. Dazu wird der Stern zu einem bestimmten Zeitpunkt beobachtet und seine scheinbare Position am Himmel festgehalten. Ein halbes Jahr später wird die Messung wiederholt, und die kleine scheinbare Verschiebung des Sterns am Himmel gegenüber der ersten Messung wird registriert und als Parallaxe bezeichnet. Ist die Parallaxe (der Winkel) bekannt, so kann mit Hilfe der Trigonometrie die Distanz zum Stern ermittelt werden. Weil die beiden Messungen ein halbes Jahr auseinander liegen - in dieser Zeit hat die Erde einen halben Sonnenumlauf vollbracht - kann der Erdbahndurchmesser von rund 300'000'000 Kilometern als Basislinie verwendet werden. Die beschriebene Methode eignet sich, wie erwähnt, für nahe Sterne bis zu vielleicht 100 Lichtjahren Entfernung. Bei noch weiter entfernten Sternen ist der Winkel so klein, d.h. es kann selbst unter Mithilfe der 300 Millionen Kilometer langen Erdbahnlinie keine Parallaxe mehr nachgewiesen werden. Mit dem Astrometriesatelliten Hipparcos sollen nun insgesammt 120'000 ausgewählte Sterne genau vermessen werden.

**Idee vor 20 Jahren**

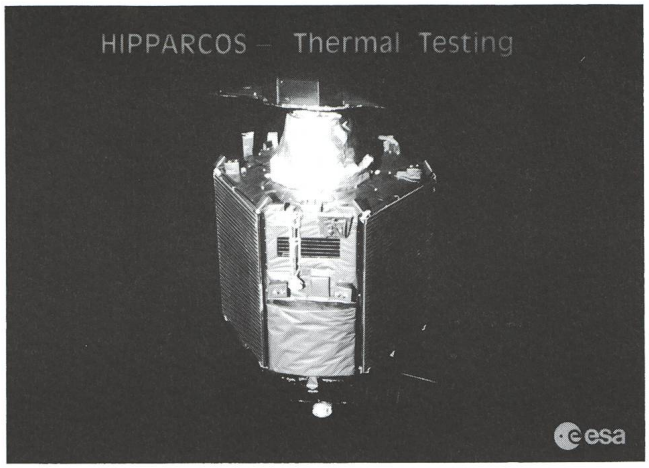
Bereits im Jahre 1966 schlug der französische Astronom Prof. PIERRE LACROÛTE, er arbeitete damals im Strasbourg Observatory, vor, mit Hilfe eines Satelliten eine Astrometrie Mission durchzuführen. Im Jahre 1980 entschloss sich, die Europäische Weltraumorganisation ESA, mit dem Satelliten Hipparcos (Hight Precision Parallax Collecting Satellite) eine umfangreiche Astronometrie Mission durchzuführen. Der Satellit soll seine Messungen mit einer Auflösung von 0.002 arc sek (2 tausendstel Bogensekunden) durchführen. Das ist eine 2'000 mal höhere Auflösung als mit dem unbewaffneten menschlichen Auge. Eine Bogensekunde ist 1/3600 stel von einem Grad. Zum Vergleich: der Mond hat von uns aus gesehen einen Durchmesser von einem halben Grad. Ein Mensch auf dem Mond hat eine Grösse von einer tausendstel Bogensekunde.

**Input Sternkatalog mit 120'000 Einzelsternen**

Während der vergangengen Jahre wurde von Astronomen aus aller Welt eine Auswahl von Sternen getroffen, die vom Hipparcos Satelliten vermessen werden sollen. Insgesamt sind das über 120'000 Sterne. Anlässlich der Hipparcos-Präsentation am 11. April dieses Jahres im ESA Technologiezentrum ESTEC konnte die Astronomin Dr. CATHERINE TURON vom Observatoire de Meudon (Paris), dem ESA Generaldirektor Prof. REIMAR LÜST den Sternenkatalog in Form eines Magnetbandes überreichen. Die Auswahl der Sterne erfolgte zum Teil auch über bestehende Sternkataloge unter Mithilfe von nahezu hundert Astronomen der 13 ESA Mitgliedstaaten im Verlaufe der letzten sechs Jahre.

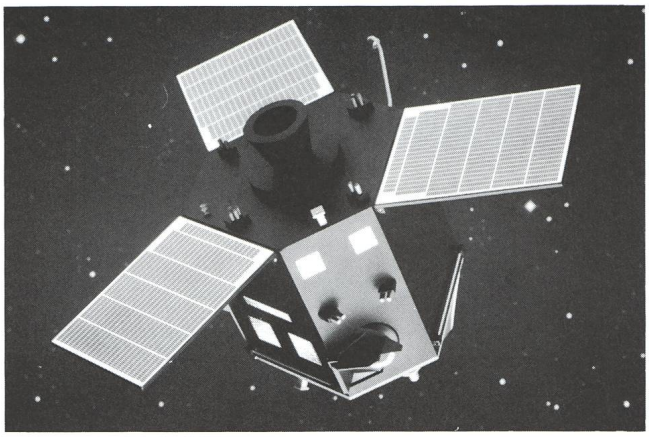
**Zweieinhalbjahre Messdauer**

Im Verlaufe von zweieinhalb Jahren soll der gesamte Himmel von ESA-Satelliten vermessen werden. Dazu wird der Satellit auf eine geostationäre Bahn positioniert. Neben der Hauptmission, der erwähnten Sternpositionsbestimmung mit 0'002 Bogensekunden, soll noch das sogenannte Tycho-Experiment durchgeführt werden. Dabei sollen weitere 400'000 Sterne mit einer Auflösung von 0.03 Bogensekunden erfasst werden. Es ist dies das erste Mal in der Geschichte der Astronomie, dass ein so umfassender Sternenkatalog mit den erwähnten Genauigkeiten erstellt werden soll. Die Resultate der Hipparcos-Mission dienen den Astronomen in mehrerer Hinsicht. Wie betont, kann durch die Sternpositionsbestimmung die Entfernung besser berechnet werden. Im weiteren können daraus die Astronomen viel besser erkennen, um was für einen Stern es sich dabei handelt. Dies geschieht auf Grund seiner scheinbaren Helligkeit. Ist die Entfernung zum betreffenden Stern genügend genau bekannt, kann der Astronom leicht feststellen, ob es sich um einen nahen hellen oder schwachen Stern oder einen hellen oder schwachen weit entfernten Stern handelt. Dadurch können genaue Aussagen über die Grösse des betreffenden Stern gemacht werden. Schliesslich können auf Grund der Sternpositionen auch die Eigenbewegungen der Sterne besser verfolgt und registriert werden. Dies dient dazu, um




*Die Flugeinheit des europäischen Astrometrie Satelliten Hipparcos im Testraum der ESTEC (European Space and Tecnology Center), nach dem Weltraumsimulationstest. Unter der Goldfolienisolationsmatt ist das Teleskopsystem untergebracht.*

*Bild: MEN J. SCHMIDT*



*Hipparcos im grossen Weltraumsimulator. Noch sind die Solarzellenpaddel am Satelliten angeklappt. 16 Tage wurde Hipparcos simulierten Weltraumbedigungen ausgesetzt.*

*Bild: ESA/Archiv Schmidt*

die physikalischen Vorgänge in unserer Milchstrasse besser zu verstehen, da bessere Aussagen über die Rotation unserer Galaxie gemacht werden können.

**Hochgenaues Teleskopsystem**

Der Satellit führt seine Aufgabe von der geostationären Bahn in 36'000 Kilometern über dem Aequator aus. Die Rotationsachse befindet sich um 43 Grad von der Sonne abgewandt, dies, um zu verhindern, dass die Sonne in die hochpräzise Optik strahlen kann. Kernstück des Satelliten ist ein V-förmiges Teleskopsystem. Die beiden Teleskopöffungen (Tuben) sind in einem Winkel von 58 Grad im Satelliten eingebaut. An der Stelle, wo die beiden Tuben sich treffen, wird der einfallende Lichtstrahl von den Sensoren registriert und kann durch kleine Spiegel umgelenkt werden oder über Farbfilter geleitet werden. Das ganze hochkomplizierte Teleskopsystem ist äusserst genau hergestellt worden. Es ist so genau, dass es eigentlich die Auflösung von einem tausendstel Bogensekunde aufweist. Praktisch wird es die Sternpositionen mit der Auflösung von 0.002 Bogenskunden arbeiten. Dabei sollen noch Sterne erfasst werden, welche die Grössenklasse +13 Mag aufweisen. Zum Vergleich: die hellsten Sterne die wir vom blossem Auge sehen können, haben die erste Grössenklasse, die schwächsten noch von blossem Auge sichtbaren weisen die sechste (+6 Mag) Grössenklasse auf! Beim Beobachten erscheint nun einer oder mehrere Sterne im Teleskopgesichtsfeld. Durch die Rotation des Satelliten erscheint nach 58 Grad der Stern ein zweites mal im Teleskopgesichtsfeld. Beide gewonnenen Sternbilder werden am gemeinsamen Ende des Teleskopsystems von feinen Sensoren registriert. Auf den Bodenempfangsanlagen erscheinen die einzelnen Sterne als feine Zackenlinie, welche dann von den Astronomen ausgewertet wird.

**Start mit Ariane 4**

Der Start von Hipparcos ist nach den gegenwärtigen Stand der Planung auf Juli 1989 festgelegt worden. Er soll mit einer Ariane-4-Trägerrakete auf seine geostationäre Position über dem Aequator transportiert werden. Beim Start weist der Satellit ein Gewicht von 1065 Kilogramm auf. Er ist etwa 3 Meter hoch und misst im Durchmesser 2.5 Meter. Er hat als Grundfläche die Form eines Sechsecks. Am unterem Ende des Satelliten befinden sich drei Solarzellenpaddel für die Energieversorgung, sowie der Apogäumsmotor für den Einschuss des Satelliten in seine definitive Umlaufbahn. Das zweiteilige Teleskopsystem befindet sich im oberen Drittel des Körpers und am oberen Ende ist die Antenne zur Funkverbindung mit der Bodenstation angeordnet. Die ersten zwei Monate nach dem Start dienen dazu, den Satelliten genau auf die gewünschte oben beschriebene Position auszurichten. Danach soll Hipparcos während zweieinhalb Jahren seine Messungen im Orbit ausführen. An der wissenschaftlichen Datenauswertung arbeiten verschiedene Institute und Universitäten aus Westeuropa, den USA, Argentinien und Australien. Auch die Schweiz beteiligt sich dabei, es sind dies das Observatorium Genf und Lausanne.

Bereits beim Bau des Satelliten konnte sich die Schweizer Industrie beteiligen. So lieferte die in der Raumfahrt tätige Zürcher Industrieunternehmung Contraves verschiedene Mechanismen zum Bewegen von Filtern und Spiegeln im Teleskopsystem. Ausserdem war noch die Berner Firma CIR, Compagnie Indusrielle Radioelektric, an der Erstellung von speziellen Anlagen für Testversuche am Satelliten beteiligt, was als «Special Check-out Equipment» bezeichnet wird. Als Hauptauftragnehmer im Auftrag der europäischen Weltraumorganisation ESA war die französische Firma Matra zuständig.

*Adresse des Autors:*
MEN J. SCHMIDT, Kirchstrasse 56, CH-9202 Gossau

# Hipparcos- un satellite européen doit mesurer les étoiles

MEN J. SCHMIDT

Un nouveau projet de mesures scientifiques par satellite de l'ESA (Organisation Spatiale Européenne) est près de sa réalisation. Après la réussite de la mission de la sonde Giotto et du satellite Exosat, le satellite astrométrique Hipparcos doit être mis en orbite géostationnaire en juillet 1989. Pendant 2 ans et demi Hipparcos devra mesurer avec une exactitude encore jamais atteinte 120'000 étoiles choisies. Il y a quelques semaines, l'unité de vol du satellite a été soumise à de nombreux tests pour étudier sa capacité de vol spatial.
Pendant 16 jours, le nouveau satellite Hipparcos fut testé dans le grand simulateur de l'espace du centre technologique de l'ESA, ESTEC (Europea Space and Technology Center) à Noorwijk (Hollande). Pendant tout ce temps, le satellite fut confronté aux conditions simulées de l'espace. A cet effet, un vide poussé fut créé dans le simulateur en même temps qu'un certain nombre de lampes au xénon reflètées par un miroir collecteur simulaient le rayonnement solaire. Pendant le temps de simulation, Hipparcos fut monté sur un socle qui lui imprima la même rotation autour de son axe que celle qu'il aura sur son orbite. A la fin de ce test, au vu des résultats acquis, le nouveau satellite scientifique de l'ESA fut reconnu apte au vol interspatial. Ceci fut pour l'ESA le motif pour présenter son nouveau projet à la presse.

**Satellite de mesure des étoiles**
Le satellite scientifiques Hipparcos est donc un satellite astrométrique. Il a avant tout pour tâche de mesurer avec la plus grande exactitude possible la position des étoiles. Le but de cette mission est de fournir aux astronomes la possibilité de déterminer la distance qui nous sépare des étoiles avec plus d'exactitude qu'avec les méthodes traditionnelles terrestres (à l'aide de la parallaxe). Depuis la Terre, seules les étoiles très proches peuvent être mesurées avec une exactitude suffisante à l'aide de la parallaxe. On observe une étoile à une certaine date pour déterminer sa position dans le ciel. Une demi-année plus tard, on répète les mesures et on enregistre le déplacement apparent de l'étoile dans le ciel par rapport à la première mesure. Ce déplacement (cet angle) se nomme la parallaxe de l'étoile. Cette parallaxe étant connue, on peut, par la trigonométrie, déterminer la distance de l'étoile. Du fait que les deux mesures eurent lieu à une demi-année d'intervale, - pendant ce temps la Terre a accompli un demi tour du Soleil sur son orbite - on peut prendre le diamètre de l'orbite terrestre d'environ 300'000'000 km comme ligne de base. Cette méthode ne se prête, comme indiqué, que pour les étoiles proches jusqu'à environ 100 années-lumière de distance. Pour les étoiles plus lointaines, l'angle est trop petit, c'est-à-dire même à l'aide des 300'000'000 km de diamètre de l'orbite terrestre on ne peut pas déterminer de parallaxe. Avec le satellite astrométrique Hipparcos ce sont au total 120'000 étoiles choisies qui devront être mesurées exactement.

**Une idée vieille de 20 ans**
C'est en 1966 que le professeur d'astronomie français PIERRE LACROÛTE qui travaillait alors à l'observatoire de Strasbourg, proposa d'effectuer une mission astronomètrique à l'aide d'un satellite. En 1980, l'Organisation spatiale européenne ESA décida d'effectuer une mission astronomètrique étendue avec le satellite Hipparcos (Hight Précision Parallax Collecting Satellite). Le satellite doit effectuer ses mesures avec une résolution de 0.002 seconde d'arc (2 millièmes de seconde d'arc). Cela représente une résolution 2000 fois plus grande qu'à l'oeil nu. Une seconde d'arc est la 1/3600e partie d'un degré. A titre de comparaison, la Lune, vue de la Terre, a un diamètre d'un demi degré. Un homme, sur la Lune aurait une grandeur d'un millième de seconde d'arc.

**Catalogue stellaire comprenant 120'000 étoiles isolées**
Durant ces dernières années, les astronomes du monde entier firent un choix d'étoiles qu'Hipparcos devrait mesurer. Au total ce sont plus de 120'000 étoiles.
Lors de la présentation d'Hipparcos, le 11 avril dernier au centre technologique de l'ESA, ESTEC, l'astronome Dr. CATHERINE TURON de l'université de Meudon près de Paris, put remettre au directeur générale de l'ESA, le Professeur REIMAR LÜST, le catalogue stellaire sous forme de bande magnétique. Le choix des étoiles fut fait en partie d'après les catalogues stellaires existants, grâce à la collaboration de près de cent astronomes de 13 états membres de l'ESA, en l'espace des 6 dernières années.

**Durée des mesures: deux années et demi**
Pendant 2 ans et demi, le satellite de l'ESA doit mesurer la totalité du ciel. Pour ce faire, le satellite sera placé sur orbite géostationnaire. A part la mission principale de détermination de la position des étoiles à 0.002 secondes d'arc près. l'expérience bien connue de Tycho doit être aussi exécutée. A cette occasion 400'000 autres étoiles doivent être recensées avec une résolution de 0.03 secondes d'arc. C'est la première fois dans l'histoire de l'astronomie qu'un catalogue stellaire de cette ampleur est dressé avec une telle exactitude. Les résultats de la mission Hipparcos serviront aux astronomes à maints régards. Comme déjà mentionné, la distance des étoiles pourra être calculée plus exactement du fait de l'estimation meilleure de leur position. De plus, les astronomes pourront mieux déterminer la nature de l'étoile. Ce sera possible sur la base de sa magnitude apparente. Si la distance d'une étoile est connue avec assez d'exactitude, l'astronome peut facilment déterminer s'il s'agit d'une étoile proche claire ou faible ou d'une étoile lointaine claire ou faible. Cela permettra de déterminer plus précisément la grandeur de l'étoile. Enfin, sur la base de sa position, le mouvement propre de l'étoile pourra être mieux suivi et enregistré. Cela permettra de mieux comprendre les processus physiques ayant lieu dans notre voie lactée et d'avoir de meilleures données sur la rotation de notre galaxie.

**Système télescopique d'une grande précision**
Le satellite accomplira sa tâche depuis son orbite géostationnaire à 36'000 km au-dessus de l'équateur. L'axe de rotation

sera dévié de 43 degrés du Soleil pour éviter son rayonnement dans l'optique de haute précision. La pièce centrale du satellite est un système tèlescopique en forme de V. Les deux ouvertures (tubes) sont montés selon un angle de 58 degrés dans le satellite. A l'endroite où les 2 tubes se joignent, les rayons de lumière sont enregitrés par les senseurs et peuvent être déviés par de petits miroirs ou dirigés au travers de filtres colorés. Tout ce système télescopique très compliqué a été exécuté avec une très haute précision.
Il est si précis qu'il permet une résolution d'un millième de seconde d'arc. Pratiquement il travaillera les positions stellaires avec une résolution de 0.002 seconde d'arc. Il devra être possible de toucher des étoiles de +13 m. En comparaison, les étoiles les plus claires visibles à l'oeil nu sont de première grandeur et les plus faibles encore visibles à l'oeil nu de +6 m. Al'observation, apparaissent une ou plusieurs étoiles dans le champ du télescope. Par la rotation su satellite, l'étoile apparait une seconde fois après 58 degrés. Les deux images seront enregistrées par de très fins senseurs à l'extrémité commune du système. Sur l'écran de réception les étoiles isolées apparaissent comme une fine ligne dentelée qui sera interprétée par les astronomes.

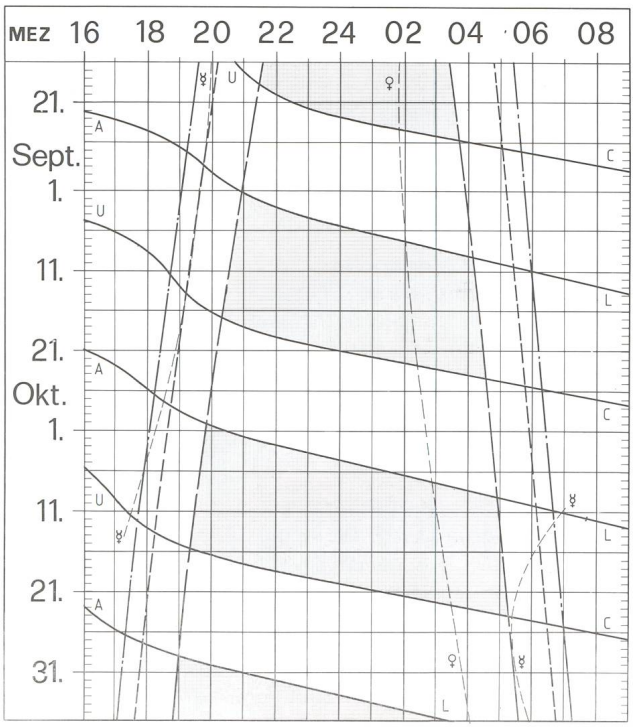
**Lancement par Ariane 4**
Le lancement d'Hipparcos est fixé, selon l'état actuel du plan, en juillet 1989. Une fusée Ariane 4 devrait le placer sur son orbite géostationnaire au-dessus de l'équateur. Au départ, le satellite aura un poids de 1095 kilogrammes. Il a une hauteur d'environ 3 mètres et un diamètre de 2,5 mètres. Sa base est de forme hexagonale. A l'extrémité inferieure du satellite sont fixés trois panneaux supportant les cellules solaires pour l'approvisionnement en énergie ainsi que le moteur d'apogée permettant la mise en place du satellite sur son orbite définitive. Le système télescopique en deux parties se trouve dans le tiers supérieur du corps et à l'extrémité supérieure est fixée l'antenne assurant la liaison radio avec la station terrestre. Les deux premiers mois après le lancement seront utilisés pour la mise en position exacte du satellite. Après cela, Hipparcos devra faire ses mesures en orbite pendant deux ans et demi. Divers instituts et universités de l'Europe de l'Ouest, des USA, de l'Argentine et de l'Australie seront chargés de la mise en valeur scientifique des données obtenues. La Suisse y participe aussi par l'intermédiaire de l'observatoire de Genève et de Lausanne. Déjà lors de la construction du satellite, l'industrie suisse y participa. L'entreprise industrielle Contraves de Zürich livra divers mécanismes mouvant les filtres et miroirs dans le système télescopique. D'autre part, la firme bernoise CIR (Compagnie Industrielle Radioélectrique) participa à la fabrication d'installations spatiales pour essais au satellite, désignées par: Wasals special Check-out Equipment. Le fournisseur principal de l'ESA fut la firme française Matra.

*Adresse de l'auteur:*
MEN J. SCHMIDT, Kirchstrasse 56, CH-9202 Gossau

Traduction: J. A. HADORN

## 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 Mondaufgang / Lever de la lune
U C Monduntergang / Coucher de la lune
Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre

# J. H. Mädlers Lösung des Olberschen Paradoxons

ANDREAS MAURER

**Zusammenfassung**
Die Frage, warum die unendlich vielen leuchtenden Himmelskörper eines unbegrenzten Universums unseren nächtlichen Himmel nicht sonnenhell zu erleuchten vermögen, beschäftigt Astronomen und Kosmoslogen seit über 400 Jahren. Es fehlte zwar nie an Erklärungen für dieses Rätsel, sie mussten aber fast durchwegs, selbst solche aus unserem Jahrhundert, neuen Erkenntnissen weichen. Die heute als richtig angesehene Lösung tauchte interessanterweise schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts zuerst in Nordamerika und bald darauf in Mitteleuropa auf und wurde seither fast völlig vergessen. Erst vor einigen Jahren wurde man sich ihrer Bedeutung wieder bewusst.

Da die Entdeckungsgeschichte dieser Lösung, soweit sie sich im englischen Sprachraum abspielte, bekannt ist, behandelt dieser Artikel hauptsächlich vergessene, deutschsprachige Spuren und zeigt, dass es allem Anschein nach der Astronom J. H. MÄDLER war, der als erster in Europa das Rätsel richtig löste.

**Alte und neue Theorien**
Die Idee eines grenzenlosen Universums mit unendlich vielen Himmelskörpern lässt sich bis ins Altertum zurückverfolgen. Der Engländer THOMAS DIGGES (1543-1595) leitete 1576 aus solchen Annahmen ab, dass unser nächtliches Firmament eigentlich sonnenhell leuchten müsste. (1)

Berühmte Astronomen wie KEPLER und HALLEY nahmen sich dieser herausfordernden Frage ebenfalls an und es war dann der junge Schweizer JEAN-PHILIPPE LOYS DE CHESEAUX (1718-1751) der das «Rätsel» oder «Pradoxon» erstmals qualitativ untersuchte und 1744 zum Schluss kam, dass nur mit einer lichtabsorbierenden Substanz im All ein dunkler Nachthimmel erklärbar sei (2). So wurde er zum ersten Vertreter der ABSorptions-Rätsellösung. (ABS-Lösung).

Der Bremer Astronom WILHELM OLBERS (1758-1840) veröffentlichte 1823, also fast 80 Jahre später und allem Anschein nach der Folgerungen CHESEAUX nicht, oder nicht mehr bewusst (3), seine seither vielzitierte Abhandlung *«Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraumes»* (4). Auch er vertrat darin die ABS-Lösung.
Mit OLBERS Aussage schien das Rätsel ein für allemal gelöst. Man begegnet der Fragestellung in vielen polpulärwissenschaftlichen Werken des 19. Jahrhunderts und meistens mit direktem Hinweis aus die Olbersche ABS-Lösung. Auch F. G. W. STRUVE (1793-1864), Direktor der Nikolai-Sternwarte Pulkowa, hatte sich inzwischen zur Sache geäussert. Auch er verwies auf OLBERS und folgerte in seinen *«Études d'astronomie stellaire»* 1847: *«(. . .) il existe une perte de lumière, une extinction, dans le passage de la lumière par l'espace céleste.»* (5)

Wir wissen heute, dass es nur eine Frage der Zeit sein konnte, bis die ABS-Lösung mit den wachsenden Erkenntnissen der Thermodynamik in Konflikt geraten musste. Es wurde klar, dass sich eine lichtabsorbierende Substanz im Weltall ihrerseits auf Strahlungstemperatur erhitzen, und somit erneut ein lichtüberflutetes Himmelsgewölbe resultieren müsste.

Hatte man sich auf falsche Annahmen eingelassen? War das Universum schliesslich doch nur endlich?

Neue, verfeinerte Ideen wurden vorgeschlagen. Inzwischen war die EXPansion des Universums entdeckt worden und es war HERMAN BONDI, der 1952 in seiner *«Cosmology»* auf die EXP-Lösung hinwies. (6)
Dass Licht von einer sich entfernenden Galaxie energieärmer bei uns eintrifft war einleuchtend. *«Wir stellen fest»*, schrieb D. W. SCIAMA (7) *«dass es nachts dunkel ist, weil das Universum expandiert.»* Kein Wunder, dass eine so einfache Lösung rasch Einzug in Lehrbücher hielt. Für BONDI, als Verfechter der Steady-State Theorie, war die EXP-Lösung ein wichtiges Argument und er war es auch, der dem alten Rätsel den neuen, etwas unglücklichen Namen «Olbersches Paradoxon» verlieh.

Erst in neuerer Zeit wies nun vorallem E. R. HARRISON (1) (8) (9) wieder auf einen, schon Mitte des vorigen Jahrhunderts in Nordamerika aufgetauchten Lösungsvorschlag hin. Er ist universell, da auch auf ein statisches Weltall anwendbar und beruht auf der einfachen Ueberlegung, dass Lichtgeschwindigkeit und Alter des Universums von endlicher Grösse sein müssen . Der Nachthimmel ist dunkel, weil uns das Licht weit entfernter Himmelskörper seit deren Entstehen noch gar nicht erreichen konnte. Man kann sie die «Endliche Lichtgeschwindigkeit/Lebensdauer-», d.h. ELL-Lösung nennen.

In einer kürzlich veröffentlichten, präzisen Untersuchung, haben WESSON, VALLE und STABELL (10) die Einflüsse expandierender Universa, mit denen von Galaxien-Lebensdauern abgewogen, also die EXP-Lösung mit der ELL-Lösung verglichen.
Das Ergebnis fiel überraschend eindeutig aus: die ELL-Lösung, also das zu kurze Alter der Galaxien, ist für die nächtliche Dunkelheit verantwortlich.

**E. A. Poe und Lord Kelvin**
In HARRISONS *«Darkness at Night»*, (11) einer neuen und zuverlässigen Geschichte des Rätsels des dunklen Nachthimmels, wird ausführlich über das erste, visionäre Auftauchen der ELL-Lösung berichtet. Der junge amerikanische Dichter EDGAR ALLAN POE (1809-1849) vollendete kurz vor seinem frühen Tode 1848 seine *«Eureka»*, eine später lange verkannte Abhandlung über kosmologische Fragen. POE sinnierte: *«Wäre die Aufeinanderfolge von Sternen endlos, dann müsste der Hintergrund des Himmels uns das Bild einer gleichmässigen Lichtfläche bieten, wie es die Milchstrasse tut. (. . .) Die einzige Art (. . .) es uns begreiflich zu machen, warum unsere Fernrohre leere Stellen finden, wäre die Annahme, der unsichtbare Hintergrund sei so unermesslich weit entfernt, dass noch kein Strahl von ihm imstande war, uns zu erreichen.»* POE glaubte selbst nicht an ein unendliches Universum und fügte hinzu: *«Dass dies so sein könnte - wer würde wagen, es zu leugnen? Ich behaupte einfach, dass wir nicht einmal den Schatten eines Grundes haben, der uns zu dem Glauben brin-*

*gen könnte, dass es so ist.»* (12) POES geniale Vision scheint von der Fachwelt nicht zur Kenntnis genommen worden sein.

Aehnliches muss von einer Untersuchung Lord KELVINS (1824-1907) über das Thema gesagt werden. Der Gelehrte verfasste 1901 darüber als erster eine mathematische Studie und konnte die ELL-Lösung qualitativ begründen. (13)

**Der Weg zu MAEDLERS Lösung**

Im Gegensatz zur plötzlich aufgetauchten Vision des amerikanischen Poeten tasteten sich in Mitteleuropa Astronomen nur langsam zu einer klar formulierten ELL-Lösung vor.

Als OLBERS 1823 seinen berühmten ABS-Vorschlag verfasste, hätten ihm eigentlich in BODES *«Anleitung zur Kenntnis des gestirnten Himmels»* (14) bereits alle für eine ELL-Lösung notwendigen Ueberlegungen zur Verfügung gestanden. J. E. BODE (1747-1826) hatte 1801 gelehrt: *«Die Lichtstrahlen würden mit ihrer unbegreiflichen Schnelligkeit (. . .) erst in Jahrtausend von (. . .)entlegenen Milchstrassen bis zur Erde herab sich fortschwingen (. . .). Wo sind denn endlich die Grenzen des Weltbaues?»* BODE schloss zwar nicht von einem unendlichen Universum auf einen hellen Himmelshintergrund, kam aber bereits auch auf die endliche Dauer der Materie zu sprechen: *«(. . .) doch dies weiss (der Mensch) gewiss, dass die sichtbare Körperwelt nicht von Ewigkeit her sein kann, da bereits ihr Entstehen, Schaffen oder Werden einen einmal genommenen Anfang voraussetzt.»* (15)

1835, also 12 Jahre **nach** OLBERS Abhandlung erschien die erste Auflage des Erfolgwerkes *«Die Wunder des Himmels»* (16) von J. J. LITTROW (1781-1840), dem Direktor der Wiener Sternwarte. LITTROW erklärte darin den dunklen Nachthimmel mit der gängigen ABS-Theorie. Dann ist es geradezu aufregend zu verfolgen, wie knapp er einige Dutzend Seiten später die ELL-Lösung verfehlte. **Ohne** den entscheidenden Zusammenhang zum Nachthimmel-Rätsel zu vollziehen, schrieb er: *«Vielleicht braucht (das) Licht, seiner entsetzlichen Geschwindigkeit ungeachtet, Jahrtausende, um von anderen Gestirnen bis zu uns zu kommen und vielleicht konnte es von vielen derselben seit der Zeit, die unsere Erde steht, noch nicht bis zu uns gelangen. Wer weiss (. . .) ob, nach anderen Jahrtausenden, der ganze Himmel sich mit neuen Sonnen überziehen wird, die schon längst da sind, aber noch nicht Zeit genug gehabt haben, uns ihr Licht zuzuschicken, so wie vielleicht anderere Systeme eben so lange schon erloschen und in ihr Nichts zurückgekehrt sind.»* (17)

Solche Quellen belegen, dass es nur noch eine Frage der Zeit sein konnte, bis die ELL-Lösung auch irgendwo im deutschen Sprachraum auftauchen musste. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass der Astronom J. H. MAEDLER (1794-1874) im abgelegenen Dorpat von POES *«Eureka»* wusste, als er 1858, und allem Anschein nach erstmals in Europa, des Rätsels richtige Lösung formulierte. MAEDLER, durch seine Arbeiten über den Mond und insbesondere durch seine *«Mappa selenographica»* (Berlin 1834) bekannt geworden, war von 1840 bis 1865 als Direktor der Sternwarte Dorpat (heute Tartu), auf verschiedenen Gebieten der Stellarastronomie tätig. Er verfasste zahlreiche, auch populärwissenschaftliche Bücher, wurde aber wegen seinem Hauptwerke *«Die Centralsonne»* (1846), das in Fachkreisen oft als zu spekulativ eingestuft wurde, auch angegriffen. Dies mag teilweise auch erklären, warum seine richtige ELL-Theorie schliesslich wenig Beachtung fand.

MAEDLERS ELL-Lösung erschien 1858 in seinem populärwissenschaftlichen Werk *«Der Fixsternhimmel»* (18) und wurde als Alternative zu OLBERS und STRUVES ABS-Theorien vorgestellt.

*J. H. Mädler*
*(Nach einer Zeitung von Lina Günter in Hannover, in «Der Wunderbau des Weltalls», 8. Auflage, Strassburg 1885).*

*«Man hat eine Erwägung hierbei ganz übersehen»* schrieb er in diesem Zusammenhang , *«Die Welt ist* **erschaffen**, *also nicht von Ewigkeit her. Keine Bewegung im Universum kann folglich eine unendlich Zeit gedauert haben, auch die des Lichtstrahls nicht. In der* **endlichen** *Zeit (. . .) konnte er also auch (. . .) nur einen* **endlichen** *Raum durchlaufen, dessen Grenze wir angeben könnten, wenn wir den Zeitpunkt der Weltschöpfung zu bestimmen im Stande wären.»* (19)

MAEDLER wiederholte seine ELL-Lösung auch im 1861 bereits in der 5. Auflage erschienenen *«Wunderbau des Weltalls»* (20) und in seiner *Geschichte der Himmelskunde»* von 1873. (21) Wir finden sie bis in die 8. Auflage des *«Wunderbaues des Weltalls»*, die 1885, also nach MAEDLERS Tod, in Strassburg erschien.

Diese einfache Lösung tauchte während vielen Jahrzehnten dann nur sporadisch aus der Vergessenheit auf, so 1901 in Lord KELVINS Untersuchung und in Deutschland 1904 bei L. KUHLENBECK (1857-1920) im Vorwort zu seiner Uebersetzung der Werke Giordano BRUNOS. (22)

JAKI demonstrierte 1969 in seinem Buche *«The Paradox of OLBER's Paradox»* (23) anhand einer Fülle von Material, wie schwer sich Astronomen und Kosmologen die Lösung des Rätsels durch Missachtung von schon Bekanntem machten. Für ihn selbst war MAEDLERS ELL-Lösung höchstens *«verwirrend»*. JAKIS Werk könnte bereits um ein Kapitel über POES und MAEDLERS verkannte Idee erweitert werden!

## Quellenverzeichnis


(1) E. R. HARRISON: Darkness at Night
Harward University Press, Cambridge MA. 1987, S 37.

(2) J. P. LOYS DE CHÉSEAUX: Traité de Comète.
Lausanne: M. M. Bousequet, 1744

(3) S. L. JAKI: New Light on Olbers's Dependence on Chéseaux.
Journal for the History of Astronomy 1, (1970) S 53-55.

(4) H. W. M. OLBERS: Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraumes.
In Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1826, publ. von J. E. BODE. Berlin: Späthen 1823

(5) F. G. W. STRUVE: Études d'astronomie stellaire.
St. Petersbourg 1847, S 86

(6) H. BONDI: Cosmology.
Cambridge: Cambr. Univ. Press 1952

(7) D. W. SCIAMA: The Unity of the Universe,
London: Faber and Faber 1959, S 83

(8) E. R. HARRISON: Cosmology, The Science of the Universe
New York: Cambridge Univ. Press 1981 S 257f

(9) E. R. HARRISON: The Dark Night-Sky
Riddle: A «Paradox» that resisted Solution.
Science 226 (Nov. 1984) S 941-945

(10) P. S. WESSON. K. VALLE, R. STABELL: The extragalactic background light and a definitive resolution of Olbers's paradox.
The Astrophysical Journal 317 (1987 June 15) S 601-606

(11) Siehe (1), S 146f

(12) zitiert aus EDGAR ALLAN POE: Gedichte, Essays.
Uebs. HEDWIG LACHMANN, München 1966

(13) E. R. HARRISON: Kelvin and an old and celebrated hypothesis.
Nature 322 (1986) S 417

(14) J. E. BODE: Anleitung zur Kenntnis des gestirnten Himmels.
Berlin: Christian Friedrich Himburg, 1801, S 619f

(15) Siehe (14), S 622.

(16) J. J. LITTROW: Die Wunder des Himmels, oder gemeinfassliche Darstellung des Weltsystems, 3 Bde und Nachträge
Stuttgart: I 1834, II 1835, III 1836, Nachtr. 1837.

(17) Siehe (16), Bd. II S 393

(18) J. H. MÄDLER: Der Fixsternhimmel, eine gemeinfassliche Darstellung der neuern auf ihn sich beziehenden Forschungen.
Leipzig: F. A. Brockhaus, 1858

(19) Siehe (18), S 87f

(20) J. H. MÄDLER: Der Wunderbau des Weltalls, oder Populäre Astronomie. 5. Auflage.
Berlin: Carl Heymann 1861, S 466. (1. Auflage 1841)

(21) J. H. MÄDLER: Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neueste Zeit.
Braunschweig: Georg Westermann, 1873, S 223f.

(22) GIORDANO BRUNO: Zwiegespräche vom unendlichen All und den Welten.
Verdeutscht und erläutert von L. Kuhlenbeck
Jena: Eugen Diederichs, 1904.
Reprogr. Nachdruck:
Darmstadt: Wissenschaftl. Buchgesellschaft, 1983.

(23) S. L. JAKI: The Paradox of Olbers's Paradox. A Case History of Scientific Thought.
New York: Herder and Herder, 1969.


## Literatur


- FRANK J. TIPLER: Olbers's Paradox, the Beginning of Creation and Johann Mädler.
Journal for the History of Astronomy, XIX (1988) S 45-48.

- FRANK J. TIPLER: Johann Mädler's resolution of Olbers's Paradox.
Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society September 1988.



*Adresse des Autors:*
ANDREAS MAURER, Im Tobel 9, CH-8706 Feldmeilen



théâtre pour le moment

A la Belle Etoile
(Unter freiem Himmel)

Théâtre-opéra de plein air, spectacle intégralment bilingue, du 23 août au 24 septembre 1988, tous les soires (sauf les lundis, ainsi que les 28 et 30 août), au coucher du soleil, à l'Elfenau, près de la Stadtgärtnerei, bus 18/19, arrêt Luternauweg
à Berne
Reseignements, location et réservation: Radio TV Steiner, Weisenhausplatz 6, Berne, 031/22 20 62, réservation possible uniquement pour le jour même.
Tél. du Théâtre pour le Moment: 021/26 60 50 ou
031/42 95 81 Les représentation n'ont lieu que si le ciel est parfaitement dégagé!

**Weltneuheit**
Astro - Binokulare mit Zenitbeobachtung

STEINER 15 × 80 Fr. 1205.—
WEGA 20 × 100 Fr. 2365.—
Zenithvorrichtung separat Fr. 225.—

KUHNY · OPTIK 3007 BERN

Wabernstr. 58 Tel. 031/45 33 11

# Haben die Sonnenflecken einen Einfluss auf das Wetter auf der Erde?

XAVER WILLI

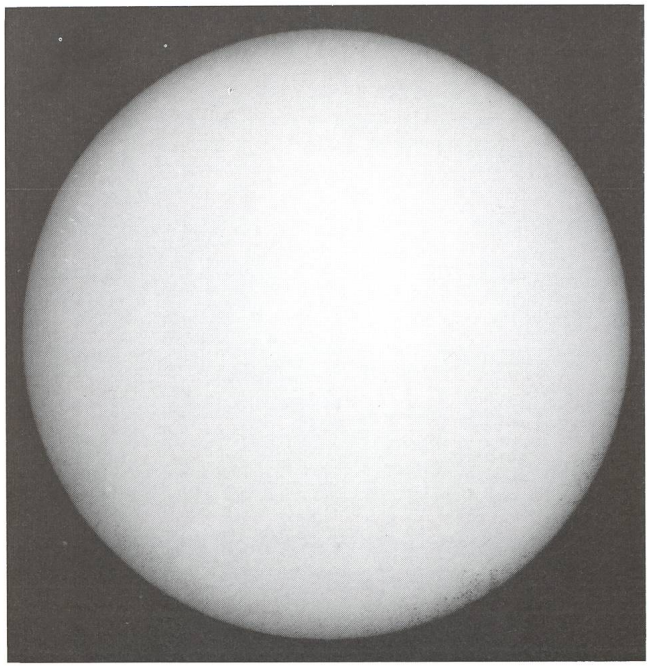
Als langjähriger Sonnenflecken-Beobachter frage ich mich, haben eigentlich die Flecken auf der Sonnenscheibe, die sporadisch auftauchen und wieder verschwinden, einen Einfluss auf das Wetter auf der Erde?

Anhand eigener und fremder Beobachtungen in unserer Region müsste ich eigentlich diese Frage bejahen.

Um die Einflüsse der Sonnenflecken auf das Wetter der Erde viel genauer abschätzen zu können, müssten wohl globale Beobachtungen vorgenommen werden. Lokale Aufzeichnungen, wie sie in der Statistik ab dem Jahr 1864 ersichtlich sind, können natürlich nur ein unvollständiges Bild über die Sonnenfleckenwirkungen zeigen.

Trotzdem kann man gewisse Hinweise auf einen Einfluss der Fleckenaktivität auf der Sonnenoberfläche auf unser Wetter ausmachen. Es scheint so zu sein, dass bei geringerer Aktivität die Jahresdurchschnittstemperatur leicht ansteigt und die Niederschlagsmenge leicht zurückgeht, die aber nicht immer einen Zusammenhang mit einem Maximum oder einem Minimum der Fleckenaktivität zeigen.

In der Graphik ist aber z.B. in den Jahren 1893, 1899, 1905, 1911, 1913, 1920/21, 1940/43, 1964, 1970, um nur einige Jahre zu nennen, eine gute Uebereinstimmung abzulesen.



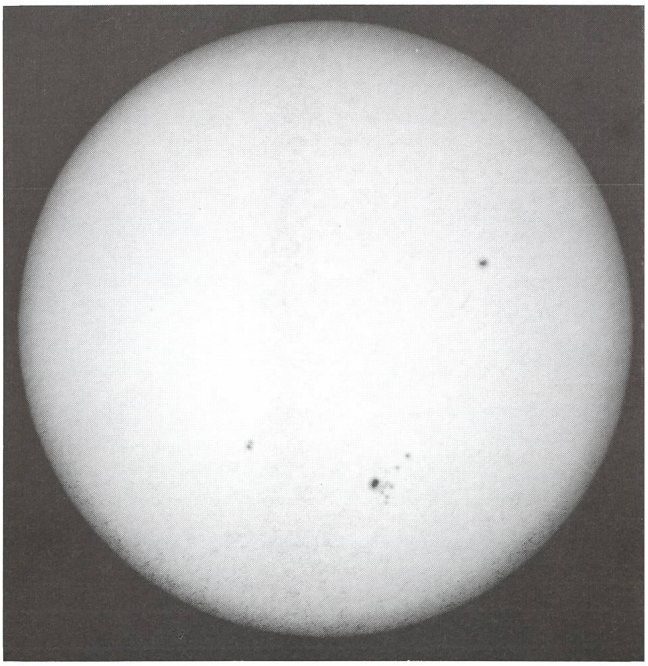
*Fleckenfreie Sonne.*
*Aufnahme vom 26. Januar 1986, 14.00 Uhr MEZ*
*Das Jahr 1986 war das Jahr des Fleckenminimums. Das nächste Minimum wird erst wieder knapp vor dem Jahr 2000 sein.*

Wie wir wissen, ist die Sonne eine riesige, heisse Gaskugel mit einem Durchmesser von mehr als hundert Erdkugeln. An ihrer Oberfläche hat sie eine Temperatur von etwa 5600 Grad Celsius. Zum Mittelpunkt hin steigt sie gewaltig an und wird in der Sonnenmitte auf etwa 15 Millionen Grad Celsius geschätzt. Das Innere der Sonne gleicht einem unvorstellbaren Atomofen, in dem ständig Wasserstoff in Helium umgewandelt wird.

Bei diesem Prozess werden gewaltige Energiemengen freigesetzt, die auf der Erde als Licht und Wärme wahrgenommen werden. Die Entfernung zwischen Sonne und Erde beträgt im Mittel etwa 150 Millionen Kilometer. Wenn die Sonne der Erde am nächsten ist, ist sie etwa 147 Millionen Kilometer entfernt. Der Entfernungsunterschied von etwa 3 Millionen Kilometer macht sich in der wechselnden Anziehungskraft bemerkbar und erfolgt in etwa einjährigem Zyklus. So stellt sich die Erdnähe der Sonne Anfang Januar, die grösste Erdferne in den ersten Tagen des Juli ein.

Die Sonne ist aber keineswegs eine Gaskugel mit relativ gleichmässiger Oberfläche. Vielmehr lassen sich Unregelmässigkeiten von unvorstellbarer Dimensionen auf der Sonnenoberfläche ausmachen, die sich auf die Gleichmässigkeit der Wärmestrahlung auswirken.

Zu den unregelmässigen Erscheinungen auf der Sonne zählen vor allem Sonnenwinde, Sonnenfackeln und Sonnenflecken. Sonnenflecken haben dabei vermutlich den grösseren Einfluss auf das Wettergeschehen der Erde. Sonnenfackeln sind Ausbrüche heisser Gase, diese lassen sich mit einem Protuberanzen-Fernrohr am Sonnenrand und auf der Sonnenscheibe beobachten.



*Sonnenflecken haben 2'000 - 50'000 km Durchmesser und im Kern eine Temperatur von 4500 K.*

Bei den Sonnenflecken handelt es sich wahrscheinlich um gewaltige Wirbeltrichter und Löcher auf der Sonnenoberfläche. Sie senden weniger Licht und Wärme aus und produzieren andere Strahlungsarten (Sonnenwinde), die auf der Erde nachweisbar sind.

Vor allem in der Nähe des Sonnenäquators sind Sonnenflecken häufig zu erkennen, wodurch man auch die Sonnenrotation leichter beobachten kann.

Manche Sonnenflecken lassen sich bis zu 13,5 Tage auf der für uns sichtbaren Sonnenvorderseite beobachten.

Die Intensität und Häufigkeit der Sonnenfleckentätigkeit ist unterschiedlich. Es gibt Jahre mit vielen und grossen Sonnenflecken, dann gibt es Jahre mit geringerer Sonnenfleckentätigkeit. Durch jahrelange Beobachtung konnte ein relativ regelmässiger Zyklus zwischen Maximum und Minimum der Sonnenfleckentätigkeit festgestellt werden. Der durchschnittliche Zeitraum dürfte bei etwa 11,5 Jahren liegen und kann aber auch um einige Jahre abweichen. (Dauer zwischen 7 und 17 Jahre)

Dass die Sonnenfleckentätigkeit einen gewissen Einfluss auf die irdische Atmosphäre hat, wissen heute die Fachleute. Diese Wirkungen lassen sich in erster Linie am Erdmagnetismus und an der Luftelektrizität ablesen. Störungen auf der Sonnenoberfläche zeigen sich in magnetischen Gewittern, Schwankungen der Magnetnadel, Wechsel der Polarlichter und Störungen im Funkverkehr. Die Wirkungen der Sonnenflecken auf das Wetter lassen sich beispielsweise an uralten Bäumen, anhand der Jahrringe nachweisen (etwa bei Mammutbäumen in Kalifornien, deren Alter auf rund 3'500 Jahre berechnet wurde).

Auch Wasserstandsschwankungen grosser Binnenseen (z.B. der 6'800 Quadratkilometer grosse Viktoriasee in Afrika) geben deutliche Hinweise auf Sonnenfleckentätigkeit.

Die Sonnenflecken wurden erstmals von G. Galilei im Jahre 1610 entdeckt. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Sonnenfleckentätigkeit sicher einen gewissen Einfluss auf das Wettergeschehen unserer Erde hat.

**Erläuterung zu den drei Graphiken**

Die Angaben für die untere Kurve (jährliche Niederschlagsmenge) sind Messungen der Meteorologischen Anstalt in Zürich in ihrer eigenen Station. Diese Angaben können den Annalen, die jedes Jahr neu von der Meteorologischen Anstalt herauskommen in Stadt- oder Kantonsbibliotheken der Schweiz entnommen werden.

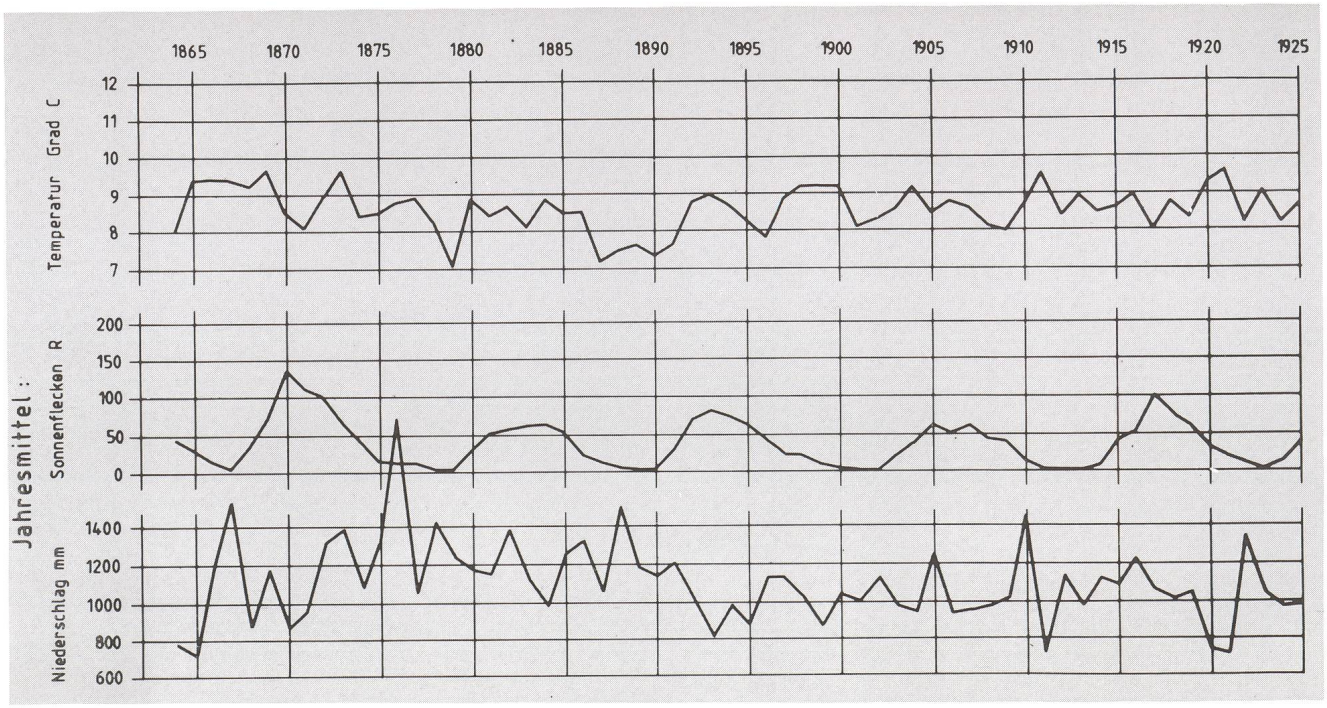
Für die Angaben der oberen Kurve (jährliche Durchschnittstemperatur) gilt dasselbe wie für die jährliche Niederschlagsmenge.

Viel komplizierter hingegen gelangt man zu den Werten für die mittlere Kurve (Sonnenfleckenrelativzahlen). Um zu wissen, was mit der Sonnenfleckenrelativzahl gemeint ist, muss man ins Jahr 1848 zurückschauen. Rudolf Wolf hat im Jahr 1848 die Sonnenfleckenrelativzahl (im englischen Sprachraum auch «Wolf number» genannt) eingeführt.

Diese Relativzahl ist ein einfaches und weltweit benutztes Mass zur Charakterisierung der Sonnenaktivität.

Die Formel dieser Relativzahl heisst: $R = k(10g + f)$

Der Buchstabe g bedeutet demnach die Zahl der Fleckengruppen auf der Sonne und der Buchstabe f die Gesamtzahl aller Flecken in diesen Gruppen.



Auf die Zahl 10 innerhalb dieser Formel komme ich später zu sprechen.

Befindet sich nur ein einziger Fleck auf der Sonne so ist R = 11. Wenn z.B. eine Gruppe mit 5 Flecken vorhanden ist, ist R = 15. Wenn fünf voneinander unabhängige Einzelflecken vorhanden sind ergibt das dagegen R = 55.

Damit man unterscheiden kann, welche Flecken gehören zu welcher Gruppe, bedient man sich eines Klassifikationsschemas für Sonnenfleckengruppen, das von Prof. Max-Waldmeier, der von 1945 bis 1979 Direktor der Eidg. Sternwarte in Zürich war, eingeführt wurde. Die Gruppen und Flecken werden also jeden Tag gezählt, klassifiziert und die Relativzahl ausgerechnet.

In der Relativzahlformel gibt es noch den bereits erwähnten Faktor 10 (Gewichtsfaktor).
R. Wolf hat diesen Faktor willkürlich eingeführt.
Das Auftreten einer neuen Gruppe wurde von ihm 10-fach höher bewertet als ein neuer Fleck innerhalb einer schon bestehenden Gruppe. Diese Einführung des Gewichtsfaktor 10 erwies sich nachträglich als sinnvoll.

Wolf bestimmte die Relativzahl durch Beobachtungen an einem Fraunhofer-Refraktor mit 8 cm Oeffnung und 110 cm Brennweite bei 64-facher Vergrösserung. Dieses Gerät stand und steht heute noch auf dem Dach der Eidg. Sternwarte in Zürich. Mit diesem Instrument werden auch heute noch jeden Tag die Sonnenflecken beobachtet und gezählt.

Für eine möglichst lückenlose Statistik der Relativzahl war die Hinzuziehung von Beobachtungen anderer Astronomen und anderer Geräte notwendig.

Um diese Beobachtungen auf eine einheitliche (nämlich seine eigene) Skala zu reduzieren, hat Wolf den Reduktionsfaktor k eingeführt. Für sein Instrument und seine Zählart der Flecken setzte er k = 1. Mit dieser Methode konnte Wolf den Anfang der lückenlosen Relativzahl-Reihe mit Hilfe früherer Beobachtungen bis ins Jahr 1749 zurückverlegen.

Seit 1981 ist allerdings nicht mehr die Zürcher Sternwarte Bezugssternwarte für die Berechnung des k-Faktors, sondern diejenige von Brüssel «S.I.D.C.» (Sunspot Index Data Center) in Uccle/Belgien.

Die Formel zur Berechnung des k-Faktors:

$$\frac{\text{Brüsseler Relativzahl}}{\text{Eigene Relativzahl}} = \text{k-Faktor}$$

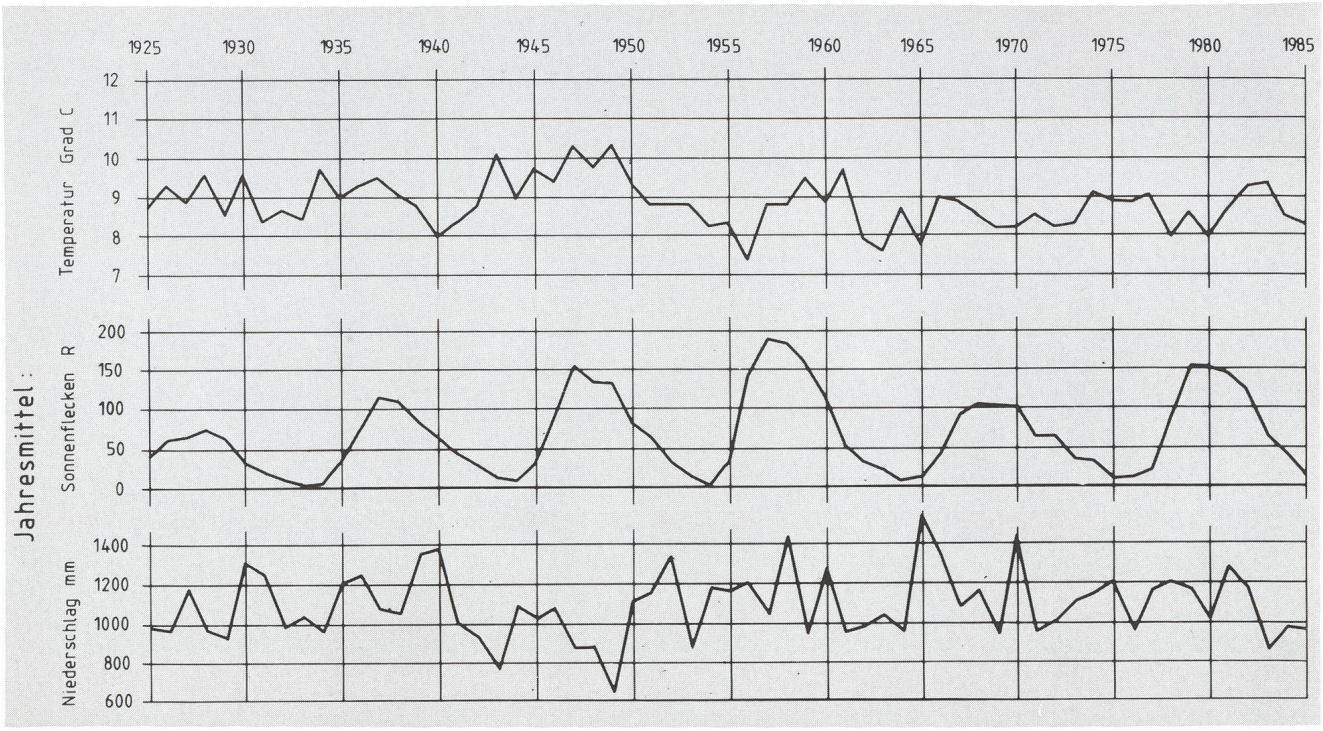
Diese Berechnung ist interessant für eigene Beobachtungen. Je gleichmässiger dieser berechnete k-Faktor ist, desto besser sind die eigenen Beobachtungen.

*Literatur:*


- Handbuch für Sonnenbeobachter 1982
- Annalen der Meteorologischen Anstalt Zürich ab dem Jahr 1864
- «So wird das Wetter» 1981, von Joseph Braun (Falkenverlag)



*Adresse des Autors:*
XAVER WILLI, Langmattstrasse 7, CH-5422 Oberehrendingen

# Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen

Mai 1988 (Mittelwert 60,7)

| Tag | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | 69 | 88 | 81 | 82 | 85 | 81 | 46 | 59 | 72 | 76 | |
| Tag | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| R | 68 | 56 | 50 | 33 | 47 | 55 | 40 | 38 | 17 | 17 | |
| Tag | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| R | 28 | 30 | 38 | 67 | 68 | 82 | 81 | 76 | 71 | 92 | 89 |

Juni 1988 (Mittelwert 109,4)

| Tag | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R | 109 | 100 | 110 | 118 | 136 | 156 | 149 | 149 | 185 | 153 |
| Tag | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| R | 107 | 77 | 44 | 55 | 66 | 84 | 81 | 68 | 69 | 72 |
| Tag | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| R | 87 | 97 | 95 | 100 | 124 | 128 | 123 | 141 | 140 | 160 |

HANS BODMER, Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee

# Komet Liller 1988a

ARMIN MÜLLER

*Aufnahme am 6. Mai 22 h 55' bis 23 h 37' MESZ mit Objektiv 105/360 mm auf TRI Ortho. 1 Grad = ca. 34 mm*

ARMIN MÜLLER, Neuwiesenstrasse 33, CH-8706 Meilen

# Photographische Astrometrie II. Teil

Prof. Dr. MAX SCHÜRER

Als Beispiel für die photographische Astrometrie soll die Eigenbewegung des Barnard-Sterns ermittelt werden. Es liegen zwei Aufnahmen mit dem Schmidt-Teleskop der Sternwarte Zimmerwald vor, die eine vom 9. September 1964 um $20^h 46^m 30^s$ W.Z., die andere vom 21. August 1987 um $21^h 28^m 00^s$ W.Z. Die Rechnung soll für die zweite Aufnahme ausgeführt werden. Die Tabelle 1 enthält die Koordinaten und von 6 Anhaltsternen, die dem Sky-catalogue 2000.0 entnommen wurden, die Kolonnen x und v die Standartkoordinaten, deren Berechnungen für der ersten Anhaltstern erläutert werden soll. Der Aufnahmemittelpunkt hat die Koordinaten

$$\alpha_o = 269°.49 = 17^h 57^m 57^s.6 \text{ und } \delta_o = 4°.24 = 4° 14' 24''.$$

Die Brennweite des Intruments wurde zu $f_o = 1000$ mm angenommen.

$$q = \text{arctg}\left(\frac{\text{tg}\delta}{\cos(\alpha - \alpha)}\right) = 3°.73265$$

$$\text{tgs sinp} = \frac{\cos q \,.\, \text{tg}(\alpha - \alpha_o)}{\cos(q - \delta_o)} = -0.015205$$

$$\text{tgs}\,.\cos p = \text{tg}(q - \delta_o) = -0.008855$$

Bei ebener Emulsion erhält man die Standardkoordinaten durch Multiplikation mit $f_o$ der beiden letzten Ausdrücke.
Bei Schmidtkameraaufnahmen lauten die Formeln für die Standardkoordinaten: $x = f_o \cdot s \cdot \sin p$ und

$$y = f_o \cdot s \cdot \cos p.$$

Die obigen Formel müssen deshalb noch mit $\frac{s}{\text{tgs}}$ multipliziert werden (s in Bogenmass!). tgs erhalten wir aus

$$\text{tgs} = (\text{tgs} \cdot \sin p)^2 + (\text{tgs} \cdot \cos p)^2 = 0.017595$$

und $s = 0.017594$ rad und somit $\frac{s}{\text{tgs}} = 0.099994.$

Der Wert ist nahezu gleich 1, und dieser Faktor könnte deshalb auch weggelassen werden. Bei grösseren Abständen vom Aufnahmemittelpunkt könnten aber doch bei Vernachlässigung dieses Faktors Fehler von der Grössenordnung von 1% auftreten.
Die Standardkoordinaten des ersten Anhaltsterns werden somit

$$x = -15.203 \text{ mm und } y = -8.854 \text{ mm}.$$

Die Berechnung der übrigen Standardkoordinaten soll dem Leser überlassen bleiben.

Tabelle 1

| | | | x mm | y mm | x'mm | y'mm | x–x' | y–y' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $17^h 54^m 28^s.1$ | +3°43'56" | –15.203 | – 8.850 | –14.835 | –10.019 | – 0.369 | + 1.165 |
| 2 | 17 56 11.7 | +4 50 00 | – 7.674 | +10.358 | – 8.407 | +10.544 | + 0.733 | – 0.186 |
| 3 | 17 56 47.0 | +4 22 36 | – 5.119 | + 2.386 | – 5.164 | + 2.432 | + 0.045 | – 0.046 |
| 4 | 17 56 52.4 | +4 59 16 | – 4.724 | +13.052 | – 5.548 | +13.552 | + 0.824 | – 0.500 |
| 5 | 17 59 04.0 | +4 57 17 | + 4.811 | +12.475 | + 4.440 | +13.662 | + 0.371 | – 1.187 |
| 6 | 18 00 15.5 | +4 22 07 | + 9.999 | + 2.248 | +10.601 | + 3.396 | – 0.602 | – 1.148 |

x' und y' sind die Messwerte und man erhält schliesslich die sog.
Fehlergleichung

$$x' \cdot A + y' \cdot B + C = x - x' \qquad \text{bzw.}$$

$$x' \cdot D + y' \cdot E + C = y - y'$$

Die beiden Gleichungsgruppen für die x, bzw.y besitzen auf den linken Seiten die gleichen Koeffizienten und können deshalb gemeinsam aufgelöst werden. In der Tabelle 2 sind die Unbekannten nur in die Tabelleköpfen angeschrieben.

Tabelle 2

| A/D | B/E | C/F | x-x' | v | y-y' | v |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -14.835 | -10.019 | +1.000 | = - 0.369 | - 0.002 | = +1.165 | +0.002 |
| - 8.407 | +10.544 | +1.000 | = +0.733 | - 0.010 | = - 0.186 | - 0.005 |
| - 5.164 | + 2.432 | +1.000 | = +0.045 | +0.002 | = - 0.046 | - 0.005 |
| - 5.548 | +13.552 | +1.000 | = +0.824 | +0.006 | = - 0.500 | +0.007 |
| + 4.440 | +13.662 | +1.000 | = +0.371 | - 0.001 | = - 1.187 | 0.000 |
| +10.601 | + 3.396 | +1.000 | = - 0.602 | +0.006 | = - 1.148 | +0.001 |

Es sind dies je 6 Gleichungen für die Unbekannten A,B,C, bzw. D,E,F, die nach der Methode der Kleinsten Quadrate aufgelöst werden müssen. Man bildet zu diesem Zweck die Werte $\Sigma x'x'$, $\Sigma x'y'$, $\Sigma y'y'$, $\Sigma x'$, $\Sigma y'$, $\Sigma x'(x-x')$, $\Sigma y'(x-x')$ u.s.f.
Daraus ergeben sich die sog. Normalgleichungen zu

| A/D | B/E | C/F | x-x' | y-y' |
|---|---|---|---|---|
| 480.297 | + 68.903 | - 18.913 | = - 10.360 | = - 30.148 |
| 68.903 | +599.311 | +33.567 | = +25.726 | = - 40.637 |
| - 18.913 | + 33.567 | + 6.000 | = + 1.002 | = - 1.902 |

Das sind nun 3 lineare Gleichungen mit 3 Unbekannten, die sich leicht auflösen lassen, mit dem Resultat:

| | |
|---|---|
| A = - 0.04544 | D = - 0.06756 |
| B = +0.06818 | E = - 0.04421 |
| C = - 0.35767 | F = - 0.28261 |

Setzt man diese Werte in die Normalgleichungen ein, so müssen diese streng erfüllt sein, womit man eine Kontrolle der Rechnung besitzt. In die Fehlergleichungen eingesetzt, werden diese im allgemeinen nicht streng erfüllt. Die Differenz zwischen den Beobachtungen x-x' und y-y' und den durch die Einsetzung gerechneten Werten sind in den Kolonnen v einge-

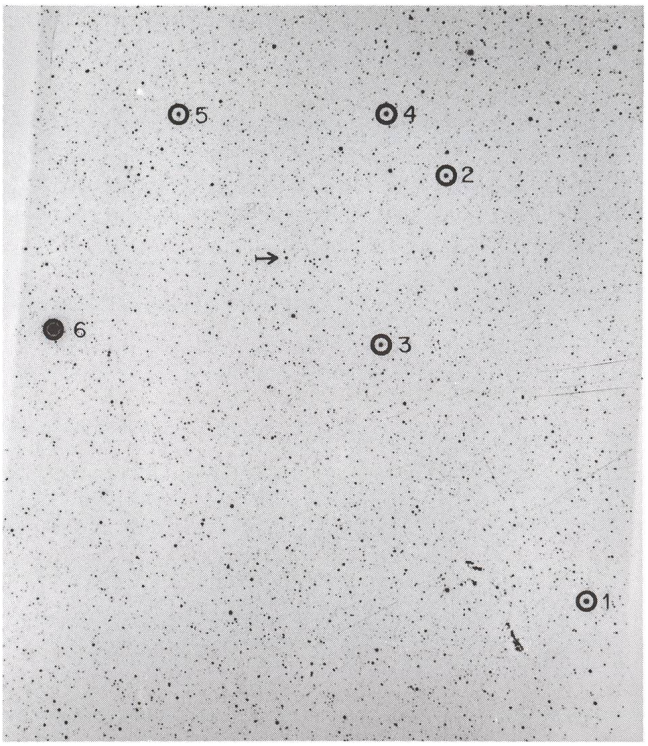



*Abb. 1 Aufnahme vom 9. September 1964*
*Der hellesstern Nr. 6 ist 66 Ophiuchi. Der Pfeil zeigt auf den Barnard-Stern.*

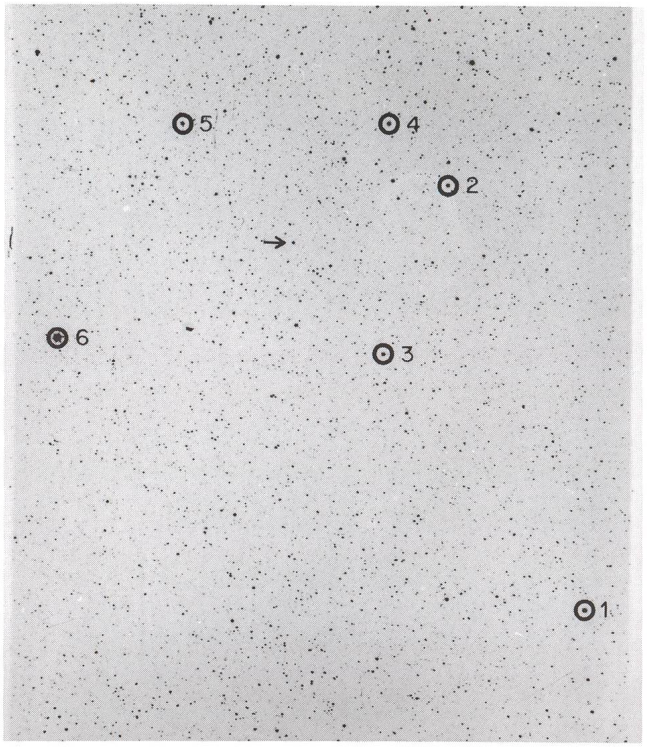



*Abb. 2 Aufnahme vom 21. August 1987*

tragen. Diese Differenzen rühren einerseits von den ungenauen Beobachtungen, andererseits aber auch von ungenauen Katalogörtern her. Da der Sky-Catalogue 2000.0 die Rektaszensionen nur auf die Zehntelzeitsekunde und die Deklinationen nur auf die Bogensekunde genau enthält, ist schon aus diesem Grunde eine Nichtübereinstimmung zu erwarten, entspricht doch einem Fehler von 0.010 mm einer Abweichtung von 2". Die Grössen v vermitteln uns eine Vorstellung von der erreichten Genauigkeit.

Es folgt nun die Berechnung der Standardkoordinaten des Barnard-Sterns. Die Messkoordinaten wurden zu

$$x' = -0.844 \text{ mm und } y' = +7.866 \text{ mm}$$

gefunden. Die Standardkoordinaten sind somit

$$x = x' + Ax' + By' + C = -0.627 \text{ mm}$$
$$y = y' + Dx' + Ey' + F = +7.293 \text{ mm}$$

Interessiert man sich auch noch für die tatsächliche Brennweite und die Verdrehung des Messkoordinatensystems gegenüber dem Standardsystem, so erhält man aus den x' -, bzw. y' -Messungen die Werte

$$f = \frac{f_o}{(A+1)^2 + B^2} = 1044.94 \text{ mm} \quad \text{bzw.}$$

$$f = \frac{f_o}{D^2 + (E+1)^2} = 1043.65 \text{ mm}$$

$$\text{und } \phi_x = \text{arctg} \frac{B}{A+1} = 4^\circ\!.085 \quad \text{bzw.}$$

$$\phi_y = \text{arctg} \frac{-D}{E+1} = 4^\circ\!.043$$

Aus den Standardkoordinaten des Barnard-Sterns errechnet man:

$$f_o s = x^2 + y^2 = 7.31990 \text{ mm oder } s = 0.00731990$$

$$\text{tgs} = 0.00732003, \qquad f_o \frac{s}{\text{tgs}} = 999.982$$

$$q - \delta_o = \text{arctg} \frac{y}{f_o \frac{s}{\text{tgs}}} = 0^\circ\!.4179, \quad q = 4^\circ\!.6579$$

$$\alpha - \alpha_o = \text{arctg} \frac{x \cdot \cos(q - \delta_o)}{f_o \cdot \cos q} = -0^\circ\!.03604$$

$$\underline{\alpha = 269^\circ\!.45396 = 17^h 57^m 48^s\!.95}$$

$$\underline{\delta} = \text{arctg}(\text{tgq} \cdot \cos(\alpha - \alpha_o) = 4^\circ\!.6579 = \underline{4^\circ 39' 28''\!.4}$$

Die Berechnung der Position des Barnard-Sterns auf der ersten Aufnahme soll als Uebung dem Leser überlassen bleiben. Es

wurden die gleichen Anhaltsterne benutzt, der Aufnahmemittelpunkt jedoch bei $\alpha_o = 269°.942$ und $\delta_o = 4°.374$ gewählt. $f_o = 1000$ mm.
Die Messkoordinaten für Anhaltsterne waren

| | x'mm | y'mm |
|---|---|---|
| 1 | -23.309 | -13.332 |
| 2 | -16.788 | + 7.136 |
| 3 | -13.594 | - 0.972 |
| 4 | -13.927 | +10.116 |
| 5 | - 3.959 | +10.174 |
| 6 | + 2.131 | - 0.099 |

und für den Barnard-Stern: x' = - 9.091 mm und y' = + 3.234 mm. Als Resultat findet man $\alpha = 17^h57^m50^s.16$ und $\delta = 4°35'31''.0$
Aus den beiden Aufnahmen ergeben sich die Differenzen in den Koordinaten zu $\Delta\alpha = +1^s.21$ und $\delta\alpha = -3'57''.4'$.
Die Zwischenzeit den beiden Aufnahmen betrug $8381^d.028 = 22.9460$ julianische Jahre.
Die Eingenbewegung des Barnard-Sterns beträgt demnach

$$EB = (15 \cdot \Delta\alpha^s \cdot \cos\delta)^2 + (\Delta\delta)^{2'} / 22.9460$$
$$= 10''.38 \text{ pro jul. Jahr}$$

Es soll nun auch noch das zweite Verfahren - Messung der Abstände des Barnard-Sterns von zwei Anhaltsternen - kurz illustriert werden. Der Aufnahmemittelpunkt der zweiten Aufnahme hat wie vorher die Koordinaten $\alpha_o = 269°.49$ und $\delta_o = 4°.24$. Die Brennweite wurde zu 1045 mm angenommen. Die Standardkoordinaten des zweiten und dritten Anhaltsterns, deren Abstände zum Barnard-Stern gemessen wurden, berechnet man damit zu

$x_1 = -8.019$ mm $\quad y_1 = 10.824$ mm
$x_2 = -5.350$ mm $\quad y_2 = 2.494$ mm .

Die Abstände wurden zu $l_1 = 8.023$ mm und $l_2 = 6.942$ mm gefunden.

Die Näherungswerte der Standardkoordinaten des Barnard—Sterns wurden zu $x_o = -0.6$ mm und $y_o = +7.3$ mm angenommen, die es nun zu verbessern gilt. Mit

$$l_{o1} = (x_o - x_1)^2 + (y_o - y_1)^2 = 8.213 \text{ mm und}$$
$$l_{o2} = \qquad = 6.757 \text{ mm}$$

erhält man die Verbesserungsgleichungen

$$0.903\ dx - 0.429\ dy = -0.190$$
$$0.703\ dx + 0.711\ dy = +0.185$$

und damit die Verbesserungen dx = - 0.059 und dy = 0.319.
Aus den verbesserten Standardkoordinaten x = - 0.659 mm und y = 7.619 mm berechnet man, wie schon früher gezeigt, die Aequatorkoordinaten des Barnard-Sterns zu $\alpha = 17^h57^m48^s.90$ und $\delta = 4°39'27''.9$. Die Unterschiede gegenüber der ersten Rechnung sind gering, insbesondere wenn man bedenkt, dass die letzten Stellen nur Rechnungsgrössen sind.
Die Aufnahme vom 9. September 1964 ergibt für den Barnard-Stern mit den Abständen 8.630 mm und 6.163 mm von den gleichen Anhaltsternen nach demselben Verfahren

$\alpha = 17^h57^m49^s.70$ und $\delta = 4°35'30''.6$

Die Aufnahmen verdanke ich Herrn Prof. Wild und die Ausmessung der Aufnahmen Herrn Hugentobler, Assistent am Astronomischen Institut Bern. Die Genauigkeit der Resultate ist recht gross, einerseits wegen der relativ grosse Brennweite, andererseits wegen der Genauigkeit der Massapparatur. Man lasse sich dadurch nicht entmutigen, auch Auswertungen gerigerer Genauigkeit haben ihren Wert.

*Adresse des Verfassers:*
Prof. Dr. MAX SCHÜRER, Thunstrasse 42, CH-3005 Bern

**ASTRO-MATERIALZENTRALE SAG**
Nach der Sommerpause (vom 4. Juli bis 24. August 1988) starten wir mit unserem **stark erweiterten SAM-Marken-Programm:**

**MEADE + CELESTRON**
**VIXEN + PURUS**

Unser neues Astro-Farb-Programm (über 100 Seiten) erhalten Sie ab 25. August 1988 gegen Fr. 3.50 in Briefmarken.
Wir stellen Ihnen neu 45 Schmidt-Cassegrain- und Newton-Teleskope vor. Im Angebot finden Sie u.a. auch 4 MEADE-Deep-Space-Teleskope, 22 VIXEN-Refraktoren und Schmidt-Kameras. Das grosse Zubehörprogramm von allen unseren Marken lässt kaum Wünsche offen.
**Vergleichen Sie (per Telephon?) mit unseren Preisen bevor Sie kaufen! Seit 42 Jahren helfen SAG-Rabatte beim Sparen! Beachten Sie unser Inserat im nächsten ORION**
Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM, H. Gatti, Postfach 251 **CH-2812 Neuhausen a/RHf 1**/Schweiz Tel. 053/2 38 68 von 20.00 bis 21.30

théâtre pour le moment
Unter freiem Himmel
(A la Belle Eoile)

eine Freilufi-Theater-Oper, in zwei Sprachen, vom 23. August bis 24. September 1988, jeden Abend (ausser Montag, sowie 28. und 30. August), bei Sonnenuntergang, auf der Elfenau, unterhalb der Stadtgärtnerei, Bus 18/19, Haltestelle Luternauweg
in Bern
Auskünfte und Reservationen: Radio TV Steiner, Weisenhausplatz 6, 031/22 20 62, jeweils nur Tag der Vorstellung. Die Vorstellungen finden nur bei ganz klarem Sternenhimmel statt! Théâtre pour le Moment, Polygonstr. 7, 3014 Bern, 031/42 95 81 oder 021/26 60 50

# Ueber das Hypersensibilisieren von TP2415 und dessen Verhalten danach

H. BLIKISDORF

Ein zuverlässiges Mass für die Leistungsfähigkeit eines Filmes und damit seine Eignung für die Astrofotografie stellt dessen Produkt aus Filmempfindlichkeit einerseits und dem Quadrat des linearen Auflösungsvermögen andererseits dar. Dieses ist beim TP2415 von Kodak (respektive TP4415: Träger = 0,18 mm dick statt 0,10 mm) hervorragend. Seine schnelle Verbreitung in der Amateur- (und professionellen) Astrofotografie ist daher nicht verwunderlich. Für die meisten astrofotografischen Arbeiten des Amateurs stellt er auch die beste Lösung dar. Seine vorteilhaften Eigenschaften sind:

- geringer bis hoher Kontrast möglich, abhängig von der Entwicklung
- sehr hohes Auflösungsvermögen (feinkörnig)
- gutes Ansprechen auf die Gassensibilisierung
- erweiterte Rotempfindlichkeit über H$\alpha$ hinaus
- preiswert im Handel erhältlich

In einer Testreihe unter reproduzierbaren Bedingungen versuchte ich herauszufinden, welche Kriterien beim Gas-Hypersensibilisieren für ein optimales Ergebnis wichtigt sind. Die Hypersensibilisierung hat ja zum Ziel, den Schwarzschildeffekt, das heisst den Verlust an Filmempfindlichkeit bei geringen Beleuchtungsstärken, möglichst zu vermeiden. Die Feststellung, dass der Planfilm TP2415 eine geringere Empfindlichkeit aufwies als der Kleinbildfilm, hatte mich seinerzeit zu dieser Testreihe veranlasst. In deren Verlaufe stellte sich dann heraus, dass ich beim Planfilm die Emulsionsseite mit der Filmrückseite verwechselt hatte. Im Gegensatz zu anderen Filmen «rauscht» nämlich nicht die Emulsionsseite, wenn man mit dem Finger darüberstreicht, sondern die Filmrückseite, und auf diese «Regel» war ich hereingefallen. Dass der TP2415 (leider!) auch von der Filmrückseite her belichtet werden kann, beweisen viele meiner schönen Astroaufnahmen aus dem Jahre 1983, nur erhöht sich dabei die dafür notwendige Belichtungszeit um das 3-fache! Desswegen aber war die durchgeführte Testreihe nicht umsonst, denn die vertieften Einsichten in den Fragenkomplex Hypersensibilisierung waren es auch wert.

Später bin ich der Frage nachgegangen, wie sich der hypersensibilisierte Film vom unbehandelten unterscheidet und wie es um seine Lagerfähigkeit bestellt ist. Gerade letztere Frage dürfte den Astrofotografen interessieren, besonders wenn er den hypersensibilisierten Film auf eine Auslandreise mitnehmen will.

Die Testeinrichtung besteht aus einer Testvorlage, welche durch eine Spotlampe beleuchtet und mit einer Kleinbildkamera fotografiert wird. Die Testvorlage enthält einen Graukeil, eine Astroaufnahme und die nötigen Notizen zur Dokumentation der Testbedingungen. Die Beleuchtungsstärke auf der Testvorlage (ca. 10 LUX bei einer 40W-Lampe in 2m Entfernung) kontrolliere ich mit einem Lux-Meter. Die notwendige Lichtabschwächung für die Testaufnahme lässt sich durch Abblenden des Objektives auf Blende 22 und durch Vorschalten eines handelsüblichen Neutralgraufilters 400x erreichen. Die Standardbelichtungszeit beträgt 10 Min. Beurteilt werden Schwärzung (Graukeil) und Kontrast der Testaufnahme.

Gegenüber Testaufnahmen am Sternenhimmel bietet diese einfache Methode den Vorteil, dass sie jederzeit, auch am Tage, verfügbar ist und gleichbleibende Aufnahmebedingungen gewährleistet. Auch heute noch dient sie zur gelegentlichen Kontrolle der Hypersensibilisierung.

Die Hypersensibilisierung kann mit Wasserstoffgas oder Formiergas (8% Wasserstoffgas, 92% Stickstoffgas) durchgeführt werden. Der Umgang mit dem explosiven Wasserstoffgas erfordert unbedingt die nötigen Kenntnisse und Vorsichtsmassnahmen! Vom Sicherheitsstandpunkt her ist es besser das ungefährliche Formiergas zu verwenden. Das Ergebnis ist bei beiden Gasen dasselbe, einzig die erforderliche Behandlungsdauer respektive Gastemperatur unterscheidet sich. Ich

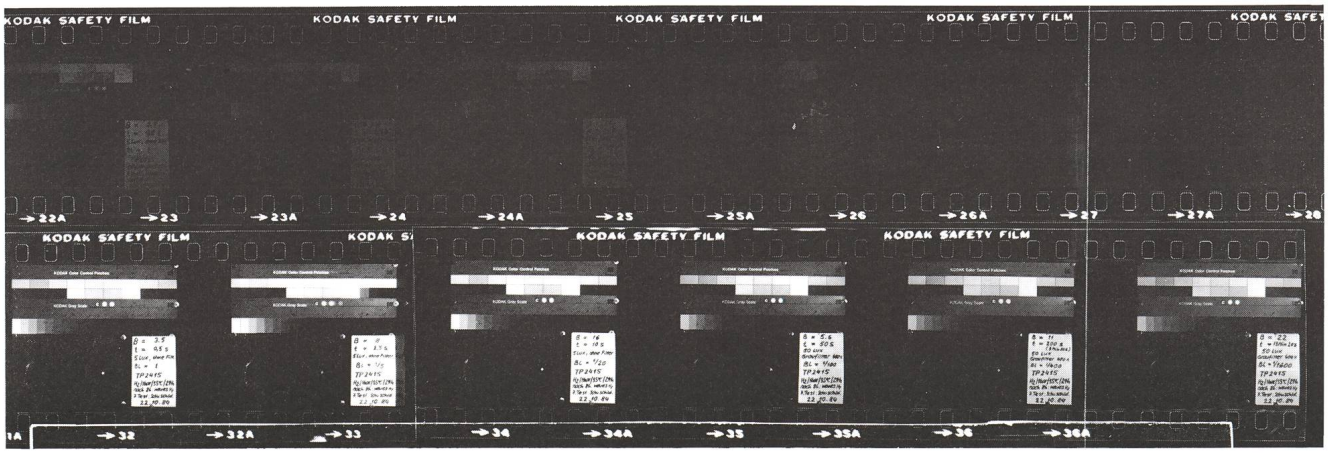



*Abb. 1 Einfluss des Schwarzschildeffektes (B×T = konstant) obere Reihe: TP2415 nicht sensibilisiert untere Reihe: TP2415 hypersensibilisiert von links nach rechts: T=0,5s/2,5s/10s/50s/200s/13Min20s*

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato **4/88**

Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

# Veranstaltungskalender / Calendrier des activités

**17. September 1988/17 septembre 1988**
Schweizerischer Tag der Astronomie
Journée suisse de l'astronomie

**19. September 1988**
«Kometen, Monde, Neue Sterne: der Einfluss der Beobachtungen auf die Kopernikanische Revolution». Vortrag von PD Dr. ULRICH NIEDERER, Universität Zürich. Astronomische Gesellschaft Bern. Naturhistorisches Museum, Bernastrasse 15, Bern, 20.15 Uhr.

**Zukünftige Sonnenfinsternisreisen - Voyages à venir pour l'observation du soleil.**
1990 Juli/juillet: Sibirien/Sibèrie (wenn möglich - si possible)
1991 Juli/juillet: Mexico

**Oktober 1990**
11. Schweizerische Amateur-Astro-Tagung in Luzern
11ème Congrès suisse d'astro-amateurs à Lucerne

## Observatoire d'Ependes (Fribourg)

Pour cause de changement intervenu dans l'exploitation de l'Observatoire, celui-ci reste fermé en principe jusqu'à fin septembre 1988.

Il est toutefois possible d'organiser des visites de groupes, sur demande préalable.

**Adresse de contact:**
Secrétariat de l'UPCF
Case postale 915
1701 **Fribourg**
**Tél. 037/22 77 10**

## Sternwarte Ependes (Freiburg)

Infolge von Änderungen in der Leitung der Sternwarte von Ependes bleibt diese bis Ende September grundsätzlich geschlossen.

Gruppenbesuche können bei vorheriger Anmeldung durchgeführt werden. Es werden auch bereits Voranmeldungen von Schulen oder anderen interessierten Gruppen für den Herbst und Winter 1988 entgegengenommen.

**Kontaktadresse:**
Sekretariat der Sternwarte Ependes
Postfach 915
1701 **Freiburg**
**Tel. 037/22 77 10**

# Schweizerischer Tag der Astronomie

Die Schweizerische Astronomische Gesellschaft feiert dieses Jahr ihr 50 - jähriges Jubiläum und proklamiert den

**17. September 1988**

als Schweizerischen Tag der Astronomie.

Schweizerischer Tag der Astronomie, warum: Die Schweizerische Astronomische Gesellschaft (SAG) will zwischen allen astronomisch Interessierten freundschaftliche und wissenschaftliche Beziehungen herstellen und die Verbreitung des astronomischen Gedankengutes fördern. Ein gesamtschweizerischer Tag der Astronomie verleiht diesen Zielen auf sinnvolle Weise Nachdruck: eine zeitlich und thematisch koordinierte Aktivität.

Das gesamtschweizerische Thema für dieses Jahr heisst:

**Der Gebrauch von Sternkarten**

Auf der Seite gegenüber finden Sie eine Sternkarte für den Monat September und eine Anleitung, wie sie zu gebrauchen ist.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen
Schweizerische Astronomische Gesellschaft.

## Die wichtigsten astronomischen Ereignisse im September:

**Mond:**

| | | |
|---|---|---|
| Letztes Viertel | 3.9. | 5.51 Uhr |
| Neumond | 11.9. | 6.50 Uhr |
| Erstes Viertel | 19.9. | 5.19 Uhr |
| Vollmond | 25.9. | 21.08 Uhr |
| Erdferne | 10.9. | 17.00 Uhr |
| Erdnähe | 25.9. | 6.00 Uhr |

**Planeten:**

| | |
|---|---|
| Merkur: | Am Abend im Westen |
| Venus: | Am Morgen im Osten |
| Mars: | Um Mitternacht im Süd |
| Jupiter: | Am Morgen hoch im Südosten im Sternbild Stier |
| Saturn: | Am Abend tief im Südwesten im Schützen |

Sonne und Mond am 17. September 1988:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sonnenaufgang: | 7.06 Uhr | Mondaufgang: | 13.56 Uhr |
| Sonnenuntergang: | 19.35 Uhr | Monduntergang: | 21.51 Uhr |

**Herbstbeginn; Herbst-Tagundnachtgleiche:**

22. September um 21.29 Uhr

**Ende der Sommerzeit:**

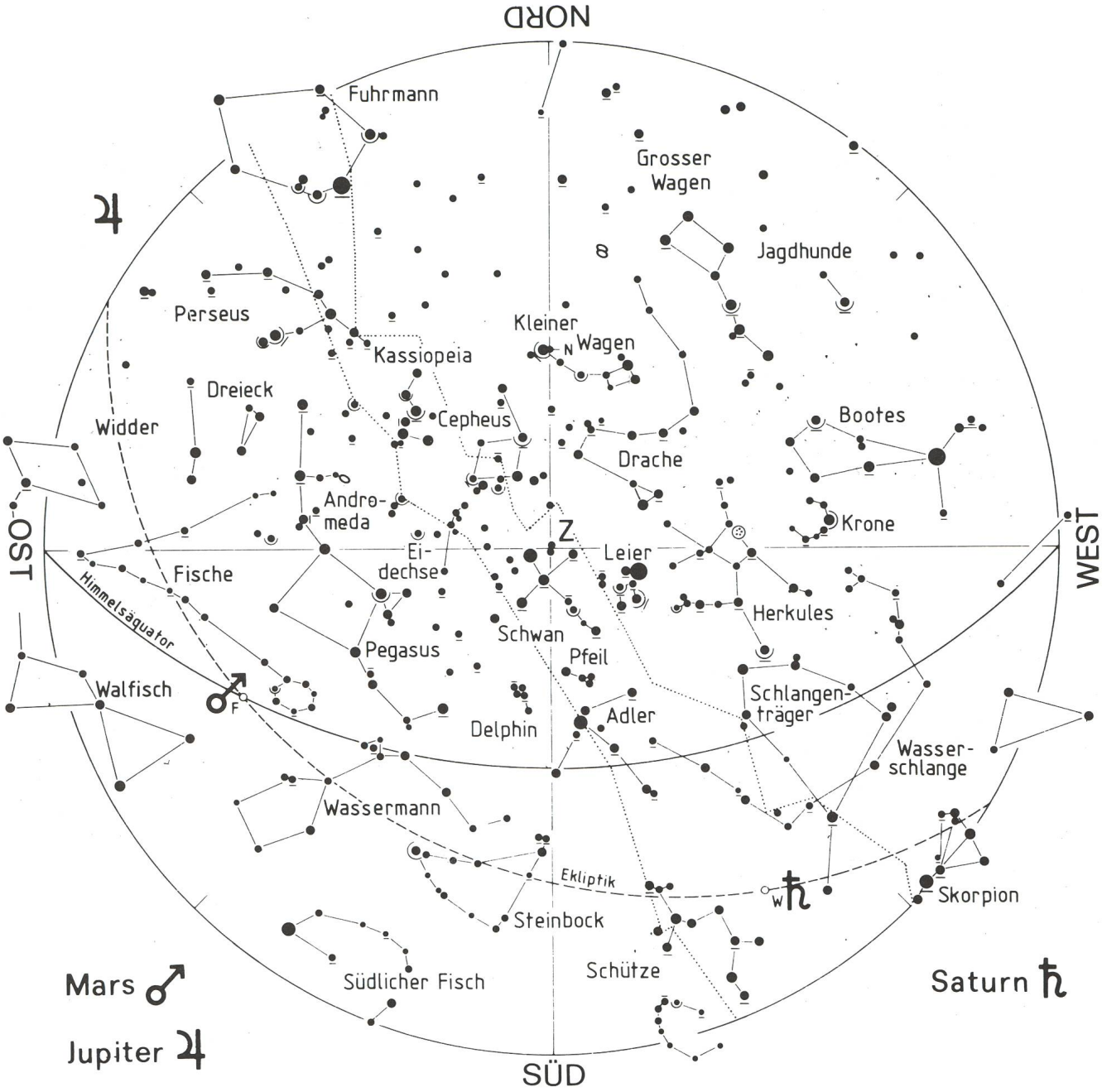
Am 25. Sept. um 3 Uhr werden die Uhren auf 2 Uhr zurückgestellt

**Günstige Marsopposition am 28. September 1988**

Um 5.25 Uhr erreicht Mars dieses Jahr eine ausserordentlich günstige Opposition. Seine Distanz zur Erde beträgt nur 58,81 Millionen Kilometer. Aus diesem Grund ist Mars im Fernrohr ein günstig zu beobachtendes Objekt. Mars ist im Monat September die ganze Nacht am Himmel als helles, rötliches Objekt zu sehen.

Der ORION ist die Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft. Er erscheint 6 mal jährlich. Der Text ist reich illustriert und informiert aktuell über die vielfältigen Belange der Astronomie.

*Adresse:* ANDREAS TARNUTZER, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern




**Sternkarte für Mitte September 1988, 23 Uhr MESZ**

Die Sternkarte zeigt den Himmel so, wie wir ihn von unten in die Himmelskugel blickend sehen. Ihre kreisförmige Umrandung entspricht dem Horizont. Der mit Z bezeichnete Punkt heisst Zenit; er liegt senkrecht über Ihnen im Zentrum des Himmelsgewölbes.

Die Sterne sind als Punkte eingezeichnet. Die Punktgrösse entspricht der Helligkeit der Sterne.

Die Planeten sind mit den ihnen zugeordneten Symbolen bezeichnet.

Die übrigen Planeten sind entweder sehr schwach oder überhaupt nicht zu sehen.

Wie finden Sie die auf der Sternkarte eingezeichneten Sternbilder und Planeten?

1. Stellen Sie sich in die Blickrichtung, in der Sie beobachten wollen.
2. Halten Sie die Sternkarte senkrecht vor sich hin.
3. Drehen Sie die Sternkarte so, dass die Ihrer Beobachtungsrichtung entsprechende Himmelsrichtungsbezeichnung unten ist, d.h. wenn Sie nach Süden blicken, muss das am Kartenrand angegebene Wort Süd unten sein, wenn Sie nach Osten schauen, muss Ost unten sein.

# Journée Suisse de l'Astronomie

La Société Astronomique Suisse (SAS) fête cette année le jubilé de ses 50 ans et proclame le

**17 septembre 1988**

journée suisse de l'astronomie

Pourquoi cette journée? La SAS veut favoriser des relations tant scientifiques qu'humains entre les gens qui s'intéressent à l'astronomie. Notre société veut également favoriser une diffusion plus large de l'astronomie. Une journée de l'astronomie à l'échalon national donnera une impulsion significative vers ces buts. Il s'agira d'une action coordonnée dans le temps et autour d'un thème.

Thème de cette année:

**L'utilisation des cartes célestes**

Ci-contre vous trouverez une carte céleste pour les soirs de septembre et une brève notice explicative.

Nous souhaitons beaucoup de plaisir a chacun
La Société Astronomique Suisse

## Principaux événements astronomiques de septembre:

**Lune:**

| | | |
|---|---|---|
| Dernier quartier | le 3 à | 5 h 51 |
| Nouvelle Lune | le 11 à | 6 h 50 |
| Premier Quartier | le 19 à | 5 h 19 |
| Pleine Lune | le 25 à | 21 h 08 |
| Apogée | le 10 à | 17 h 00 |
| Périgée | le 25 à | 6 h 00 |

**Planètes:**

| | |
|---|---|
| Mercure: | Le soir, bas sur l'W |
| Vénus: | Le matin à l'EST |
| Mars: | Le soir à l'E, en milieu de nuit au S, le matin à l'W |
| Jupiter: | Le matin, haute au SE |
| Saturne: | Le soir, bas au SW |

| | Lever | Coucher le 17 septembre 1988 | |
|---|---|---|---|
| Soleil: | 7 h 14 | 19 h 42 | à Lausanne |
| Lune: | 14 h 02 | 22 h 02 | |

**Début de l'automne:**

Equinoxe le 22 sept. à 21 h 29

**Changement d'heure:**

Le 25 à 3 h 00, les horloges reculent à 2 h 00

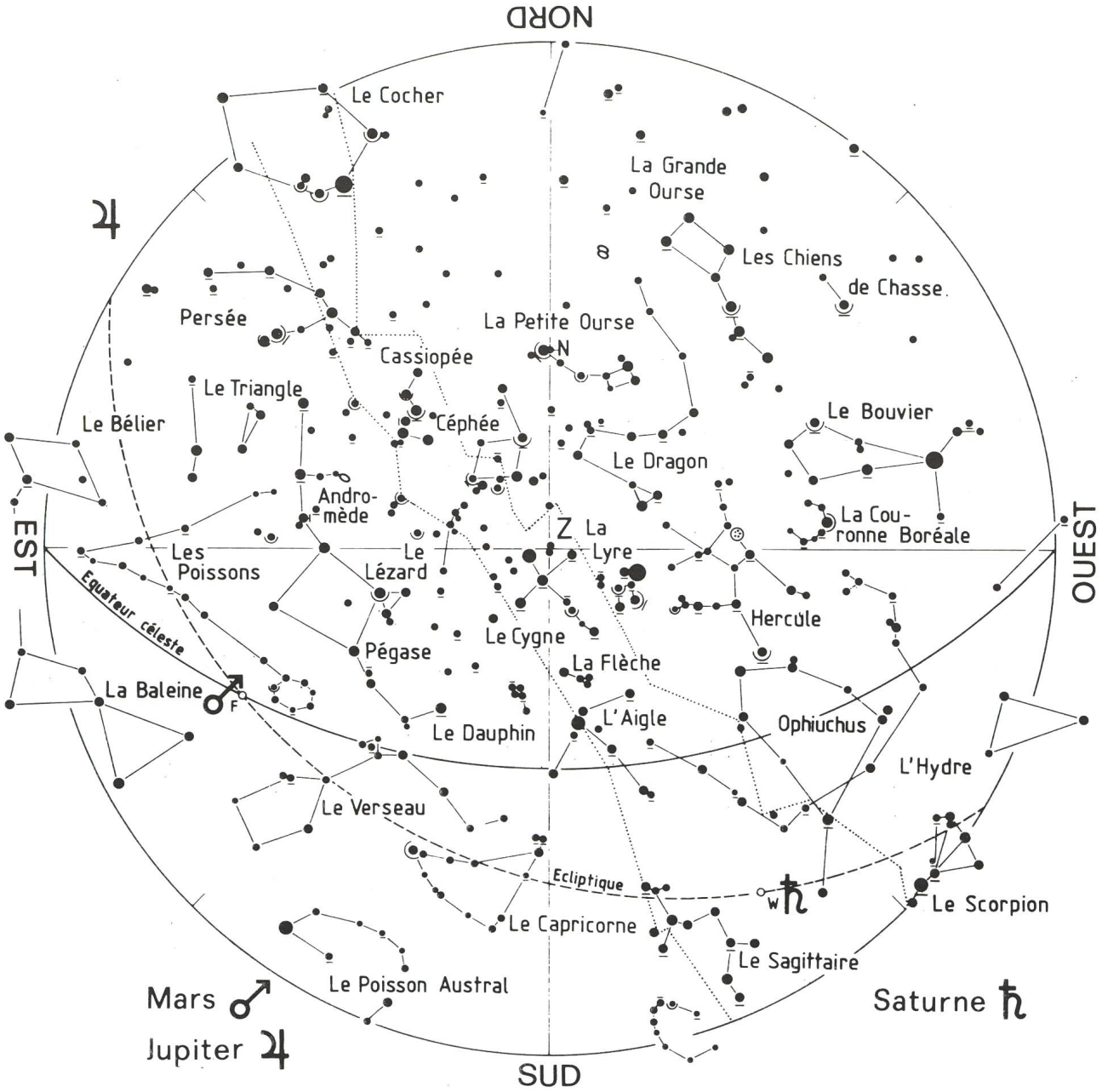
**Opposition de Mars le 28 septembre 1988**

Mars se trouve ce jour-là, à 5 h 25, en une opposition exceptionelle puisque la distance Terre-Mars n'est alors que de 58,81 millions de km. Cette planète ne se rapprochera plus autant de la Terre avant l'an 2000. Pour cette raison l'observation de Mars à l'aide d'un instrument est très favorable. Mars est visible ce mois durant toute la nuit comme astre rougeâtre et brillant.

Si vous êtes intéressé par l'astronomie abonnez-vous à ORION organe de la Société astronomique Suisse, 6 numéros par an. Vous serez informé sur les multiples aspects de l'astronomie actuelle.

*Adresse:* ANDREAS TARNUTZER, 9 Hirtenhofstr., 6005 Lucerne

Vous pouvez aussi prendre contact avec l'une des 33 sections régionales de la Société Astronomique Suisse




**Ciel le 17 septembre 1988 à 23 h**

La carte céleste représente le ciel comme s'il s'agissait d'une demi-sphère vue d'en bas. Le pourtour circulaire figure l'horizon. Le centre du cercle, qui est le zénith, est désigné par la lettre Z. C'est, pour nous, la direction verticale. Les étoiles sont représentées par de petits cercles pleins dont le diamètre croît avec l'éclat apparent. Les planètes sont désignées par leurs symboles usuels, à savoir ♂ pour Mars, ♃ pour Jupiter, ♄ pour Saturne. Les autres planètes sont ou trop faibles ou au-dessous de l'horizon.

Comment procéder pour trouver un astre ou un groupe d'astre sur la carte céleste?

1. Tournez-vouz dans la direction de (s) objet (s) que vous voulez observer,
2. Tenez la carte verticalement devant vous,
3. Tournez la carte de manière que l'image de la région à observer soit en bas. Par exemple, si vous voulez regarder vers l'Est, le bord de la carte marqué «Est» doit être en bas.

Remarque: Du moment que la carte céleste est conçue pour être utilisée face au ciel, on comprend que l'Est (par exemple) soit à gauche du Nord et non pas à droit comme sur les cartes topographiques ou routières.

# Giornata svizzera dell'astronomia

La Società Astronomica Svizzera festeggia quest'anno il suo cinquantesimo anniversario e proclama il

**17 settembre 1988**
giornata svizzera dell'astronomia

Perchè questa giornata? La S.A.S vuole favorire le relazioni umane e scientifiche tra le persone che s'interessano all'astronomia; essa vuole altresì promuovere una più larga diffusione delle conoscenze astronomiche ed una giornata come questa, a livello nazionale, darà sicuramente un impulso significativo in tale direzione. Si tratta di un'azione coordinata nel tempo e attorno a un tema.

Tema di quest'anno: **l'utilizzazione della carta celeste**

Nella pagina 161/23 è riprodotta una carta celeste valevole per la sera del 17 settembre corredata da una breve nota esplicativa.

**Nota:** rileverete che sulla carta celeste l'EST (per es.) si trova a sinistra del SUD, e non a destra, come nelle carte topografiche o stradali; queste ultime infatti si utilizzano come viste dall'alto, mentre la carta celeste è vista dal basso, come in realtà.

## Principali avvenimenti astronomici di settembre

(ore in tempo legale)

**Luna:**

| | | |
|---|---|---|
| Ultimo Quarto | il 3 alle | 5h51 |
| Luna Nuova | l' 11 alle | 6h50 |
| Primo Quarto | il 19 alle | 5h19 |
| Luna Piena | il 25 alle | 21h08 |
| Apogeo | il 10 alle | 17h00 |
| Perigeo | il 25 alle | 6h00 |

**Pianeti:**

| | |
|---|---|
| Mercurio | la sera, basso verso ovest |
| Venere | il mattino, verso oriente |
| Marte | la sera verso est, in piena notte a sud, al mattino verso ovest |
| Giove | al mattino, alto verso sud-est |
| Saturno | la sera, basso verso sud-ovest |

| | Sorgere | Tramonto (il 17 settembre a Locarno) |
|---|---|---|
| Sole | 7h01 | 19h27 |
| Luna | 13h51 | 22h00 |

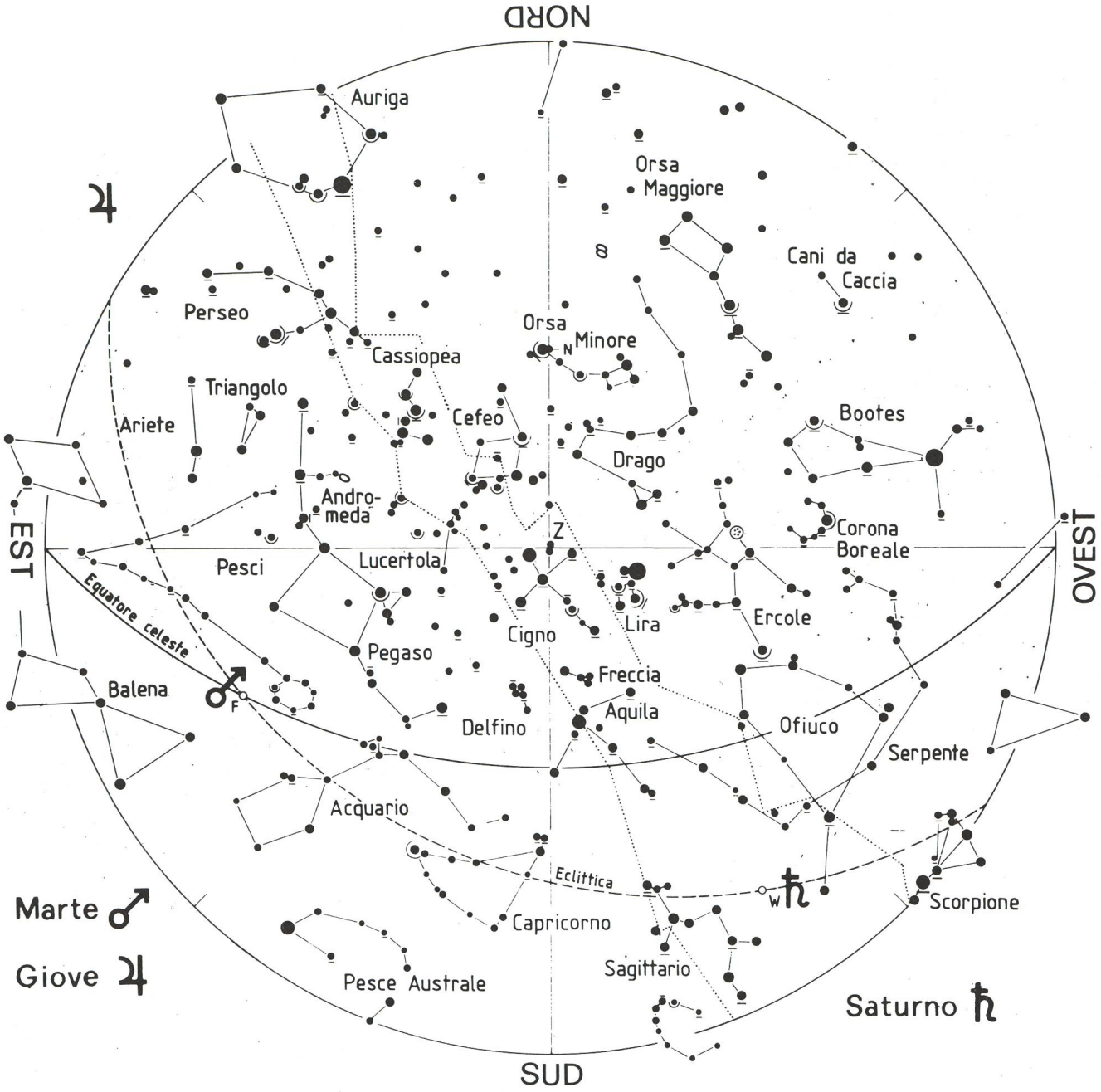
**Inizio dell'autunno (equinozio):** il 22 settembre alle 21h29

**Cambiamento dell'ora estiva:** il 25 alle 3h,gli orologi vengono spostati sulle 2h.

**Opposizione di Marte il 28 settembre 1988.**

Il rosso pianeta si trova in quel giorno, alle 5h25, in un'opposizione molto favorevole perchè la distanza dalla Terra non sarà che di 58,8 milioni di chilometri, ciò che non succederà più prima dell'anno 2000. Per questa ragione l'osservazione telescopica dei dettagli superficiali di Marte sarà molto favorevole. Il pianeta potrà essere osservato per tutta la notte, la costellazione dei Pesci, come brillante astro rossastro.

ORION è l'organo della Società Astronomica Svizzera ed appare 6 volte all'anno: esso vi informa sui molteplici aspetti dell'astronomia d'oggi. Informazioni presso la segreteria: M. ANDREAS TARNUTZER, 9 Hirtenhofstrasse, CH-6005 Luzern. Società Astronomica Ticinese, presso Specola Solare Ticinese, CH-6605 Locarno Monti.




**Il nostro cielo di metà settembre alle 23h**

La carta celeste rappresenta il cielo come se fosse una semisfera cava vista dall'interno. Il contorno circolare rappresenta l'orizzonte. Il centro del circolo, lo zenit, è segnato con la lettera Z ed è il punto sulla verticale dell'osservatore. Le stelle sono rappresentate con dei circoli neri il cui diametro è proporzionale alla luminosità apparente. I due pianeti visibili ad occhio nudo in quel momento sono indicati coi loro simboli abituali, ossia ♂ per Marte e ♄ per Saturno. Gli altri pianeti sono troppo deboli o sono invisibili perchè si trovano al di sotto dell'orizzonte, come è il caso per Giove ♃ .

Come procedere per individuare un astro o una costellazione sulla carta celeste?

1. Giratevi in direzione dell'oggetto ( o della costellazione) che volete identificare,
2. Tenete la carta verticalmente davanti a voi,
3. Girate la carta fino a quando la parte dell'orizzonte alla quale siete rivolti, risulti verso il basso (per far questo dovete sapere la direzione dei punti cardinali). Per esempio, se state guardando verso est, il bordo della carta segnato «EST» deve essere rivolto in basso.

# Samstag, 17. September 1988

**Schweizerischer Tag der Astronomie**
Zum 50-jährigen Jubiläum der Schweiz. Astronomischen Gesellschaft

## Ausstellung:

10.00–19.00 Telescope für Erd- und Himmelsbeobachtungen und die entsprechenden Zubehöre.

Astronomische Hilfsmittel, Bücher, Sternkarten, Poster, Diapositive.

## Beobachtungen:

(Nur bei schönem Wetter)

12.30–16.30 **SONNE**: Sonnenflecken und Protuberanzen mit H-Alpha-Filter.

19.00–24.00 **MOND und PLANETEN**: Mars, Saturn,

**ASTRONOMISCHE OBJEKTE**: Galaxien, Planetarische Nebel, Sternhaufen usw.

## Gratis-Informationen:

**DIA-VORTRÄGE**:

Einführung in die Astronomie

Wahl der richtigen Instrumente+Zubehöre

*Durchgeführt durch Astro-Optik, Beat Kohler, Wetzikon*

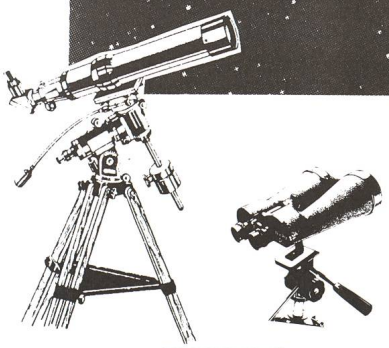
Anleitung zur Benützung von Sternkarten

**WO?** **Pfannenstiel-Kulm** (847 m) **Egg/Meilen ZH** (ca. 15–20 Minuten von Zürich)

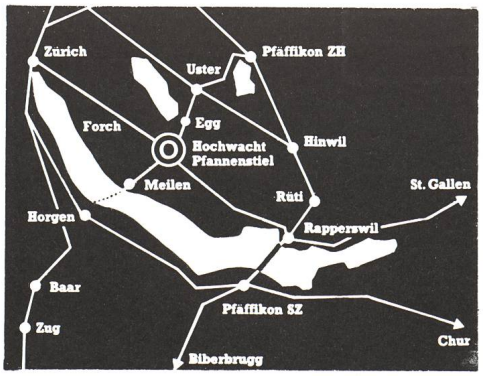
Wir laden Sie zum Besuch dieser interessanten Gratis-Veranstaltung herzlich ein.

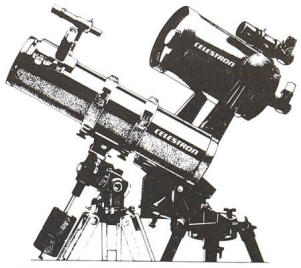
Weitere Informationen:

**Paul Wyss**
Dufourstr. 124, 8008 Zürich
Tel. 01 69 01 08, Fax 01 69 00 94

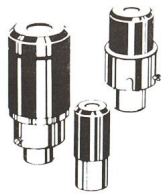


Vixen
Telescope
Feldstecher



CELESTRON
Telescope
Astro-Feldstecher



Tele Vue
Nagler-
Okulare

verwende eine Einrichtung für Wasserstoffgas, doch gelten die Erkenntnisse aus der Testreihe sinngemäss auch für Formiergas. Der Gasdruck während der Hypersensibilisierung beträgt 1,2 bar absolut (ca. 0,2 bar Ueberdruck).

In Bezug auf die Gastemperatur (20 - 40°C) konnte ich keinen Einfluss auf die Qualität der Hypersensibilisierung feststellen. Hingegen ist die Behandlungsdauer stark von der Gastemperatur abhängig. So ist bei 20°C und 6 Tagen Behandlungsdauer das Ergebnis dasselbe wie bei 35°C und 24h. Eine deutliche Verbesserung ist aber erreichbar, wenn nach Ablauf von 1/3 der Behandlungsdauer das Gas im Sensibilisierbehälter ersetzt wird. Für das Sensibilisieren bei 35°C wird der Sensibilisierbehälter in eine hochisolierende Schaumstoffisolation gestellt und mit einer Heizung geringer Leistung (nur gerade2W!) aufgewärmt.

Abb.1 zeigt den Einfluss des Schwarzschildeffektes. Die Lichtmenge, d.h. das Produkt BxT (Beleuchtungsstärke x Belichtungszeit) war bei allen Aufnahmen konstant. Von links nach rechts nimmt die Beleuchtungsstärke (BL) von 1 bis 1/1600 ab und die Belichtungszeit von 0.5s bis 13Min20s zu. Deutlich ist beim nicht sensibilisierten Film der Helligkeitsrückgang als Folge des Empfindlichkeitsabfalles bei abnehmender Beleuchtungsstärke zu erkennen, während beim hypersensibilisierten Film die Bildhelligkeit praktisch konstant bleibt.

Die Lagerfähigkeit des hypersensibilisierten Filmes ist zur Hauptsache von der Lagerungstemperatur abhängig: je kühler, desto besser! Bei Lagerung im Tiefkühlfach (-18°C) ist nach einem Jahr praktisch kein Empfindlichkeitsverlust feststellbar. Eine Lagerung im Kühlschrank bei 8°C ist mehrere Monate möglich. Bei 20°C Raumtemperatur war erst nach einem Monat ein Rückgang der Sensibilisierwirkung feststellbar.

Am besten lagert man die Filmpatrone stets in der luftdichten Kunststoffdose. Soll der Film in der Kamera bleiben, so entfernt man bei der Spiegelreflexkamera das Objektiv, wickelt das Kameragehäuse mit dem Film in einen Plastiksack und verstaut das Ganze im Kühlschrank oder sonst an einem kühlen Ort. Wichtig ist auch, dass nach dem Herausnehmen des Filmes aus dem Kühlschrank dieser solange in der Verpackung belassen wird, bis der Film respektive das Kameragehäuse die Umgebungstemperatur angenommen hat. Andernfalls besteht die Gefahr der Betauung, welche der Hypersensibilisierung schaden kann und auf jeden Fall zu vermeiden ist.

## L'hypersensibilisation du TP 2415

Le film TP 2415 de Kodak est très apprécié par les astrophotographes amateurs et professionnels à cause de ses nombreux avantages qui sont:
- possibilité de varier le contraste lors du développement;
- grand pouvoir de résolution (grain très fin);
- se prête bien à l'hypersensibilisation;
- sensible au rouge au-delà de la ligne H-alpha;
- facilement obtenu dans le commerce.

Au moyen d'une série de tests, l'auteur a cherché à définir les critères qui, lors d'une hypersensibilisation, amènent un résultat optimal. Le but est de réduire au maximum l'effet de Schwarzschild, c'est-à-dire la perte de sensibilité lors d'une exposition par faible luminosité. Il a aussi étudié le comportement du film traité par rapport au film non traité et les possibilités de conservation. Cette dernière question intéresse particulièrement l'astrophotographe s'il désire emporter le film traité lors d'un voyage à l'étranger.

L'hypersensibilisation peut s'effectuer soit au moyen d'hydrogène, soit avec du "forming gas" (8% d'hydrogène et 92% d'azote). La manipulation de l'hydrogène est très dangereuse et demande des connaissances adéquates et des mesures de prudence; pour la sécurité il est donc recommandé d'utiliser le "forming gas". Le résultat est identique, seule la durée du traitement, resp. la température du gaz est différente. L'auteur a utilisé de l'hydrogène pour les tests mais les résultats s'appliquent également aux films traités avec du "forming gas". La pression du gaz pendent le traitement était de 1,2 bar ( env. 0,2 bar de surpression). L'auteur n'a constate aucune influence de la température du gaz sur la qualité de l'hypersensibilisation, mais la durée du traitement dépend fortement d'elle. Ainsi le résultat d'un film traité pendant 6 jours à 20°C est le même que s'il est traité pendant 24 h à 35°C. On obtient par contre une amélioration notable en remplaçant le gaz après le tiers du traitement. Pour l'hypersensibilisation à 35°C, l'appareil est placé dans un récipient bien isolé et la température est maintenue au moyen d'un chauffage de faible puissance (2 W suffisent).

La fig. 1 montre l'effet de Schwarzschild. La quantité de lumière (luminosité x temps d'exposition) était la même pour toutes les épreuves. De gauche à droite, la luminosité diminue de 1 à 1/1600 et le temps d'exposition augmente de 1 seconde à 13 minutes 20 secondes. Le film non traité montre clairement une perte de sensibilité, alors que celle-ci reste pratiquement constante pour le film traité.

La possibilité de conservation du film traité dépend essentiellement de la température ambiante: plus elle est basse, mieux cela vaut! Après l'avoir conservé pendant une année dans un congélateur (-18°C), on constate pratiquement aucune perte de sensibilté. Une conservation au frigo à 8°C est possible pendant plusieurs mois. Avec une température ambiante de 20°C, une diminution de l'effet de l'hypersensibilitation n'a été constatée qu'après un mois seulement.

De préférence, le film est conservé dans sa boîte étanche en plastique. Si l'on désire laisser le film dans la caméra, on enlève l'objectif (réflex) et on place la caméra dans un sac en plastique et conserve le tout au frigo ou à un autre endroit frais. Après avoir retiré le film du frigo ou du congélateur, il est important de le laisser dans son emballage jusqu'à ce qu'il ait atteint la température ambiante; autrement de la buée se forme, ce qui nuit à l'hypersensibilisation et qui est à éviter de toute façon.

Si l'on désire emporter le film traité en voyage, il y a lieu de le conserver dans une boîte en styropor ou sagex, ensemble avec un bloc de réfrigération (camping); le film est ainsi protégé pendant 24 h. A l'arrivée, on le place dans un frigo ou congélateur jusqu'à son utilisation.

Le TP 2415 possède également une bonne stabilité d l'image latente. Dans notre cas, cela veut dire qu'une fois exposé, l'image latente reste conservée, indépendamment de l'état de l'hypersensibilisation. Celle-ci n'a une influence que sur la création de l'image. Après une conservation prolongée, le film retourne à son stade initial, mais n'est pas détérioré. En principe, on peut le traiter une deuxième fois, mais le danger existe que le film n' ait plus une sensibilté égale sur toute sa longueur.

La fig. 2 montre les capacités de conservation du TP 2415 traité. (Traduction/résumé: W. MAEDER)

Will man den hypersensibilisierten Film auf Reisen mitnehmen, so schütze man ihn in einem gut wärmeisolierenden Styropor- oder Sagexbehälter, (auch Thermosflaschen eignen sich) zusammen mit einem tiefgekühlten Camping-Kalthalteblock. Damit ist auch bei einer 24h-Reisezeit ein genügend kühles Klima gesichert. Am Reiseziel gibt man das ganze Pack in einen Kühlschrank oder Tiefkühler, bis der Film benötigt wird.

Nach der Südamerikareise der SAG zur Beobachtung des Kometen Halley im April 1986 stellte mir Hr. Tarnutzer freundlicherweise einen der von mir hypersensibilisierten Filme zur Verfügung, der während der Reise nicht belichtet worden war. Damit bot sich die Gelegenheit, zu untersuchen, wie gut der TP2415 hyp diese Auslandreise überstanden hatte. Die Lagerung der Filme während der ca. 24-stündigen Reise nach Brasilien und zurück respektive bei Reisen und Sternwartenaufenthalten in Südamerika (ca. 10 x 7...12h) geschah wie oben beschrieben. Die ganze übrige Zeit befanden sich die Filme im Kühlschrank oder Tiefkühler. Das überraschende Ergebnis war, dass der Film nach der Reise immer noch die gleiche Empfindlichkeit aufwies wie unmittelbar nach der Hypersensibilisierung! Die Kühlhaltung des Filmes war offenbar exzellent. Wenn also auf den Transportwegen dafür gesorgt wird, dass die Lagertemperatur des Filmes nicht über 20°C steigt, kann die Hypersensibilisierung keinen Schaden nehmen. 3)

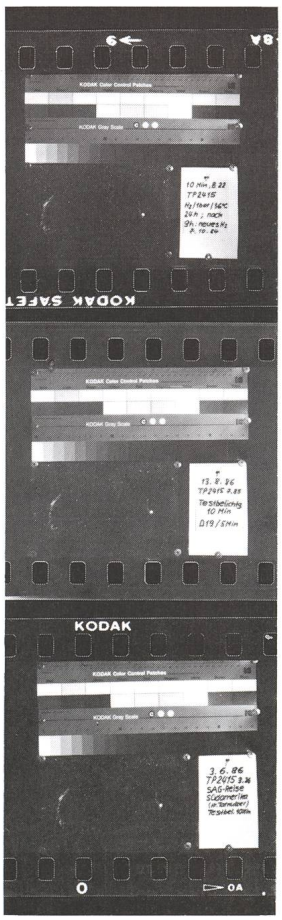



*Abb. 2 Lagerfähigkeit TP2415 hyp.*
*oben: frisch sensibilisiert*
*mitte: lagerung im Tiefkühler (-18°C) während 1 Jahr mit Auftauphase*
*unten: nach der Südamerikareise (siehe Text)*

Der TP2415 hat zudem eine sehr gute Latentbild-Stabilität. Das heisst in unserem Fall, wenn der Film einmal belichtet ist, bleibt das gespeicherte Bild auch erhalten, unabhängig vom Zustand der Hypersensibilisierung. Diese hat nur einen Einfluss auf die Bildentstehung. Die Kühlhaltung ist deshalb vor allem wegen der Verletzlichkeit der Hypersensibilisierung beim unbelichteten Film wichtig. Durch den Verlust der Sensibilisierwirkung infolge zu hoher Lagerungstemperatur resp. Überalterung kehrt der Film sozusagen in den Normalzustand zurück und ist deswegen nicht verdorben. Prinzipiell ist ein Nachsensibilisieren des Filmes möglich, dabei steigt aber auch die Gefahr von Ungleichmässigkeiten in der örtlichen Empfindlichkeitsverteilung auf dem Film. Abb. 2 demonstriert die Lagerfähigkeit des hypersensibilisierten TP2415.

Für interessierte Amateure bin ich gerne bereit, gegen Verrechnung des Arbeitsaufwandes, TP2415- Filme zu sensibilisieren. Interessenten melden sich beim Verfasser.

*Literaturhinweise:*

1) W. MAEDER: Hypersensibilisierung von Astro-Filmen. ORION 187, S. 191 (1981)

2) W. MAEDER: Der Schwarzschildeffekt. ORION 204, S. 194 (1984)

3) siehe auch A. TARNUTZER: Kleinbildaufnahmen: Supernova 1987A. ORION 221, S. 148 (1987)

*Adresse des Autors:*
H. BLIKISDORF, Alte Poststrasse 8, CH-5417 Untersiggenthalt

# Hypersensibilisierung von Filmmaterial

Gemäss dem Aufruf im ORION Nr. 219, S. 70 sind verschiedene Hinweise eingegangen; Besten Dank!

Im folgenden geben untenstehende Leute über dieses Thema gerne Auskunft, oder sind auch bereit Filme auf Wunsch zu behandeln:

HUGO BLICKISDORF, Alte Poststrasse 8, CH - 5417 Untersiggenthal
CRAIG YOUMANS, Astrophoto, CH - 1099 Vulliens
Dr. med. U. STRAUMANN, Oscar Frey-Strasse 6, 4059 Basel
KLAUS E. STALDER, Wanderstrasse 135, 4054 Basel

Im weitern werden in den folgenden Ausgaben des ORION, Artikel über das Thema Hypersensibilisierung von Filmmaterial erscheinen.

Tech. Leiter SAG,
HANS BODMER, Burstwiesenstrasse 37, CH - 8606 Greifensee

# «A la Belle Etoile»

. . . une belle soirée en août ou september à l'Elfenau à Berne. Le soleil vient de se coucher.
Sur le ciel qui s'obscurcit peu à peu, une première étoile apparaît, toute seule sur la voûte céleste: Véga. Cinq minutes plus tard, Déneb devient visible à son tour. L'obscurité augmente. Autour des étoiles les plus brillantes déjà installées au firmament se groupent des points moins lumineux: les constellations se dessinent.

Une heure après l'apparition de Véga, toutes les constellations sont devenues visibles et la Voie lactée fait briller - aimerait-on dire - ses dizaines de milliers d'années-lumière. Il y a à peine deux heures que le Soleil s'est couché.
Cette appariton progressive des étoiles, planètes et de la Voie lactée est un des spectacles les plus fascinants. Et c'est à ce spectacle que nous voulons convier le public cet été.

Il était une fois un Chinois qui a pu voyager dans l'infini des étoiles. A son retour sur la Terre, les villageois lui demandaient: «Alors, raconte!». Mais le visage du Chinois se figeait dans la stupeur, aucun mot ne sortait da sa bouche. Un jour il s'enfermait dans sa maison et les villageois l'entendaient travailler à l'intérieur. Cela durait des semaines et des semaines. Un beau soir, notre Chinois sort. Il dit aux gens que maintenant il va pouvoir leur montrer un petit peu, ô un tout petit peu de ce qu'il a vu là-haut. Et dans la nuit noire il allume les mèches du premier feu d'artifice du monde. . .

Le Théâtre pour le Moment a suivi le chemin du Chinois. Il a appris 1000 histoires, danses, musiques et autres feux d'artifice pour raconter le moment où les étoiles apparaissent au ciel.
Il a fait la connaissance de 1000 personnages qui tous, chacun à sa manière, habitent, observent ou commentent les étoiles.

cf. également annonce en page 146

# «Unter freiem Himmel»

. . . ein schöner Abend im August oder September auf der Elfenau in Bern. Die Sonne ist eben untergangen. Am Himmel, der sich langsam verdunkelt, erscheint ein erster Stern, ganz allein am Himmelsgewölbe: Wega. Fünf Minuten später wird Deneb sichtbar. Die Dunkelheit nimmt allmählich zu. Um die bereits am Firmament installierten Sterne gruppieren sich nun kleine, weniger strahlende Punkte: die Konstellationen zeichnen sich ab. Eine Stunde nach dem Auftauchen der Wega sind alle Konstellationen sichtbar und die Milchstrasse lässt abertausende von Lichtjahren leuchten (so jedenfalls möchte man es sagen). Es ist kaum zwei Stunden her, seit die Sonne untergangen ist.
Dieses progressive Auftauchen der Sterne und der Milchstrasse ist eines der faszinierendsten Schauspiele. Und zu diesem Schauspiel wird das «Théâtre pour le Moment» das Publikum in diesem Sommer einladen.

Es war einmal ein Chinese, der in die Unendlichkeit der Sterne reisen konnte. Bei seiner Rückkehr auf die Erde fragten ihn die Leute seines Dorfes: «Nun, was hast du uns zu erzählen?» Doch da erstarrte das Gesicht des Chinesen und er brachte kein einziges Wort über die Lippen. Tage später schloss er sich in seinem Haus ein, und die Dorfbewohner hörten ihn im Hausinnern arbeiten. Dies dauerte Wochen um Wochen. Eines schönen Abends trat der Chinese aus seinem Haus. Er teilte den Leuten mit, dass er ihnen nun ein kleines, aber wirklich nur ein ganz kleines Bisschen von dem zeigen könne, was er da oben gesehen habe. Und in die schwarze Nacht hinein zündete er die Schnüre des ersten Feuerwerkes der Welt an . . .

Das «Théâtre pour le Moment» folgte dem Weg des Chinesen, lernte 1000 Geschichten, Tänze, Musik und andere Feuerwerke um den Moment, in dem die Sterne am Himmel erscheinen, zu erzählen. Es lernte 1000 Figuren des Himmels kennen, von denen jede ihre eigene Art hat zu reisen.

siehe auch Inserat Seite 153

# Der Kampf zwischen Kosmos und Chaos - Versuch einer einheitlichen Deutung der antiken Sternbilder

W. EISENHUT

## Einführung

Wer das herrliche Gewölbe unseres Sternenhimmels wieder einmal auf das unbewaffnete Auge wirken lässt, der darf nach einem nächtlichen Spaziergang bestimmt auch heute noch tief beglückt und reich beschenkt nach Hause gehen. Und mancher Sternkundige, dem sich die leuchtenden Punkte fast wie von selbst als längst aufgefundene Sternbilder zusammenreihen, sehnt sich vielleicht nach seiner Jugendzeit zurück, da ihm die vielen Sterne zufällig und wahllos über das ganze Himmelszelt verstreut erschienen, ohne dass ihm das dramatische Geschehen bewusst war, das sich lautlos in uralten Schöpfungsmythen über ihm abspielte. Und doch ist es das Ziel des vorliegenden Aufsatzes, wenigstens den Versuch zu wagen, dem ursprünglichen Symbolgehalt und einheitlichen Bedeutungszusammenhang der antiken Sternbilder nachzugehen, da weitläufige einzelsprachliche Untersuchungen an Sternbildnamen zu keinem befriedigenden Verständnis des gesamten Sternbilderhimmels führen. Wird sind dabei von einem Schöpfungsmythos des sternkundlich besonders wachen altorientalisch-mesopotamischen Kulturraumes ausgegangen, wo Menschen aufgrund ihrer urtümlichen Welterfahrung erstmals ihre Aengste und Hoffnungen in zeitlosen Gestalten am Sternenhimmel beschwörten und weitergaben. Denn der antike Mensch fühlte sich in seiner angeblich primitiven Weltanschauung von der chaotischen Urflut des ihn umhüllenden Nachthimmels ebenso bedroht und gefährdet wie der heutige Mensch, den moderne kosmologische Erkenntnisse über die unheimlich bewegte Leere eines abgründigen Alls zutiefst verunsichert haben. Vom häufig gepriesenen, beglückenden antiken Bewusstsein der Geborgenheit in der Schönheit des Sternenhimmels kann jadenfalls keine Rede sein, es sei denn, wir würden uns vorschnell mit einer spielerisch oberflächlichen Deutung alles Mythischen begnügen.

## Kleine Geschichte der Sternbildbenennug

Es dürfte zunächst reizvoll sein, einen Blick in die erst vor kurzem zum Abschluss gekommene Geschichte der Sternbildbenennung zu werfen. Beginnen wir mit den jüngsten Sternbildnamen: der südliche Sternenhimmel war trotz urtümlicher Völker im polynesisch-ozeanischen Raum zum grossen Teil unbenannt geblieben. So konnten sich die einem wissenschaftlich nüchternen Geiste entsprungenen Sternbildnamen des französischen Mathematikers Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762) leicht durchsetzen. Man hat seine gegenständlichen Sternbilder als spröde und phantasielose Gebilde abgetan, drückt sich in ihnen doch schon das heutige Lebensgefühl einer entmythologisierten und geheimnislos gewordenen Welt aus. Damit wird man aber Lacaille nicht ganz gerecht. Seine von ihm an den Himmel versetzten, unentbehrlichen Schiffsgeräte wie **Kompass, Oktant, Winkelmass, Zirkel, Schiffsuhr** und **Teleskop** samt **Fadenkreuz** sind Sinnbilder einer stolzen, wenn auch allzu zukunftsgläubigen Generation, der es gelungen war, die unermesslichen Wasserwüsten der südlichen Meere auf abenteuerlichen Entdeckungsfahrten auszukundschaften. Kein Wunder, dass Lacaille das grosse Sternbild des **Schiffes Argo**, das schon antike Seefahrer am südlichen Horizont begleitet hatte, in drei Einzelbilder aufteilte, indem er Kiel, **Segel** und **Hinterdeck** unterschied. Ohne sich dessen bewusst zu sein, rührte Lacaille an ein Grundthema des antiken Sternbilderhimmels, das wir im folgenden entfalten möchten: die kleine, zerbrechliche Welt des Menschen im Widerstreit mit den grossen, übermächtigen Kräften der Natur. In diesem Sinne erinnern auch die nur schlecht erkennbaren Sternbilder etwa der **Luftpumpe** und des **chemischen Ofens** oder der **Malerstaffelei** und der **Bildhauerwerkstatt** an den wissenschaftlich ordnenden und künstlerisch gestaltenden Menschen bei der Bewältigung der rätselhaft unbändigen Umwelt.

Nur ein Jahrhundert früher bezeichnete der deutsche Astronom und Rechtsgelehrte Johann Bayer (1572-1625) in einem wissenschaftlichen Sternatlas am Südhimmel erstmals eine ganze Reihe von neuen Sternbildern, welche die exotische Tierwelt der neuentdeckten Meere und Kontinente darstellen sollten. So vesetzte er unter anderem den **Paradiesvogel**, den **Tukan**, den **fliegenden Fisch**, das **Chamäleon** oder als Fabelwesen den Wundervogel **Phönix** und als einzige menschliche Gestalt den **Indianer**, den Eingeborenen der neuen Welt, an den Himmel. Mag man auch enttäuscht sein, dass der durch das Schiff Argo angedeutete Gestaltenreichtum der griechischen Argonautensage nicht berücksichtigt wurde, die Tiersammlung Bayers dürfte umso mehr den zahlreich vertretenen Tiersternbildern aus der Antike nachempfunden sein, zumal fast zur gleichen Zeit durch den Mathematiker Jacob Bartsch und den Astronomen Johannes Hevelius sieben weitere Tiersternbilder an den Himmel gelangten, darunter das sagenumwobene **Einhorn**.

Doch wenden wir den Sternbildern des Altertums zu, die fast alle lange vor der Zeitenwende feststanden und besonders den nördlichen Sternenhimmel zieren. Schon um 140 n. Chr. stellte der berühmte Astronom Klaudios Ptolemaios im 7. und 8. Buch seines Hauptwerkes eine vollständig abgeschlossene Liste mit 48 Sternbildern samt deren wichtigsten Einzelsternen zusammen, die ihrerseits auf fragmentarische oder verschollene griechische Sternbildsammlungen aus dem 3. und 4. Jahrhundert v. Chr. zurückgeht. So beschränkten sich auch die später entstandenen, gelehrten arabischen Sternkataloge darauf, viele helle Sterne mit neuen, meist die Sternbildform erklärenden arabischen Namen zu versehen, ohne an den von den Griechen überlieferten Sternbildzeichen selbst etwas zu verändern. Nur eine oberflächliche Durchsicht aller antiken Sternbilder zeigt allerdings, dass auch weitaus die meisten griechischen Sternbildnamen nicht ursprünglich sind und auf

viel älteren Vorstellungen beruhen müssen. Wie schlecht sich Erzählungen aus der griechischen Sagenwelt auf schon vorhandene Sternbilder übertragen liessen, zeigen die künstlich wirkenden Sternbildgruppen um die Gestalt des Perseus oder Herakles. Deshalb dürfte die Herkunft der antiken Sternbilder mit grosser Wahrscheinlichkeit ausschliesslich im altorientalschen Kulturraum Mesopotamiens zu suchen sein, zumal hier Menschen seit frühester Zeit den Sternenhimmel betrachteten und in ihr Leben einbezogen.

**Weltschöpfungslied und Sintfluterzählung aus Mesopotamien**

Vor allem das berühmte und uralte Weltschöpfungslied «Enuma elisch» (so die beiden Anfangsworte des Epos, zu deutsch «Als droben») können uns den Schlüssel für ein tieferes und einheitlicheres Verständnis des ganzen Sternbilderhimmels liefern. Diesem herrlichen Mythos vom Werden der Welt zufolge, der bekanntlich im ersten Schöpfungsbericht der Bibel verarbeitet worden ist, bestand in grauer Vorzeit ein riesiges Chaos aus lauter Wasser, ein einziger endlos wässeriger Abgrund, und zwar als ungestaltet empfundene Mischung von Süsswasser Salzwasser, dargestellt durch das Götterpaar Apsû un Tiâmat, vor dem jedem damaligen Menschen graute. Daher ruhten all' ihre Hoffnungen auf einem weisen und klugen Gott namens Marduk, der den verheerenden Wassermassen Einhalt gebietet und dem schrecklichen Meerungeheuer Tiâmat auf den Leib rückt. Es kommt zum welterschütternden Chaoskampf zwischen Marduk und Tiâmat, die inzwischen auch nicht untätig geblieben ist. Die betreffende Textstelle, die in unserem Zusammenhang besonders aufschlussreich ist und im ganzen Epos noch dreimal wiederholt wird, lautet gekürzt (Tafel I/Verse 131-144): «Die Abgrundmutter Tiâmat... gebar Riesenschlangen mit spitzen Zähnen... Wütende Meerdrachen bekleidete sie mit Furchtbarkeit... Sie schuf die Wasserschlange, furchtbare Drachen und sphinxartige Mischwesen, gewaltige Stürme, tolle Hunde, Skorpionmenschen, wütende Dämonen, Fischmenschen und Kentauren,... im ganzen elf nach dieser Art.» Marduk jedoch besteigt den Streitwagen, schiesst über dem Pferdegespann einen Pfeil ab, zerreisst damit der Tiâmat den Bauch und spaltet den Rumpf des Ungeheuers vom Rachen bis zum Schwanz wie einen getrochneten Fisch mitten entzwei, um aus dem geteilten Leichnam eine kunstvolle Welt für Götter und Menschen zu schaffen. Er drückt die beiden Hälften auseinander, sodass im Zwischenraum Himmel und Erde entstehen, jener zerbrechliche Kosmos, der vom zurückgedrängten, aber nach wie vor allgegenwärtigen Chaos völlig umschlossen bleibt. Der Sicherung und Festigung der von Marduk erkämpften und geschaffenen Welt diente vor allem die Anordnung der Tierkreissternbilder der jährlichen Himmelsbahn der Sonne entlang, wie die ganz der Sternkunde gewidmete 5. Tafel (Verse 1-4) lehrt: «Marduk ersann Standorte für die grossen Götter. In Sternbildern ordnete er ihre Ebenbilder, die Sterne. Er bestimmte das Jahr, teilte Abschnitte ab. Für jeden der zwölf Monate bestimmte er drei Sterne.» Die Abfolge der regelmässig wiederkehrenden Jahreszeiten und ihren Zeichen am Himmel schenkten dem damaligen Menschen jene Geborgenheit, deren er in seiner Sorge um den fruchtbaren Fortbestand alles Lebens dringend bedurfte. Daher stellte Marduk zwischen den unerschlossenen Chaoswassern und dem geordneten Schöpfungsraum auch Wächter auf, starke, riesenhafte, göttliche Sterngestalten, welche die bedrohlichen Wassermassen abriegeln und den Kosmos Marduks vor dem Chaos Tiâmats schützen sollen. So heisst es im Weltschöpfungslied am Ende der 4. Tafel (Verse 138-141): «Der einen (nördlichen) Hälfte (der toten Tiâmat) bediente er sich, das Himmelsgewölbe zu machen. Er zog den Riegel, setzte Wächter ein und befahl ihnen, die Wasser Tiâmats nicht herauszulassen. Er ging über den Himmel und durchforschte ihre Stätten.» Auch Hiob klagt einmal vor Gott, wie wenn er die böse Tiâmat selber wäre, ganz der Bildersprache des Weltschöpfungsliedes verhaftet (Hiob 7,12): «Bin ich denn das Meer oder der Meeresdrache, dass du eine Wache wieder mich aufstellst?» Dass die dunklen Gewässer aber jederzeit in die kunstvolle Schöpfungswelt des siegreichen Marduk zurückfliessen konnten, zeigt die erschütternde Sintfluterzählung in der 11. Tafel des berühmten Gilgameschepos, die ebenfalls in den Urgeschichten der Bibel aufgenommen worden ist. Hier beginnt der weltweite Chaoskampf erneut, und nur das Schiff des weisen Utnapischtim, eine das Leben bergende Arche wie die des Noah in der Bibel, vermag zu retten, was noch Schöpfung genannt zu werden verdient. Auf dem Hintergrund dieses dramatischen Kampfes zwischen zerstörerischen Gewalten und schöpferischen Kräften, zwischen dem grenzenlosen Chaos und dem gnädig begrenzten Kosmos, dürfte die ursprüngliche Bedeutung fast aller antiker Sternbilder aufzuhellen sein.

**Seeungeheuer und Mischwesen am südlichen Sternenhimmel**

Es ist auffällig, wieviele unheimliche Wasserzeichen den südlichen Sternenhimmel überziehen. Mit gutem Grund, denn hier sind die Gestalten aus dem Weltschöpfungslied am reinsten erhalten geblieben, ohne von Figuren der grichischen Sagenwelt zu werden. Beginnen wir mit dem Reigen jener elf schöpfungsfeindlichen Ungeheuer auf der Seite Tiâmats, die aus dem abgründigen Chaosgewässer des südlichen Sternenhimmels emporsteigen. Da zischt einmal die schreckliche Wasserschlange, von den Griechen **Hydra** genannt, das flächenmässig grösse Sternbild am Himmel überhaupt, ein Seeungeheuer, das sich beinahe über die Aequatorlänge eines ganzes Nachthimmels erstreckt. Hinter der Hydra windet sich in den Händen des sogenannten Schlangenträgers, auf den wir noch zu sprechen kommen, eine weitere Wasserschlange, einfach **Schlange** genannt, dem Himmelsäquator entlang, Kopf und Schwanz bedrohlich krümmend. Tief im Süden sperrt als nächstes Meerungeheuer der **südliche Fisch**, ursprünglich der grosse Fisch genannt, sein gefrässiges Fischmaul, weit auf, woran die arabische Bezeichnung des Hauptsterns Fomalhaut mit Recht erinnern möchte. Vor dem grossen Fisch wälzt sich ein scheusslicher, wider alle schöpfung schnaubender und Feuer speiender Meerdrache in den Wasserfluten , dessen ursprüngliche Bezeichnung schon früh mit dem eher harmlos klingenden Namen des **Walfisches** wiedergegeben wurde. Das Himmelsband der Wasserzeichen unterhalb des Aequators schliesst sich mit dem gegenständlichen Sternbild des Unterweltsflusses **Eridanus**, ursprünglich nur Fluss oder einfach Wasser genannt, das in einer doppelten Schlaufe dahinströmt, bis es tief im Süden beim hellen Hauptstern Achernar sein Ende findet. Vermutlich speist der Storm die süssen Chaosgewässer der männlichen Gottheit Apsû, die sich mit den Salzwassermassen des weiblichen Ungeheuers Tiâmat vermischen und als aufgepeitschter, dunkler Meereshorizont die bewohnte Welteninsel betrohlich umkreisen, Furcht und Schrecken unter Göttern und Menschen verbreitend. Damit nicht genug, wir kommen zur Erörterung der südlichen Tierkreishälfte, deren Ungeheuerlichkeit als Band mischwesenartiger Wasserzeichen nur selten erkannt wird. In

diesen Sternbildern erlitt der damalige Mensch die Bewegung der absteigenden, erkaltenden, nach einem langen Winter tief in den südliche Gewässern fast versunkenen, erstorbenen und nur allmählich wieder auferstehenden Sonne als ein schmerzliches Werden und Vergehen, das sein Dasein erschütterte. Mit Sehnsucht erwartete man im Frühling die Befreiung der Sonne aus der Verstrickung der heimtückischen **Fische**, eines ursprünglich beflügelten Mischwesenpaares, halb Fisch, halb Vogel, das durch ein merkwürdiges Knotenband miteinander verknüpft war, wie wenn die göttliche Sonne im letzten Wasserzeichen des Tierkreises zurückgehalten würde und nicht aufsteigen dürfte. Das wässerigste Zeichen stellt zweifellos der unheimliche **Wassermann** dar, der sich nach dem Weltschöpfungslied als zwielichtiger Fischmensch in Tiâmats Chaosgewässer tummelt, zumal er einen übervollen Wasserkrug (ursprünglich ein selbständiges Sternbild!) ausschüttet und im regenreichen Winter jederzeit eine neue Sintflut heraufbeschwören kann. Auch beim sogennanten **Steinbock** handelt es sich um das mischwesenhafte Meerungeheuer eines Ziegenfisches oder Fischbockes, wie alte bildliche Darstellungen auf Grenzsteinen Mesopotamiens zeigen. Man betrachte nur einmal die dem Fischbock ähnlichen Mischwesen am Rande der berühmten Holzdeckengemälde in der romanischen Kirche von Zillis, um eine Ahnung von der Bösartigkeit des Steinbockzeichens zu bekommen. Begreiflicherweise hatte früher die Sonne in diesem greulichen Sternbild ihren tiefsten Stand am Südhimmel erreicht. Heute ereignet sich die Wintersonnewende im Sternbild des sogenannten **Schützen**, eines fürchterlichen, zuweilen sogar geflügelten Mischwesen. Als Kentaurengestalt, halb Mensch, halb Pferd, mit Pfeil und Bogen bewaffnet, möchte der todbringende Schütze der tief gesunkenen Sonne und der unfruchtbar gewordenen Schöpfung noch ganz den Geraus machen. Nicht anders steht es mit dem bösen Zeichen des **Skorpions**, einer grossen und eindrücklichen Sterngestalt, die mit den beiden Scheren vorne und dem Giftstachel am Schwanz den gefährlichen Abstieg der Sonne auf einen schnellen Tod hin beschleunigt. Schon früh erscheinen die mächtigen Scheren als eigenständiges Sternbild, damit der Tierkreis zwölf gleich grosse Monatsabschnitte erhielt.

Später wurden die Scheren durch das gegenständliche Sternbild der **Waage** verdrängt, wahrscheinlich einer Totenwaage, deren Waagebalken zuungunsten der absteigenden Sonne ausschlägt. Vermutlich muss auch der Skorpion in Verbindung mit der darüberstehenden Sterngestalt des rätselhaften **Schlangenträgers** den Mischwesen zugerechnet werden und ursprünglich als jener greuelhafte Skorpionmensch dargestellt worden sein, den schon das Weltschöpfungslied erwähnt und das Gilgamenschepos in der 9. Tafel beschreibt: Nur mit der Brust ragt dessen Menschenleib aus der Erde hervor, den Skorpionleib streckt er tief hinab in die Unterwelt, verläuft doch der grössere Teil der absteigenden Sonnenbahn im Sternbild des Schlangenträgers und nicht im Skorpion. Wie dem auch sei, der fürchterlichen Ungeheuer sind am Sternenhimmel mehr als genug, aber die Liste unseres Bestiarimus ist noch nicht abgeschlossen. Wir dürfen die beiden **Hunde** nicht vergessen! Jede Deutung, mag sie noch so sehr im Dunkel tappen, muss hier ausnahmsweise vom altarabischen Sternnamen **Sirius** ausgehen, dem prächtigen Hauptstern des grossen Hundes und hellsten Fixstern am Sternenhimmel überhaupt, will man sich vom idyllischen, aber später entstandenen Bild der beiden auf einen Hasen angesetzten Jagdhunde als Begleiter des Jägers Orion blenden lassen. Daher dürfte in unserem Zusammenhang ein alter Erklärungsversuch wieder erwägenswert erscheinen: der Sternname Sirius könnte tatsächlich etwas mit dem hebräisch-aramäischen Plural "s. irim" zu tun haben, der in Bibel mit dem Ausdruck "Feldteufel" (3. Mose 17,7) wiedergegeben wird und uns die Vortstellung von haarigen, ziegenbocksgestaltigen Wüstendämonen nahelegt, zumal die Araber mit dem Plural beide grossen Hundssterne zusammen bezeichnen. Vielleicht wollen uns die teuflischen Dämonensterne mit ihrem auffälligen Flackern an die Augen der wilden, tollen Höllenhunde erinnern, die nach dem Weltschöpfungslied mit den losgelassenen Bestien Tiâmats unter einer Decke stecken. Das grösste Ungeheuer am südlichen Sternenhimmel versinnbildlicht schliesslich das ausgedehnte Sternbild des antiken **Zentauren**, eines weiteren, dem Schützen ähnlichen Kentaurenmischwesen, das, halb Pferd, halb Mensch, mit einem Wurfspeer ausgerüstet ist. Vier herrliche Sterne erster Grösse deuten auf die starken Vorder-und Hinterhufpaare des Pferdeleibes. Vom Speer tödlich getroffen schmachtet eine weitere Bestie als undeutliches Sternbild vor dem Kentauren, ursprünglich einfach das Tier genannt, später von den Griechen als **Wolf** gedeutet, in den der grausame König Lykaon der Sage nach verwandelt wurde. Wie bei den Hunden stossen wir hier auf erste Spuren griechischer Umdeutungsversuche, die aber dem altorientalischen Symbolgehalt der antiken Sternbilder nicht gerecht werden können, zumal auch der Vergleich des Zentaurungeheuers mit dem weisen und gütigen Kentauren Chiron, dem Erzieher vieler griechischer Helden, nichts mehr vor der ursprünglichen Dramatik des Weltschöpfungsliedes weiss. Das horizontale Band des südlichen Sternenhimmels bleibt dem dunklen Chaosgewässer mit seinen für Menschen und Götter gleicherweise bedrohlichen Ungeheuern vorbehalten. Nur ein starker Gott kann dem Chaos wehren, wie es in einem Schöpfungshymnus des Hiobbuches, das dem Weltschöpfungslied besondes nahesteht, heisst: "Eine Grenze zog Gott um die Wasser, bis wo sich scheiden Licht und Finsternis...Durch seine Kraft stillte er das Meer, durch seine Einsicht schlug er Rahab (Tiâmat) nieder. Durch seinen Hauch ward der Himmel heiter, seine Hand durchbohrte die flüchtige Schlange (die Vorweltschlange Tiâmat/Hiob 26, 10-13)".

**Fruchtbarkeitszeichen und Wächtergestalten am nördlichen Sternenhimmel**

Anders steht es mit dem nördlichen Sternenhimmel. Hier kommen zur Hauptsache die schöpfungsfreundlichen Sternbildgestalten zum Zuge. Allerdings ist es schwieriger, die mythische Schicht mesopotamischer Sternsymbole freizulegen, da die griechische Umdeutung vieles Ursprüngliche verwischt hat. Beginnen wir daher mit dem gesicherten Bestand der uralten nördlichen Tierkreiszeichen. Es ist leicht ersichtlich, dass die wärmer werdende Sonne auf ihrem Höhenflug von eindrücklichen, lebenserhaltenden Fruchtbarkeitszeichen begleitet wird. Zwei fruchtbare Opfertiere eröffnen gleich den Frühlingsreigen des Tierkreises, nämlich die beiden Sternbilder des **Widders** und des **Stieres**, die den Schaf- und Rinderherden wandernder Hirten und sesshafter Bauern zum Segen gereichen sollen. Ebenso gewähren die lebensfrohen **Zwillinge**, das Symbol menschlicher Fruchtbarkeit, den in alter Zeit begehrten Kindersegen. Beim **Krebs**, einem lichtschwachen Sternbild, dessen Name wahrscheinlich auf einem Missverständis des ursprünglichen Symboles beruht, ist die Deutung schwierig und müsste den offenen Sternhaufen der sogenannten **Krippe** in der Mitte des Tierkreiszeichens berücksichtigen. Ein Vergleich mit den seit Urzeiten banannten und berühmten

Sternhaufen der **Plejaden** und **Hyaden** im Sternbild des Stieres (ganz in der Nähe des Frühlingspunktes vor 4000 Jahren, als der Tierkreis entstand!) zeigt, dass die glitzernde Häufung einer Vielzahl von kleinen Einzelsternen ursprünglich stets als fruchtbare, zum Lebensunterhalt gehörende Tierfamilie gedeutet wurde (so das Siebengestirn als eine Glucke mit ihren Kücklein und die Hyaden als eine Sau mit ihren Ferkeln), weswegen auch der Krebs Fruchtbarkeitshoffnungen wecken dürfte, die schliesslich im Bilde der Krippe mit den Eselein Gestalt gewonnen haben. Den sommerlichen Höhepunkt der Sonnenbahn Schmückten früher die beiden Sternbilder des **Löwen** und der **Jungfrau**. Der ausdrucksstarke, majestätisch ruhende Löwe mit seinem königlichen Hauptstern Regulus hat über die schöpfungsfeindlichen Mächte gesiegt und freut sich seiner alle Jahre wieder verjüngten Lebenskraft. Für die Fruchtbarkeit der Ackerfelder und einen reichen Erntesegen bürgt als letztes sommerliches Tierkreiszeichen die Jungfrau, ursprünglich, wie der Name des Hauptsterns Spica besagt, als reife Aehre am Himmel dargestellt. Die wahrscheinlich sphinxartige Frauengestalt kündigt bereits den drohenden Niedergang der Sonne an und braucht daher nicht eine spätere Zutat zu sein, zumal auch das fruchtbare Fischpaar am Ende des Winters schon den rettenden Aufgang der Sonne einleitet. Denn der mythische Kampf zwischen Weltbedrohung und Weltbewahrung beherrscht den ganzen Tierkreis, je nachdem sich die Sonne in der südlichen oder nördlichen Hälfte ihrer jährlichen Bahn zwischen dem aufsteigenden und absteigenden Knoten, zwischen dem sogenannten **Drachenkopf** und dem **Drachenschwanz** der Tiâmat selbst, bewegt. Das Chaos bleibt allgegenwärtig, auch im Zenith unseres Sternhimmels, wo sich das letzte Ungeheuer Tiâmats mit seinem langen Schlangenleib um den Polarstern windet. Es ist das Sternbild des **Drachen**, um dessen Schwanzstern Thuban sich früher einmal das nördliche Himmelsgewölbe drehte. Der fürchterliche Tanz des Drachen soll die Schöpfungsordnung in ihrem geruhsamen Rhythmus von Tag und Nacht aufstören und aus dem Gleichgewicht werfen, damit der Urflut wieder Tür und Tor offen steht. Dagegen setzt sich eine erste Wächtergestalt mit einer gewaltigen Drohgebärde zur Wehr, einen Faustkeil über dem zu seinen Füssen liegenden Drachenkopf schwingend. Der Drachentöter, dem der endgültige Sternbildname des griechischen Helden **Herakles** erst später zugelegt wurde, hiess ursprünglich **Engonasin**, was soviel bedeutet wie "der in die Kniee Gesunkene" und wahrscheinlich die zuverlässige griechische Beschreibung einer mesopotamischen Sterngestalt darstellt. Denn der Drachenkampf fordert vom erschöpften Götterhelden die letzten Kräfte. Ebenso steht es mit dem Sternbild des griechischen Helden **Perseus**, hinter dem sich wahrscheinlich ein zweiter göttlicher Einzelkämpfer wider alles Chaotische verbirgt. Auch er hält das abgeschlagene, bluttriefende Haupt eines drachenartigen Ungeheuers, von den Griechen **Gorgo Medusa** genannt, in der siegreichen Hand und streckt das tote Scheusal mit dem dämonisch versteinernden Auge, dargestellt durch den bedeckungsveränderlichen Stern **Algol** (wahrscheinlich eine arabische Uebersetzung des griechischen Gorgo) der grollenden Urflut entgegen. Gerade hier wurde mit Recht erkannt, dass die der Perseussage entnommenen Sternbilder des **Kepheus**, der **Kassiopeia** und der **Andromeda** wie künstliche Gebilde wirken, weshalb auch der Perseusname nicht ursprünglich sein kann.

Allerdings erinnert der Sagenkreis um den Helden Perseus und die schöne Königstochter Andromeda, die einem Meerungeheuer zum Frasse vorgesetzt wird, seinerseits wieder an den uralten Kampf zwischen dem Gestaltvollen und Gestaltlosen, das heisst echt griechisch zwischen dem Schönen und dem Hässlichen. In diesem Zusammenhang dürfte auch die dunkle Herkunft der Sterngestalt des **Fuhrmanns** geklärt werden. So alt das Fruchtbarkeitssymbol der Zeige mit den Böcklein, auf das der Name des Hauptsterns **Capella** hinweist, auch sein mag, nach der griechischen Bezeichnung des Sternbildes handelt es sich beim Fuhrmann ursprünglich um einen Zügelhalter oder Wagenlenker. Dürfen wir hier nicht ein drittes, göttlich heldenhaftes Astralwesen vermuten, das wie Marduk selbst mit einem Streitwagen gegen die feidlichen Ungeheuer Tiâmats zu Felde zieht, um dem Chaosgewässer einen Riegel zu schieben? Nicht weit davon entfernt wären am Himmel auf gleicher Höhe die beiden Zugpferde in zwei Sternbildern zu sehen, zumal das geflügelte Fabelwesen namens **Pegasus** ursprünglich bloss Pferd und das **Füllen**, weil es im Doppelgespann neben Pegasus einherstürmt, nur Pferdekopf genannt wurde. Sogar der abgeschossene **Pfeil** schwirrt vor den Rossen auf das Schlangenungeheuer zu, an drei Vogelwesen vorbei, deren Ursprung schon lange in Mesopotamien vermutet wird. Allen voran fliegt der königliche **Adler**, das herrliche Sommersternbild mit dem gleichnamigen, arabisch benannten Hauptstern Atair. Zusammen mit den heroischen Wächterfiguren stürzt sich auch der starke Greifvogel als Sinnbild schöpferischen Ordnungswillens auf die böse **Schlange**, ein uraltes Motiv des mythischen Chaoskampfes. In den beiden Sternbildern des **Schwans** und der **Leier** steht dem kämpferischen Adler wahrscheinlich ein weiteres Vogelpaar bei. Denn der Schwan wurde ursprünglich bloss grosser Vogel genannt. Und ausnahmsweise könnte der arabische Name des Hauptsterns der benachbarten Leier, die erst von den Griechen, vermutlich wegen eines Missverständnisses der ursprünglichen mesopotamischen Vorlage, an den Himmel versetzt wurde, auf ältere Zusammenhänge hinweisen: **Wega** (aus arabisch al wâki) bedeutet der fallende Adler! Dürften hier nicht drei grosse Sturmvögel den Kampf mit der Schlange gemeinsam aufgenommen haben? Eine vierte Wächtergestalt erhebt sich wahrscheinlich im Sternbild des sogenannten **Bootes** gegen alles Schöpfungsfeidliche. Der Bezeichnung des Ochsentreibers oder Ochsenpflügers, wie die Uebersetzung von Bootes lauten mag, liegen aber, vor allem in der Nachbarschaft mit dem grossen Wagen oder sieben Pflugochsen, späte Anschauungen eines sesshaft friedlichen Bauerntums zugrunde. Aelter dürfte der Name des Hauptsterns **Arkturus** sein, der so viel wie Bärenhüter, Bärenwächter, Bärentreiber oder Bärenjäger bedeutet und gut zur **grossen Bärin** mit ihrem Jungen passt, wie das bekannteste Sternbild am Himmel ursprünglich heisst. Der bärenstarke Jäger überwacht das finstere Treiben der Chaosmächte und vertreibt mit einer Keule die wilde, grosse Bärin, dieses gefährliche, unberechenbare Tier, das mit dem fürchterlichen Drachen im Bunde als ein in unseren Breitengraden nie untergehendes Schreckenszeichen den Polarstern ewig umkreist. Wir sind hier unversehens auf älteste Sternbildanschauung gestossen, wie sie vorgeschichtlichen Urvölkern im orientalischen Raume eigen ist. So wird der Bärin und ihrem Jungen, dem Bärenhüter und dem Tierkreis samt den fruchtbaren Plejaden und Hyaden stets auch **Orion** genannt, die letzte einsame, grosse und heldenhafte Wächtergestalt, das schönste und augenfälligste Sternbild am Himmel überhaupt, das wie die Bärin urtümlichstem menschlichen Fühlen und Denken entstammen muss. Auch er, der in kalten Winternächten, wie es bei Homer heisst, nach der schreckenerregenden Bärin späht, ist ursprünglich ein göttlicher Ueberriese, viel mehr als ein Jäger, ein gewaltiger Krieger im Kampf mit dem

Bösen, ein unerschrockener Grenzgänger zwischen Kosmos und Chaos, eigentlich ein allumfassender Urrecke mit seinen Gürtelsternen an der Nahtstelle zwischen dem nördlichen und südlichen Himmelsgewölbe! Scheint Orion bereits eine besiegte Bestie im Sternbild des sogenannten **Hasen** unter sich niederzutreten, das erst die Griechen als harmloses Jagdwild gedeutet haben? Oder tritt Orion einem weiteren Schlangengebilde entgegen, das - nach einer uralten mesopotamischen Vorstellung sich selbst in den Schwanz beissend - seinen geschlossenen Leibesring im leuchtenden Sternwolkenband der **Milchstrasse** enger und enger um die bewohnte Welt zusammenzieht?

**Das Schiff und der Sintflutmythos am südlichen Sternenhimmel**

Wir kehren zu den "Kammern des Südens" zurück, wie sich das Hiobbuch in einem Schöpfungshymnus seltsam ausdrückt: "... der die Himmel ausspannt, er allein, und einherschreitet auf den Höhen des Meeres, der den Bären gemacht und den Orion, das Siebengestirn und die Kammern des Südens (Hiob 9, 8-9). "Es kann sich hier bestimmt nicht nur um Abschnitte des südlichen Tierkreises, um die sogenannten Häuser im astrologischen Sinne handeln. Eher sind die sternreichen Gegenden des damals bekannten Südhimmels gemeint, höchstwahrscheinlich die vollen südlichen Vorratskammern, aus denen so viele leuchtende Sterne am Horizont hervorgehen und in denen sie nach ihrem Himmelslauf wieder verschwinden. Vielleicht dürften wir dem hebräischen Wortsinn nach sogar an eine Grab- oder Totenkammer denken, zumal die meisten antiken Sternbilder des Südhimmels als finstere Unterweltsbezirke und Todeszeichen erscheinen. Da macht fast nur das riesige, prächtige Sternbild des **Schiffes** eine Ausnahme, in dem die Griechen das schnelle **Schiff Argo** aus der berühmten Argonautensage wiedererkannt haben. Vermutlich handelt es sich aber ursprünglich um das rettende Schiff, um die Arche des Utnapischtim aus der bekannten Sinfluterzählung in der 11. Tafel des Gilgamenschepos. Drei weitere südliche Sternbilder, deren Zusammenhang es zu beachten gilt, dürften unsere Vermutung bestätigen: Da ist einmal der **Rabe**, der nach dem Auflaufen des Schiffes als erstes Lebenwesen nicht mehr zurückkehrte. Die Bibel nennt eine **Taube**, die auch als Sternbild, allerdings erst viel später durch Johann Bayer, an den Südhimmel versetzt wurde. Dann gehört der **Altar** dazu, eigentlich ein Räucheraltar, den Utnapischtim nach der Sintflut für das Dankopfer errichtete. Schliesslich stellt das Sternbild des **Bechers** jene Duftschalen für die Götter dar, die Utnapischtim in der 11. Tafel (Verse 158-160) erwähnt: «Ich führte ein Räucheropfer aus auf dem Gipfel des Berges... Gefässe stellte ich auf, schüttete in ihre Schalen Rohr, Zedernholz und Myrthe. Die Götter rochen den Duft.» Das Schiff, das als zerbrechliches Menschenwerk inmitten der Sintflut Trüber Chaoswasser sechs Tage und Nächte dahinglitt, verloren wie ein Raumschiff in den dunklen Weiten des Alls, hatte Utnapischtim und das Leben selbst noch einmal gerettet. Spätestens hier wird vollends deutlich, dass auch der urtümliche Mensch um die tödlichen Gefahren wusste, denen seine kleine Welt an allen Ecken und Enden ausgesetzt war. Ist es Zufall, dass christliche Seefahrer ausgerechnet im Hinterhufpaar des vergessenen antiken Zentaurungeheuers das berühmte **Kreuz des Südens** erkannten, das Heilssymbol der Ueberwindung alles Bösen, dessen Längsachse ihnen auf den südlichen Meeren stets die Richtung zum sternlosen Südpol wies?

Das Kreuz, umgeben von heillosen Ungeheuern, machte sie des richtigen Weges gewiss. Der antike Sternbilderhimmel versteht sich als unaufdringliche Ermahnung und Ermunterung zugleich, den gefährdeten, irdischen Kosmos im gnädig begrenzten Rahmen unseres kostbaren Lebensraumes und unserer wertvollen Lebenzeit zu bebauen und zu bewahren. Verdanken wir uns denn nicht alle einem Schöpfergott, der das grenzenlose Chaos überwurden hat? So fragt uns das Hiobbuch, da Gott sich endlich dem vielgeplagten Hiob offenbart, in der Bildersprache des Weltschöpfungsliedes: «Wer hat das Meer mit Toren verschlossen, da es hervorbrach, aus dem Mutterschoss kam? Als ich Gewölk zu seinem Kleide machte und dunkle Wolken zu seinen Windeln? als ich ihm eine Schranke zog, ihm Tor und Riegel setzte und sprach: Bis hierher und nicht weiter! Hier sollen sich legen deine stolzen Wogen (Hiob 38, 8-11).»

*Literaturhinweise:*

Unser Sternenhimmel/ Sagen, Märchen, Deutungen von HEINZ HABER Kösel-Verlag München 1981

Griechische Sternsagen erzählt von WOLFGANG SCHADEWALDT Fischer Bücherei 1956

Gestirnnamen bei den indogermanischen Völkern von ANTON SCHERER CARL WINTER/Universitätsverlag Heidelberg 1953

Die Schöpfungsmythen mit einem Vorwort von MIRCEA ELIADE Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 1980

Altorientalische Texte zum Alten Testament herausgegeben von HUGO GRESSMANN/Berlin und Leipzig 1926

Kultur, Kulturkontakt und Religion von VICTOR MAAG Vandenhoeck und Ruprecht in Göttigen und Zürich 1980 Aufsätze "Jahwäs Begegnung mit der kanaanäischen Kosmologie" und "Kosmos, Chaos, Gesellschaft und Recht nach archaisch-religiösem Verständnis"

*Autor:* Pfr. WALTER EISINHUT, Im Stüdli 2, CH-8627 Grüningen

**Energien im Kosmos**

v. J. Ehrensperger
(10 Fr/DM)

Verlag W. Vogel, CH-8400 Winterthur

# La mesure des distances

MICHEL DUMONT

## 2ème partie: Les étoiles *)

Dans la lointaine Antiquité, on avait remarqué que les figures dessinées par les étoiles étaient indéformables. On pensait que les étoiles étaient situées sur une sphère et cette idée fut même conservée par Copernic. La «SPHÈRE DES FIXES» dont on parle parfois illustre la coupure, dans l'astronomie d'autrefois, entre le domaine des astres mobiles (Soleil, Lune et planètes), dont on tentait de comprendre le mouvement et le domaine des Etoiles (des FIXES, comme on disait) dont on ne connaissait rien.

**1. Les premières tentatives**

Vers 1530, Copernic rédigea le «DE RÉVOLUTIONIBUS» qui place le Soleil au centre du monde et lance la Terre et les planètes autour de lui. Publié en 1543, l'ouvrage ne fit pas l'unanimité . . . même parmi les astronomes. Tycho Brahé (1546-1602), en particulier, fut un adversaire du système de Copernic. Il pensait que si la Terre tournait autour du Soleil, on pourrait mettre en évidence la PARALLAXE des étoiles (fig. 1). En effet, soient S le Soleil, E une étoile, A la position de la Terre le premier janvier ( par exemple) et B la position de la Terre six mois plus tard. Lorsque la Terre est en A, l'étoile semble dans la direction A' ; depuis B, la même étoile semble être dans la direction B'. Au cours de l'année, à cause du mouvement de la Terre autour du Soleil, l'étoile E va donc décrire apparemment une petite ellipse de demi-grand axe $\alpha$.

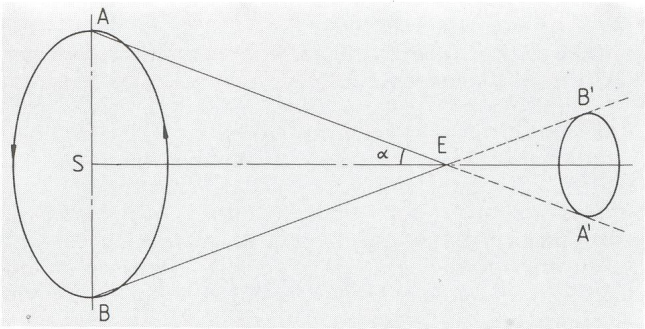



*Figure 1: La parallaxe d'une étoile.*

$\alpha$ est la PARALLAXE de l'étoile. C'est l'angle sous lequel on voit le rayon de l'orbite terrestre depuis cette étoile. A l'époque de Tycho Brahé, la lunette n'était pas encore inventée. Les observations de Tycho Brahé, à l'aide de grands instruments de bois, permettaient de préciser la position d'un astre à 2' près. Cette précision était tout à fait insuffisante pour espérer découvrir la parallaxe d'une étoile.

Il fallut attendre 1673 pour que les instruments de position soient enfin munis de lunettes. Le catalogue et l'atlas du ciel dressés par Flamsteed quelques années plus tard contenaient 3000 étoiles dont la position était déterminée à 10" près. Les découvertes n'allaient plus tarder.

En 1718. E. Halley découvrit le MOUVEMENT PROPRE des étoiles, en comparant la position de certaines étoiles brillantes avec de vieilles observations faites par Hipparque (2è siècle avant J-C).

En 1725, plusieurs astronomes crurent avoir mesuré la parallaxe de quelques étoiles . . . mais toutes ces parallaxes semblaient égales et voisines de 20". James Bradley comprit qu'il ne s'agissait pas d'un effet de parallaxe, mais du phénomène d'ABERRATION. Supposons (fig. 2a) que l'on observe à la lunette une étoile E. A l'instant $t_0$, la lumière venue de E traverse l'objectif A de la lunette. A l'instant $t_1$, la lumière parvient à l'oculaire B. Pendant l'intervalle $\delta t = t_1 - t_0$, la Terre, entrainée par son mouvement autour du Soleil, s'est déplacée d'une petite quantité. Si l'observateur veut avoir l'étoile exactement au centre du champ, il doit incliner légèrement sa lunette (fig. 2b) d'un angle a:

$$a \approx \operatorname{tg} a = \frac{v \cdot \delta t}{c \cdot \delta t} = \frac{v}{c} \approx \frac{30}{300000} = \frac{1}{10000} \approx 20''$$

v est la vitesse de la Terre (environ 30 km/s)
c est la vitesse de la lumière.

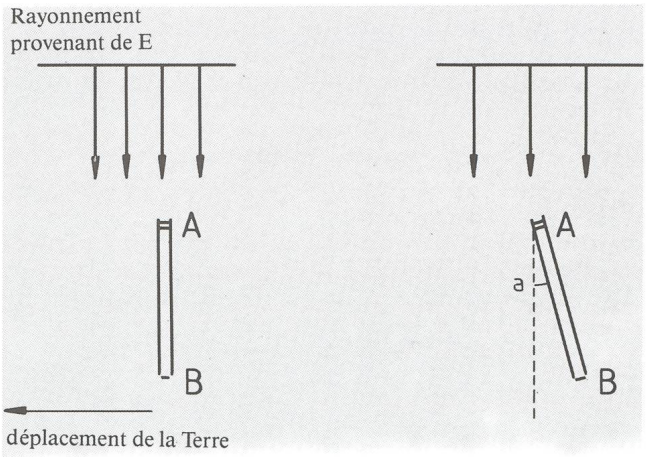



*Figure 2: L'aberration des étoiles.*

L'étoile semble donc, au cours de l'année, décrire une petite ellipse dont le demi-grand axe est voisin de 20". Ce phénomène d'ABERRATION était la première preuve effective du mouvement de la Terre autour du Soleil.

En 1736, Bradley encore découvrit les NUTATIONS ; ce sont de petites oscillations de l'axe de rotation de la Terre dues aux variations des forces de précession exercées par le Soleil et la Lune. Ces oscillations produisent des déplacements apparents des étoiles dont l'amplitude est voisine de 18".

Lorsque l'on observe l' étoile $\zeta$ UMa (Mizar), on distingue, juste à côté, l'étoile faible Alcor. En 1651, Riccioli découvrit dans sa lunette que Mizar, elle-même était composée de deux étoiles situées à 14" l'une de l'autre. On a cru pendant longtemps que ces couples d'étoiles n'étaient qu'apparents, les deux étoiles étant en réalité à des distances très différentes. Herschel décida même d'utiliser ces alignements fortuits pour

*) 1ère partie : Orion 220, S. 109

mettre en évidence la parallaxe de la plus proche des deux étoiles. A cet égard, ce fut un échec, mais il démontra en 1803 que ces couples étaient de véritables étoiles doubles liées par la gravitation et dont le mouvement orbital était reconnaissable.

**2. Les premiers succès**

Après 1820, la précision des mesures de position était devenue suffisante pour que la détermination de quelques parallaxes devint possible. Deux astronomes publièrent les premiers résultats à le même époque: F. W. Bessel (1784-1846) publia la parallaxe de 61 Cygni en 1838 et W. Struve (1793-1864) fournit en 1837 la parallaxe de trois étoiles: ALTAIR, $\delta$ UMi et VEGA, avec cependant des erreurs assez considérables. En 1839, T. Henderson détermina à l'Observatoire du Cap la parallaxe de $\alpha$ Centauri.

La mesure de Bessel situait 61 Cygni 600 000 fois plus loin que le Soleil. L'Univers devenait gigantesque et la définition de nouvelles unités de distance s'imposa.

Le PARSEC est l'unité de distance la plus utilisée en Astronomie. Un astre est éloigné de 1 parsec si sa parallaxe vaut 1".

1 radian = 206 265" donc

1 parsec = 206265 Unités Astronomiques

1 parsec = $3.086 \cdot 10^{13}$ km

Dans les ouvrages de vulgarisation, on rencontre fréquemment l' ANNÉE-LUMIÈRE qui est la distances parcourue par la lumière en une année:

1 année-lumière (a. l.) = $0.946 \cdot 10^{13}$ km

1 parsec (pc) = 3.26 a.l.

Quand on exprime la distance des galaxies, on utilise souvent le Mégaparsec (Mpc) égal à 1 million de parsecs.

Le tableau 1 décrit les étoiles les plus proches du système solaire:

| Étoile | parallaxe | distance (pc) | magnitude | spectre | particularité |
|---|---|---|---|---|---|
| Proxima | 0"762 | 1.31 | 10.7 | M5 V | variable |
| $\alpha$ Cen A | 0"751 | 1.33 | 0 | G2 V | triple |
| $\alpha$ Cen B | 0"751 | 1.33 | 1.2 | K5 V | |
| * de Barnard | 0"56 | 1.79 | 9.5 | M5 V | double |
| Wolf 359 | 0"43 | 2.3 | 13.5 | M8 V | |
| Lalande 21185 | 0"40 | 2.5 | 7.5 | M2 V | double |
| Sirius A | 0"37 | 2.7 | - 1.44 | A1 V | double |
| Sirius B | 0"37 | 2.7 | 8.5 | A5 VII | naine blanche |
| UV Cet A | 0"37 | 2.7 | 12.5 | M5 V | double et |
| UV Cet B | 0"37 | 2.7 | 13.0 | M6 V | variable |
| Ross 154 | 0"34 | 2.9 | 10.6 | M4 V | |
| Ross 248 | 0"31 | 3.2 | 12.2 | M6 V | |

Le lecteur remarquera (et démontrera) la relation:

$$\text{Distance} = \frac{1}{\text{parallaxe}}$$

où la distance est exprimée en parsecs et la parallaxe en secondes de degrés.

Parmi les étoiles proches, il y a une large majorité d'étoiles rouges (type spectral M); cette tendance semble assez générale, tout au moins dans la région de la Galaxie où notre système solaire est situé. On remarquera que deux étoiles de notre tableau sont variables, tandis que 9 d'entre elles appartiennent à un système double ou triple.

Les parallaxes sont toujours très petites et donc difficiles à mesurer. Actuellement, on connaît la parallaxe d'environ 1500 étoiles à 0"01 près. La distance des étoiles proches (moins de 5 parsecs) est connue avec une bonne précision; mais la précision se dégrade très vite avec l'éloignement. A 30 parsecs, l'erreur possible dépasse 30% et la méthode perd progressivement toute signification. Le satellite HIPPARCOS qui devrait être lancé par la fusée Ariane en 1989 doit mesurer la parallaxe de 80 000 étoiles à 0"002 près. Toutes les échelles de distance s'en trouveront nettement améliorées.

Au-delà de 30 parsecs, il faut imaginer d'autres méthodes plus élaborées et qui reposent sur les propriétés physiques des étoiles.

**3. La magnitude absolue des étoiles**

La magnitude (apparente!) d'une étoile est un nombre qui représente l'éclat de l'étoile. Cette magnitude fut introduite par N. Pogson (1829-1891) et définie de la façon suivante:

$$m = -2.5 \log E + K$$

m est la magnitude, E l'éclat de l'étoile et K une constante qui fixe le zéro de l'échelle. Ce sont ici des logarithmes décimaux. Cette formule a été conçue de façon à ce que la nouvelle échelle des magnitudes coïncide le mieux possible avec les GRANDEURS d'autrefois.

Il est bien clair que l'éclat d'une étoile (et donc sa magnitude) est fonction de la distance de l'étoile. Pour comparer l'éclat intrinsèque de deux étoiles, il faudrait qu'elles soient à la même distance, ou bien qu'on puisse calculer quelles seraient leurs magnitudes respectives si elles étaient situées à la même distance.

On appelle MAGNITUDE ABSOLUE d'une étoile (notée M), la magnitude que cette étoile aurait si elle était distante de 10 parsecs. La quantité (m - M) s'appelle le module de distance:

$$m - M = 5 (\log d - 1)$$

où d est la distance exprimée en parsecs.

La connaissance de m et de d permet de calculer M. Inversement, si l'on connaît m et M, on saura calculer d. Nous verrons au paragraphe 5 la méthode qui permet justement de calculer d grâce à la connaissance de M.

**4. La classification spectrale des étoiles**

La façon la plus fructueuse de découvrir la nature physique des étoiles est d'analyser leur lumière. Le spectre d'une étoile présente un fond continu lumineux, strié de raies sombres qui correspondent à l'absorption de la lumière par les gaz de la basse atmosphère de l'étoile. La couleur dominante du fond continu nous renseigne sur la température superficielle de l'étoile, tandis que les raies sombres donnent, notamment, la constitution chimique de la basse atmosphère.

Les étoiles n'ont pas toutes le même spectre et cette diversité est liée en priorité aux différences de températures. On a classé les étoiles en différentes catégories correspondant à des spectres (et donc des températures) analogues. Chaque classe est représentée par une lettre: O B A F G K M

Il existe des étoiles particulières, très peu nombreuses, qui n'appartiennent à aucune de ces sept classes. Nous n'en parlerons pas dans cette étude, puisqu' elles n'interviennent pas dans les mesures de distances.

**5. Le diagramme Hertzsprung-Russell (D. H. R.)**

Au début du siècle, E. Hertzsprung (1873-1967) jeune astronome danois, eut l'idée de porter sur un graphique (fig. 3) les étoiles dont on connaissait la température (en abscisse) et la

Le tableau 2 résume les caractères de chaque classe:

| Classe | Couleur | Température | Raies dominantes | Exemples |
|---|---|---|---|---|
| O | Bleue | >25000°K | Hélium ionisé | $\theta$ Ori, $\alpha$ Cam |
| B | Blanche | 11000 à 25000 | Hélium neutre | Spica, Rigel |
| A | Blanche | 7500-11000 | Hydrogène | Sirius, Vega |
| F | Jaune | 6000-7500 | Hydrogène, Métaux neutres et ionisés | Canopus, Procyon |
| G | Jaune | 5000-6000 | Calcium ionisé, Métaux | Capella, Soleil |
| K | Orangée | 3500-5000 | Métaux neutres, CH | Arcturus, Aldebaran |
| M | Rouge | < 3500 | Métaux neutres, bandes moléculaires, TiO | Antarès Bételgeuse |

On a subdivisé chaque classe en sous-classes:

B0, B1, . . ., B9 de telle sorte que les étoiles B0 ressemblent beaucoup aux 09, tandis que les B9 sont très peu différentes des A0.

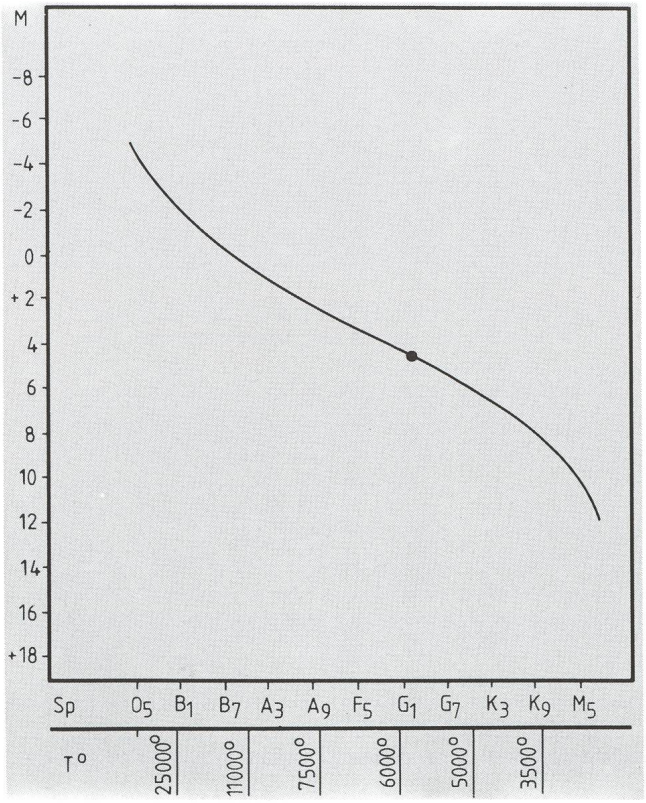



*Figure 3:*
*Principe du diagramme H.R. En abscisse: la température (ou la classe spectrale de l'étoile).*
*En ordonnée: la magnitude absolue. Le ⊙ représente la position de notre Soleil: Type G2, M = +4.7*

magnitude absolue (en ordonnée). Il s'agissait donc des étoiles dont le spectre était connu et dont la distance avait pu être calculée par la méthode trigonométrique décrite aux paragraphes 1 et 2 (mesure de la parallaxe).
On constate sur le graphique que les étoiles ne se répartissent pas n'importe comment, mais se regroupent presque toutes sur une branche qui traverse le diagramme suivante une diagonale. Cette découverte est fondamentale pour la mesure des distances.

Prenons par exemple le cas d'une étoile de magnitude 12 située à plusieurs centaines de parsecs. Sa parallaxe n'est pas mesurable, mais il est possible d'enregistrer son spectre et donc de connaître sa température, On détermine ainsi l'abscisse To de la position de l'étoile sur le D. H. R. Notre étoile se trouve donc en Eo sur le diagramme; on peut donc lire son ordonnée Mo . . . qui est justement sa magnitude absolue (fig. 4). On applique ensuite la relation (m - M) = 5 (log d - 1) qui permet de calculer la distance d. C'est la méthode la plus employée pour mesurer la distance des étoiles. Elle est applicable dès qu'il est possible de prendre le spectre de l'étoile.
Pour des étoiles très faibles, il n'est plus possible d'enregistrer le spectre (au-delà de la magnitude 22 . . .), mais on peut cependant déterminer approximativement la température de l'étoile en prenant des photographies en 2 couleurs (B et V) . . . qui permettent de connaître l'indice de couleur (B - V) et la température.

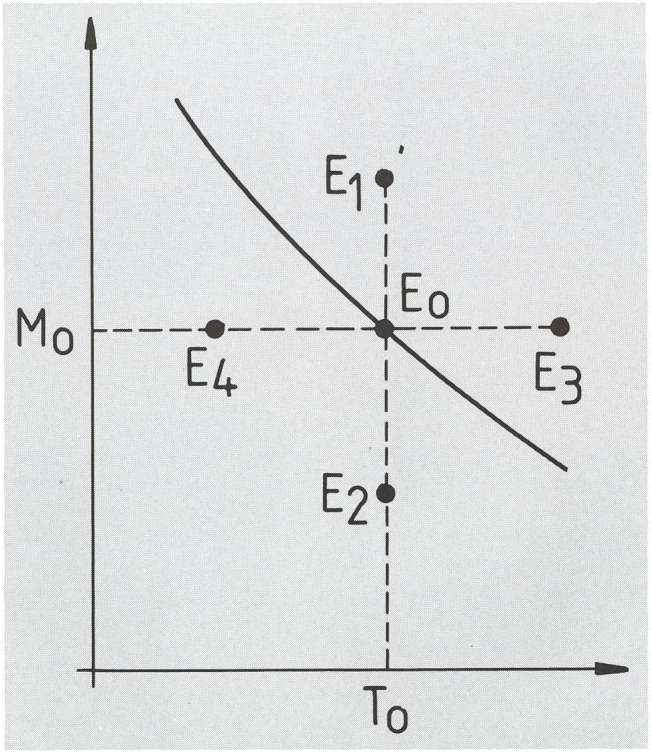



*Figure 4:*
*Diamètre des étoiles sur le D.H.R. Les étoiles E0, E1 et E2 ont la même température. E1 est cependant plus lumineuse que E0; E1 est donc plus grosse que E0. De même, E2 est plus petite que E0.*
*Les étoiles E0, E3 et E4 ont la même magnitude absolue (donc la même luminosité intrinsèque); pourtant, E4 est plus chaude que E0. E4 est donc plus petite que E0. En effet, la brillance d'un corps est proportionelle à la puissance 4è de sa température. E4, plus chaude que E0 devrait être plus lumineuse. Ce n'est pas le cas, E4 est donc plus petite. De la même façon, on démontrerait que E3 est plus grosse que E0.*

En pratique, la situation est un peu moins simple:
- La branche diagonale où sont situées la plupart des étoiles posséde une certaine épaisseur. Une incertitude d'environ 0.8

magnitude apparaît sur M et elle se traduit par une erreur possible d'un facteur 1.5 sur la distance.

- Plus de 90% des étoiles sont effectivement situées sur cette diagonale nommée la SEQUENCE PRINCIPALE. D'autres étoiles sont placées nettement à l'extérieur de cette séquence, au-dessus ou au-dessous. Supposons (fig. 4) qu'une étoile E1 soit placée au-dessus de E0, tandis que E2 est placée en-dessous.

E1 et E0 ont la même température; leurs photosphères ont probablement le même aspect. Mais E1 est intrinsèquement plus brillante que E0. On en déduit que E1 est plus grosse que E0. Pour les mêmes raisons, E2 est plus petite que E0.

Les étoiles extérieures à la séquence principale sont peu nombreuses (en pourcentage!) mais assez diversifiées. On les range en CLASSES de LUMINOSITE (fig. 5):

| | |
|---|---|
| Classe Ia - O: | Supergéantes exceptionnelles |
| Classe Ia | Supergéantes |
| Classe Iab | Supergéantes |
| Classe Ib | Supergéantes |
| Classe II | géantes brillantes |
| Classe III | géantes |
| Classe IV | sous-géantes |
| Classe V | séquence principale |
| Classe VI | sous-naines |
| Classe VII | naines blanches |

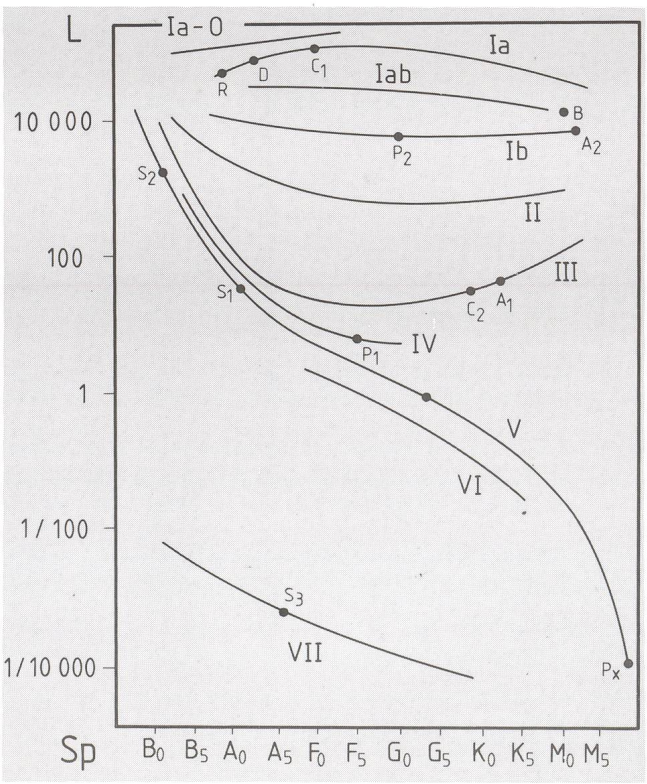



*Figure 5:*
*Les classes de luminosité.*
*⊙ désigne le Soleil (spectre G2 V) R: Rigel; D: Deneb; C1: Canopus; B: Bételgeuse;*
*P2: l'étoile Polaire; A2: Antarès; C2: Capella;*
*A1: Arcturus; S2: Spica; S1: Sirius A;*
*P1: Procyon; Px: Proxima; S3: Sirius B.*
*En ordonnée, on a remplacé la magnitude absolue par la luminosité intrinsèque, celle du Soleil étant prise comme unité.*

Sur un diagramme HR, on peut tracer les courbes le long des quelles les étoiles ont le même diamètre.

Cette diversité dans la luminosité des étoiles introduit une difficulté pour la mesure des distances: lorsque la température d'une étoile est connue, il y a plusieurs possibilités pour placer l'étoile sur le D. H. R.: s'agit-il d'une étoile «ordinaire» de la séquence principale?, d'une géante?, d'une supergéante?. . .

**6. Les étoiles doubles. La masse et la densité des étoiles**

Parmi les étoiles proches dont la parallaxe est mesurable, il existe beaucoup d'étoiles doubles dont la dimension des orbites a pu être déterminée. En appliquant la 3è loi de Kepler:

$$\frac{a^3}{T^2} = k\,(M1 + M2)$$

(où a est le demi-grand axe, T la période de révolution, M1 et M2 les masses des deux composantes), il est possible de calculer la masse des étoiles. On a constaté que l'éventail des masses était beaucoup plus réduit que celui des volumes. Les étoiles géantes ont donc une densité très faible (30 grammes par mètre-cube), tandis que les naines blanches dépassent la tonne par centimètre-cube!

L'aspect des raies du spectre est très sensible à la densité (fig. 6). Les géantes, à densité faible, ont des raies d'absorption très fines et présentent en outre des raies propres aux milieux à faible densité où certaines transitions électroniques peuvent se produire, alors que la probabilité d'une telle transition est nulle aux fortes densités. Inversement, le spectre des naines blanches à très forte densité présente des raies très élargies. Cet élargissement est dû notamment aux nombreux chocs atomiques, ainsi qu'au champ électrique intense produit par les nombreux électrons qui circulent librement (effet STARK).

En définitive, il est possible, à la lecture des raies, de savoir à quelle classe de luminosité appartient l'étoile et l'on peut donc situer cette étoile sur le D. H. R.

**7. Les amas ouverts**

Lorsqu'un amas galactique contient suffisamment d'étoiles, sa distance se détermine avec précision; on porte sur un diagramme HR déjà tracé les étoiles de l'amas:

- en ordonnée, la magnitude apparente (donnée par l'observation)
- en abscisse, la température déterminée par la spectroscopie.

La séquence principale de l'amas présente un décalage systématique par rapport à la séquence principale du D. H. R. Or ce décalage est justement égal à (m - M).

Il existe une méthode directe pour mesurer la distance d'un amas, lorsque celui-ci est suffisamment vaste. Cette méthode utilise les mouvements de l'amas par rapport au système solaire. On peut supposer que toutes les étoiles du même amas ont un déplacement similaire. Si l'amas s'éloigne de nous (fig. 7), on a l'impression que toutes les étoiles se dirigent vers un même point: le «CONVERGENT». Si l'amas se rapproche, toutes les étoiles au contraire ont l'air de venir d'un même point. C'est un effet de perspective bien connu, les rails du chemin de fer ont l'air de «converger à l'infini».

Prenons le cas d'un amas qui s'éloigne de nous (fig. 8). Nous sommes en S (système solaire) et l'étoile E se dirige vers le convergent à la vitesse V. V se décompose en

$$\vec{V} = \vec{Vt} + \vec{Vr}$$

Vt est la vitesse tangentielle et Vr la vitesse radiale. La

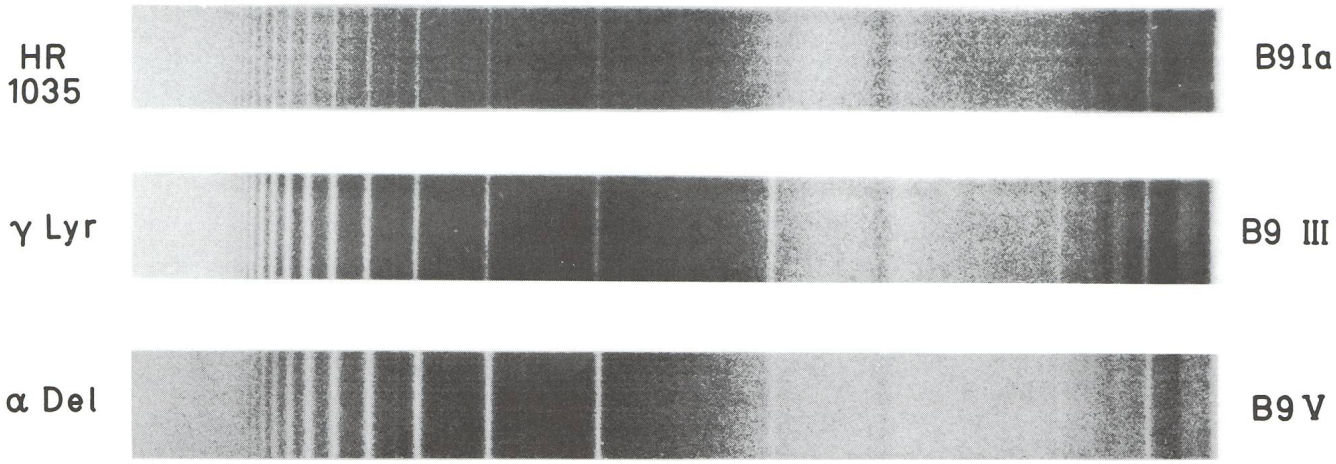



*Figure 6:*
*Densité et largeur des raies. Spectres de 3 étoiles de températures voisines. En haut, HR 1035 aux raies fines de la série de Balmer de l'hydrogène est une supergéante (Ia). Au milieu, γ Lyr est une géante (III). En bas, α Del est une étoile de la séquence principale (V) aux raies larges.*

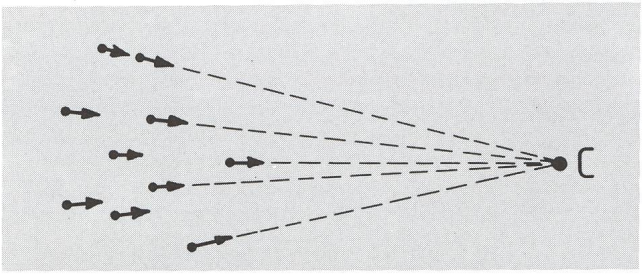



*Figure 7: Mouvement propre des étoiles d'un amas ouvert qui s'éloigne du système solaire.*

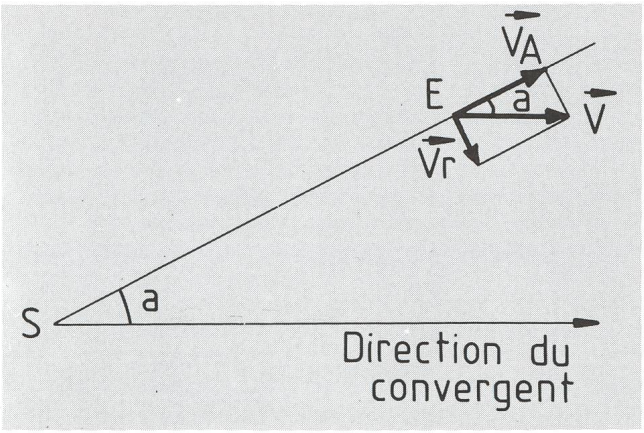



*Figure 8: voir explications dans le texte.*

vitesse radiale Vr se détermine directement par effet DOPPLER. Elle est connue en km/s. La vitesse Vt se traduit par le MOUVEMENT PROPRE, que l'observation fournit (en secondes/an). La direction du convergent étant connue, on en déduit la vitesse de l'étoile:

$$V = \frac{Vr}{\cos a} \text{ et } Vt = V \cdot \sin a = Vr \cdot \mathrm{tg}\, a$$

où a est l'angle entre la direction de l'étoile et celle de son convergent. Vt est alors connue en km/s et en secondes par an. La distance s'en déduit immédiatement:

$$d = \frac{v_t}{\mu}$$

où $\mu$ est le mouvement propre (en radians/an) et $v_t$ le déplacement de l'étoile en une année (exprimé en parsecs); la distance d est alors exprimée en parsecs.

Cette méthode a pu être appliquée à deux groupes d'étoiles: le «courant de la Grande Ourse» et l'amas des Hyades qui est situé à 42 parsecs.

**8. Les céphéides**

Henrietta Leavitt (1868-1921) est entrée à l'Observatoire de l'Université de Cambridge (Massachusetts) au début du siècle. En 1912, elle a recensé les étoiles variables du Petit Nuage de Magellan. En bonne approximation, on peut supposer que les dimensions de ce nuage sont négligeables par rapport à la distance qui nous sépare de lui. Autrement dit, toutes les étoiles du Petit Nuage de Magellan sont à la même distance de nous.

H. Leavitt s'est intéressée plus particulièrement aux céphéides du Petit Nuage. Les céphéides sont des étoiles variables pulsantes dont la courbe est périodique et se reproduit très régulièrement. H. Leavitt remarqua que les céphéides de ce nuage avaient une période d'autant plus longue qu'elles étaient brillantes. Il existe donc une corrélation entre la magnitude apparente m des céphéides du Petit Nuage et leur période. Mais toutes ces céphéides étant à la même distance, leur module (m-M) est constant et l'on découvre ainsi une relation entre la magnitude absolue M et la période P. C'est une relation de la forme

$$\log P + 0.3\,M + 0.29 = 0 \qquad \text{(fig. 9)}$$

où les logarithmes sont décimaux et la période exprimée en jours.

La distance des céphéides peut alors se calculer très facilement: Il suffit d'observer soigneusement l'étoile et d'en établir la courbe de lumière; on connaît alors la période et la relation

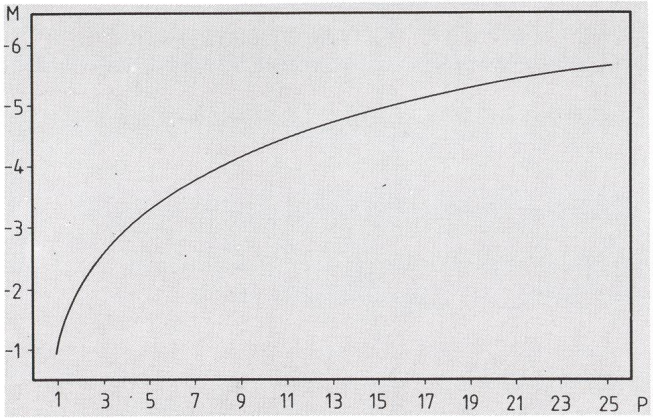



*Figure 9: La relation Période - Luminosité des Céphéides.*

ci-dessus permet de calculer la magnitude absolue et d'en déduire la distance. Les céphéides sont des supergéantes visibles de loin; elles sont donc des indicateurs de distances très prècieux. Certaines céphéides ont été détectées dans les galaxies les plus proches, la distance de ces galaxies est donc connue.

Il y a cependant une petit difficulté dans l'usage de la relation Période - Magnitude absolue. On a constaté qu'il existait plusieurs familles de céphéides et chaque famille possède sa propre relation Période - Luminosité. Il faut donc déterminer d'abord le type de la Céphéide avant d'appliquer la relation adéquate. En particulier, il faut éviter de confondre les céphéides Cδ, analogues à δ Cep, qui sont des étoiles de Population I (comme notre Soleil) avec les céphéides CW, analogues à W Vir et qui sont des étoiles de Population II (fig. 10).

La céphéide Cδ la plus populaire est l'étoile Polaire dont

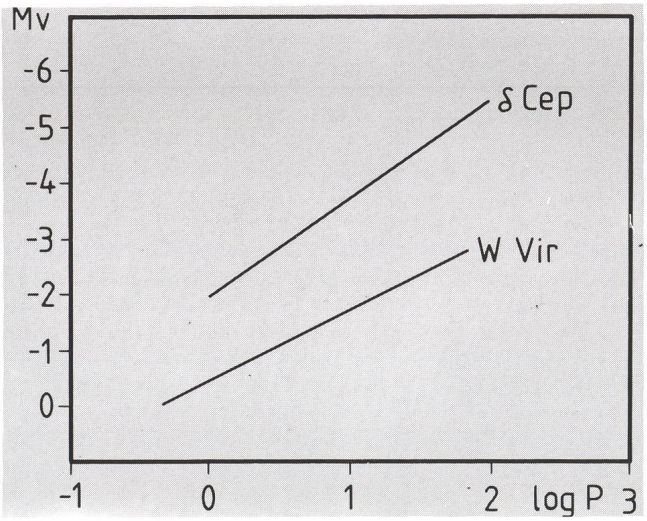



*Figure 10:*
*Les céphéides Cδ et CW. Ces deux familles de Céphéides obéissent à des relations période - luminosité différentes. Les Cδ sont des étoiles de population I; les CW des étoiles de population II.*

l'amplitude est faible (0.1 magnitude) . . . mais fâcheuse pour une étoile qui fut considérée pendant longtemps comme un standard photométrique!

Notons enfin que l'observation visuelle de céphéides est possible avec peu de material, une paire de jumelles pour beaucoup de céphéides brillantes, et présente l'attrait de variations amples et rapides (fig. 11).

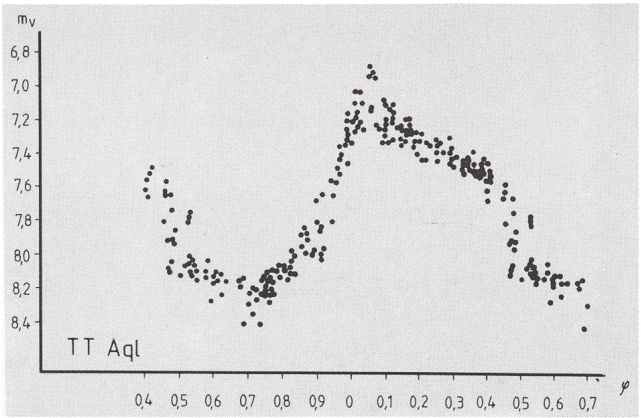



*Figure 11:*
*Courbe de lumière de la Céphéide TT Aql obtenue par M. Dumont de 1982 à 1986, avec une paire de jumelles de 50 mm. La période est de 13,7546 jours. En ordonnée: la magnitude apparente. En abscisse: la phase. La phase φ = 0 correspond au maximum prévu par les éphémérides.*

*Adresse de l'auteur:* MICHEL DUMONT, Palais de la Découverte Av. Franklin-D.-Roosevelt, F-75008 Paris

**Ferien-Sternwarte Calina**
**Osservatorio Calina**
**CH-6914 CARONA**

**Programm** **1988**

| | |
|---|---|
| 3. - 8. Oktober | **Elementarer Einführungkurs** in die Astronomie mit praktischen Übungen an den Instrumenten der Sternwarte Leitung: Dr. M. Howald-Haller, Basel |
| 17. - 23. Oktober | **Einführungskurs** Computer und Astronomie Leitung: Hans Bodmer, Greifensee |

| | |
|---|---|
| Besitzer/Proprietario: | Gemeinde Carona/Comune di Carona |
| Anmeldungen/Informazioni: | Ferienstemwarte/Osservatorio c.p. 8, CH-6914 Carona Tel. 091 68 83 47 o B. Nicoli 091 68 52 22 |
| Technischer Berater: | Erwin Greuter, Postfach 41, CH-9100 Herisau 1 |

# KONTAKTE

**Beobachtungen von Mond-Halos**
Wer hat Beobachtungen des grossen Mond-Halos (46 Grad Durchmesser) gemacht? An welchem Ort und zu welcher Zeit? Ich möchte sie mit meinen eigenen Beobachtungen (seit 1963) vergleichen.

LEO MANSER, Bergstr. 273, CH-8707 Uetikon am See

**Kometenbeobachter gesucht**
Ich suche Kontakte zu Kometenbeobachtern oder mit Sektionen, welche sich mit der Kometenbeobachtung befassen.

DETLEF KOWALNIK, Kurhausstrasse 3, Dss7868 Todtmanberg

# An- und Verkauf / Achat et vente

Infolge Verlust meines Beobachtungsplatzes verkaufe ich mein gepflegtes **Celestron C5:** In Koffer, mit Stativ und Zubehör incl. Sonnenfilter voll 5" mit Richthilfe. Spezial-Feineinstellung (von mir angebracht), Zubehörtasche etc. Das Gerät ist 8 Jahre alt, aber praktisch neuwertig. (On parle français). Listenpreis für alles Fr. 2'892.—, mein Occasionspreis l'880.—.
H. P. Klauser, Leonhardshalde 9, 8001 Zürich, Tel. 01/252 04 23 oder 01/47 35 31

Zu verkaufen:
**Newton-Spiegelteleskop (Mead),** Spiegeldurchmesser 15 cm Brennweite 120 cm, mit elektrischer Nachführung in RA 220 Volt, incl Säule mit 3 Füssen. 2 Okulare 25 mm und 9 mm, 48x und 130x Sonnenfilter, alles in gutem Zustand. Neupreis ca 2000.— VB Fr. 900.—
R. Wirz, Sandgütsch 18, 6024 Hildisrieden, Tel. 041/99 15 13

Zu Verkaufen:
**Maksutov-Spiegelteleskop (20 cm Spiegel)** Montierung Original mit Motor und stabiler Säule verschiedene Spectros - Okulare. Wenig gebraucht für nur 1500.— Fr. Tel. 052/42 18 97

Zu verkaufen:
**Kosmos-Schiefspiegel 110/2720 mm,** parall. Montierung mit Handnachf., viel Zubehör wie Okulare, Filter, Sonnenprisma, Fotoadapter, (NP 5000.—, Abholpreis 1000.—. Tel. 01/813 56 89

Zu verkaufen:
**Maksutov-Teleskop,** 1500 mm, (1:10) Auflösung garantiert 0.8". Paralakt. Gabelstativ, Synchron-Motor, Stahlrohr-Unterbau, incl. handgeschliffenes Sonnenfilter. Neupreis Fr. 4500.— Jetzt Fr. 3500.—. Carl Rawyler, Zubastr. 33A, 8212 Neuhausen. Tel. 053/2 15 18

# BIBLIOGRAPHIE

*HALBWACHS, JEAN-LOUIS. Découvrir le ciel (Le guide de l'astronomie facile).* Editions Bueb & Reumaux, Strasbourg, 1987, 144 p, 40 cartes du ciel, ISBN 2-86856-018-0, 72 FF.

Ce petit livre se présente comme un guide touristique, avec une description claire et concise du pays que l'on envisage de visiter, des ses «habitants» et de leurs moeurs, donnant des conseils sur l'équipement à prendre avec soi, avant de discuter en détail 7 itinéraires de voyage. Une différence pourtant: il s'agit de voyager dans le ciel!

L'auteur est un astronome professionnel travaillant au Centre de Données Stellaires de Strasbourg. En plus de son activité de chercheur, il a consacré beaucoup de son temps libre à faire découvrir le ciel au grand public. C'est sans doute cette dualité qui fait que son petit livre, qui s'adresse à l'astronome amateur débutant, est si bon. A ce niveau introductif nous voyons trop souvent des textes qui sont soit excessivement simplistes et laissent en peu de temps le lecteur sur sa faim ou, par contre, sont trop chargés de concepts élaborés qui peuvent le mystifier. Dans le cas présent, le but est atteint en évitant ces deux pièges.

Ce livre sans prétentions d'érudition présente de manière claire le ciel visible à l'oeil nu ou avec des jumelles, décrit les différents types d'objets visibles (étoiles doubles, nébuleuses, amas globulaires, etc.), définit les termes astronomiques usuels, explique comment observer le ciel et donne des conseils relatifs à l'équipement. Le long de chacun des 7 «circuits», les objets particuliers rencontrés en cours de route sont décrits, parfois de manière anecdotique, mais toujours de manière captivante. Les explications concernant certains de ces objets sont même assez approfondies, tout en restant d'un abord facile. En fin de volume figurent des listes des observatoires organisant des visites publiques (en Belgique, France et Suisse), des planétariums, des associations d'astronomes amateurs et un index bien conçu suivi d'une carte du ciel nord.

En résumé: un excellent livre d'introduction à l'observation du ciel, de très bonne conception didactique, riche en informations précises malgré sa petite taille.

NOËL CRAMER

Astro-Bilderdienst
Astro Picture-Centre
Service de Astrophotographies
Patronat:
Schweiz. Astronomische Gesellschaft

Auf Wunsch stellen wir Ihnen die jeweils neuesten Preislisten zu.

Verlag und Buchhandlung
Michael Kuhnle
Surseestrasse 18, Postfach 181
CH - 6206 Neuenkirch
Switzerland
Tel. 041 98 24 59

**ASTROPHOTO**

Petit laboratoire spécialisé dans la photo astronomique noir et blanc, et couleur. Pour la documentation et liste de prix, écrire ou téléphoner à:

Kleines Speziallabor für Astrofotografie schwarzweiss und farbig. Unterlagen und Preisliste bei:

**Craig Youmans, ASTROPHOTO, 1085 Vulliens. Tél. 021/905 40 94**

## ORION im Abonnement

interessiert mich. Bitte senden Sie mir kostenlos die nötigen Unterlagen.

Ausschneiden und auf eine Postkarte klleben oder im Umschlag an: Herrn Andreas Tarnutzer, Zentralsekretär SAG, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern.

## Un abonnement à ORION

m'intéresse. Veuillez m'envoyer votre carte d'inscription.

Découper et envoyer à: M. Andreas Tarnutzer, Secrétaire central SAS, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Lucerne.

ORION im Abonnement interessiert mich. Bitte senden Sie mir die nötigen Unterlagen.

Je m'intéresse à prendre un abonnement à ORION. Veuillez m'envoyer votre carte d'iscription.

Name/nom

Adresse


**TELESKOP - DISCOUNT**

**Alle Modelle ab Lager lieferbar !** Zur Besichtigung aufgestellt, nicht nur im Katalog - jederzeit - auch abends und an Wochenenden - aber nur nach telef. Terminabsprache. Alle Reparaturen können hier gemacht werden - ohne Rücksendung nach USA. Volle Garantieleistung. Immer, 24 Std., für Sie erreichbar !

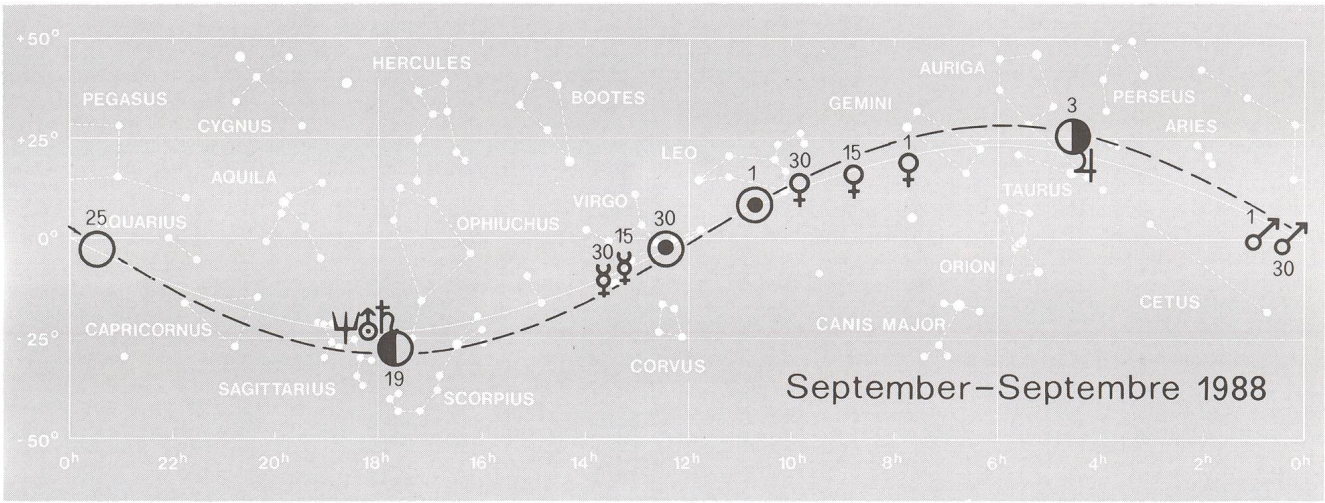
Alle Richt-Preise **incl.Stativ + parall.Aufsatz** + Vergütung. Kompl.orig.Pakete:

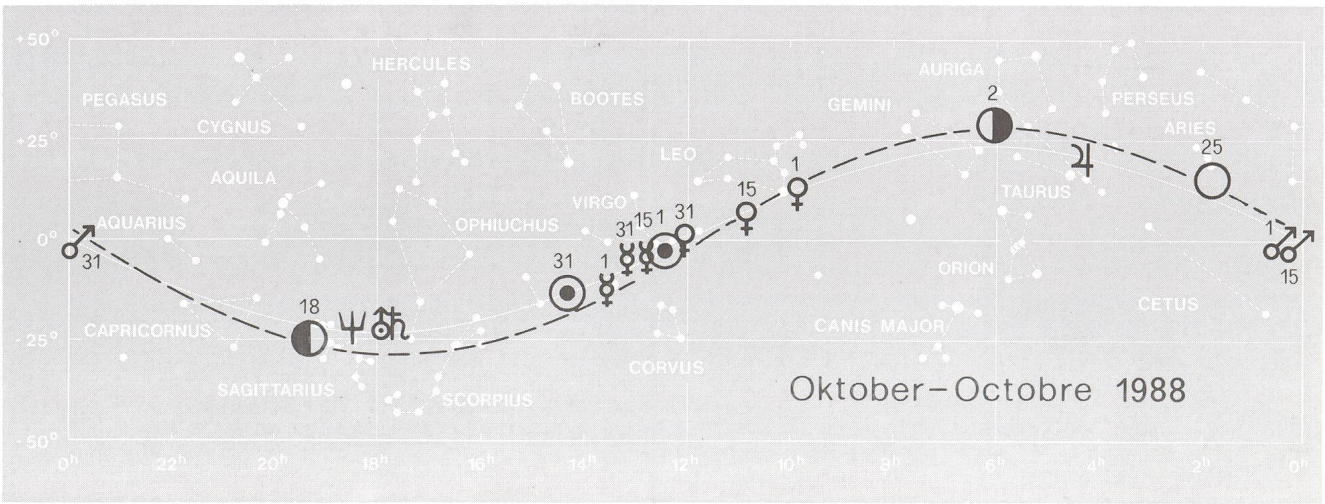
| | | | |
|---|---|---|---|
| 2045 LX3 | 10cm SC | **Fr. 2244.-** | (anstatt Dm. 3220.- od. Fr. 2805.-) |
| 2080 LX5 | 20cm SC | **Fr. 4964.-** | (anstatt Dm. 7570.- od. Fr. 5840.-) |
| 2120 LX5 | 25cm SC | **Fr. 6980.-** | (anstatt Dm. 11760.- od. Fr. 9060.-) |
| C8 SUPERPOLARIS | | **Fr 2853.-** | (anstatt Fr. 3290.-) |
| C8 POWERSTAR | | **Fr. 4726.-** | (anstatt Fr. 5560.-) |
| C11 STARBRIGHT | | **Fr. 9500.-** | (anstatt Fr. 12690.-) |

Ø = 150-600mm Teleskopspiegel, RC-Cass-Optiken, Planspiegel f. Heliostaten

Gleich, welche Spezialofferte Sie sonstwo erhalten, **hier bezahlen Sie immer weniger !** Barzahlungs-und Mitnahmerabatt ! Gratis-Prospekte anfordern !

**Eugen Aeppli,** Loowiesenstr.60, **CH-8106 ADLIKON** 24-Std-Tel. 01/841'05'40

# Schmidt-Newton MTS: Die Variablen

Die MTS-SN Modelle haben den Vorteil, daß Sie preiswert Ihren Traum nach einem Teleskop erfüllen, das Sie ein Leben lang begleitet.

Im Laufe der Zeit können Sie das Gerät so ausbauen, wie Sie es haben wollen.

**Die Grundausrüstung beider MTS-SN Modelle beinhaltet:** Einen kompletten Tubus mit Spezial-Okularauszug; ein Okular Typ Kellner f = 25 mm; eine Gabelmontierung ohne Teilkreise, ohne Deklinations-Feineinstellung und ohne Nachführmotor; eine stabile Säule mit drei abnehmbaren Beinen und Skala für Polhöhe.

**MTS-SN8**
Freie Öffnung
203 mm, f/4.
**DM 2.995,–**

**MTS-SN6**
Freie Öffnung
152 mm, f/5.
**DM 1.995,–**

Meade

**Weitere Informationen über die MTS-SN Modelle finden Sie in unserem Meade-Astrogeräte-Katalog.**

**Sie erhalten diesen unter der Best.-Nr. 976 005 beim KOSMOS-SERVICE.**

**Alleinvertretung Deutschland, Österreich und Schweiz**

**KOSMOS SERVICE**

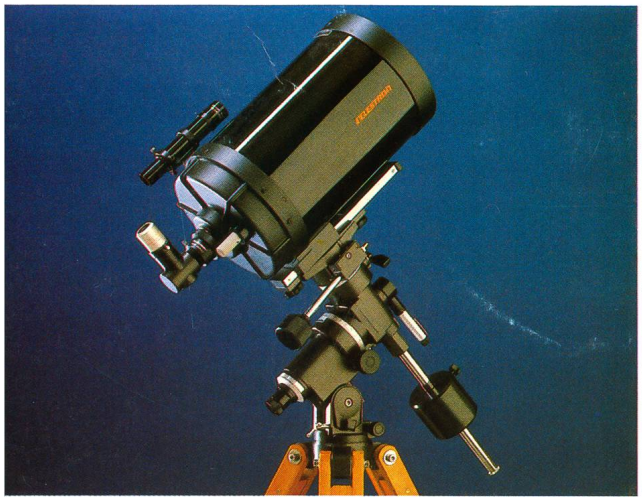
**POSTFACH 640 · D-7000 STUTTGART 1**

# CELESTRON®

## so günstig wie noch nie!

Die tiefen Preise können nur noch kurze Zeit gehalten werden. Kaufen Sie jetzt! Ihr Vorteil:
3 Jahre Garantie/Demonstration und Detailinstruktionen an den Geräten/Alles Zubehör am Lager.

**Neu: NAGLER-Okulare von TELE-VUE am Lager. Gesichtsfelder am C 8 bis 82°!!**



### Celestron 8 Super Polaris

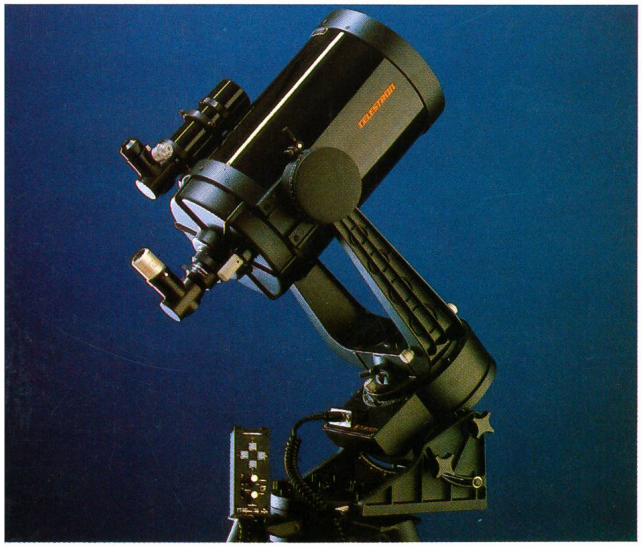
Die Grundausstattung enthält ein komplettes Teleskop mit folgenden Teilen: Tubus mit spezialvergüteter Optik und silberbeschichtetem Haupt- und Fangspiegel, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel 1¼", Okular 26 mm Plössl 1¼", Sucherfernrohr 6 x 30, Montageschlitten, Super Polaris Montierung inkl. Polsucherfernrohr, Holzstativ (höhenverstellbar).

C 8 Super Polaris ‹Starbright› **Fr. 3290.–**

### Celestron Super C 8 Plus Teleskop

Die Grundausstattung enthält ein komplettes Teleskop mit folgenden Teilen: Tubus mit spezialvergüteter Optik, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel 1¼", Sucherfernrohr 8 x 50 beleuchtet, mit Polsucher, Okulare 26 mm Plössl 1¼", 7 mm ortho. ¼", Gabelmontierung mit Teilkreisen, elektr. Antrieb 220 V/50 Hz, Präzisionsschneckentrieb, Polhöhenfeineinstellung, Halter zur Kamerabefestigung auf dem C 8, Dosenlibelle, Satz Knebelschrauben, Aufbewahrungskoffer.

Super C 8 Plus ‹Starbright› **Fr. 4390.–**



### Celestron 8 Powerstar Teleskop

Die Grundausstattung enthält ein komplettes Teleskop mit folgenden Teilen: Tubus mit spezialvergüteter Optik und silberbeschichtetem Haupt- und Fangspiegel, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel 1¼", Sucherfernrohr 8 x 50 beleuchtet, mit Polsucher, Okular 26 mm Plössl 1¼", Gabelmontierung mit Teilkreisen, elektr. Antrieb 9-12 Volt Gleichspannung, Batteriehalter, Quarzstabilisierter RA-Schrittmotor mit Steuergerät RA + Dekl. (Dekl.-Motor nachrüstbar), Präzisionsschneckentrieb, Polhöhenfeineinstellung, Satz Knebelschrauben, Aufbewahrungskoffer.

Powerstar 8 ‹Starbright› **Fr. 4700.–**

### Celestron 8 Computer-Teleskop

Die Grundausstattung enthält ein komplettes Teleskop mit folgenden Teilen: Tubus mit spezialvergüteter Optik und silberbeschichtetem Haupt- und Fangspiegel, Okularstutzen 1¼", Zenitspiegel 2", 2"-Okular 50 mm Plössl, Sucherfernrohr 8 x 50 beleuchtet (mit Polsucher), verstärkte Gabelmontierung mit elektr. Antrieb (12 V Gleichspannung, 20 A-Netzteil oder frisch geladene Autobatterie), Schrittmotoren in Rektaszension und Deklination, Präzisionsschneckentrieb, Computer (rote LED-Anzeige) mit 8190 (!) eingespeicherten Objekten, Polhöhenfeineinstellung, Satz Knebelschrauben, Aufbewahrungskoffer.

COMPUSTAR 8 ‹Starbright› **Fr. 9950.–**

Die angegebenen Preise sind freibleibend. Preisänderungen vorbehalten. Prix sans engagement.

CELESTRON

Generalvertretung für die Schweiz: P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstrasse 124, Postfach,
8034 Zürich, Tel. 01/69 01 08