Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 38 (1980)
Heft: 179

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: 29.07.2025

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

August · Août · Agosto 1980

179

ORION

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

SAG

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen und Austritte (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. 47.—, Ausland: SFr. 53.—
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 25.—
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Zentralkassier: Fritz Hefti, Segantinistrasse 114, CH-8049 Zürich, Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen

Einzelhefte sind für SFr. 8.— zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.

Arbeits- und Beobachtungsgruppen der SAG

Jugendberater: vakant

Meteore: Andreas Rohr, Stationsweg 21, CH-8806 Bäch

Planeten: Filippo Jetzer, Via Lugano 11, CH-6500 Bellinzona

Sonne: Peter Altermatt, Im Ischlag 5, 4446 Buckten

Veränderliche Sterne: Kurt Locher, Rebrain 39, CH-8624 Grüt

ORION

Leitender Redaktor: Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Biel

Technischer Redaktor: Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, CH-3400 Burgdorf

Ständige Redaktionsmitarbeiter:

Astrofotografie: Werner Maeder, 18, rue du Grand Pré, CH-1202 Genève

Astro- + Instrumententechnik: Herwin Ziegler, Ringstr. 1a, CH-5415 Nussbaumen

Der Beobachter: Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, CH-3400 Burgdorf

Fragen-Ideen-Kontakte: Erich Laager, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg

Neues aus der Forschung: Dr. Peter Gerber, Juravorstadt 57, CH-2502 Biel

Redaktion ORION-Zirkular: Kurt Locher, Dipl. phys., Rebrain 39, CH-8624 Grüt

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

Zeichnungen: H. Bodmer, Greifensee; B. De Bona, Reussbühl; J. Schmid, Pontresina; H. Haffter, Weinfelden

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

Auflage: 2700 Exemplare. Erscheint 6x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

Copyright: SAG-SAS. Alle Rechte vorbehalten.

Druck: A. Schudel & Co. AG, CH-4125 Riehen.

Bezugspreis, Abonnemente und Adressänderungen: siehe SAG

Redaktionsschluss ORION 180: 11. August 1980.

SAG

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: FrS. 47.—, étranger: FrS. 53.—.
Membres juniors (seulement en Suisse): FrS. 25.—.
Le versement de la cotisation est à effectuer après réception de la facture seulement.
Trésorier central: Fritz Hefti, Segantinistrasse 114, CH-8049 Zurich.
Compte de chèque SAS: 82-158 Schaffhouse.

Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de FrS. 8.— plus port et emballage.

Groupes de travail et d'observation de la SAS

Conseiller de la jeunesse: vacant

Météorites: Andreas Rohr, Stationsweg 21, CH-8806 Bäch

Planètes: Filippo Jetzer, Via Lugano 11, CH-6500 Bellinzona

Soleil: Peter Altermatt, Im Ischlag 5, 4446 Buckten

Etoiles variables: Kurt Locher, Rebrain 39, CH-8624 Grüt

ORION

Rédacteur responsable: Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne

Rédacteur technique: Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, CH-3400 Berthoud

Collaborateurs permanents de la rédaction:

Astrophotographie: Werner Maeder, 18, rue du Grand-Pré, CH-1202 Genève

Technique instrumentale: Herwin Ziegler, Ringstr. 1a, CH-5415 Nussbaumen

L'observateur: Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, CH-3400 Berthoud

Questions-Tuyaux-Contacts: Erich Laager, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg

Nouvelles scientifiques: Dr. Peter Gerber, Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne

Rédaction de la Circulaire ORION: Kurt Locher, phys. dipl., Rebrain 39, CH-8624 Grüt

Manuscrits, illustrations et rapports sont à envoyer directement aux rédacteurs respectifs. La responsabilité des articles publiés dans cette revue incombe aux auteurs.

Dessins: H. Bodmer, Greifensee; B. De Bona, Reussbühl; J. Schmid, Pontresina; H. Haffter, Weinfelden

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

Tirage: 2700 exemplaires. Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Copyright: SAG-SAS. Tous droits réservés.

Impression: A. Schudel & Co. SA, CH-4125 Riehen

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

Dernier délai pour l'envoi des articles ORION 180: **11 Août 1980.**

38. Jahrgang
38e année
Nr. 179, August 1980
No. 179, Août 1980

Seiten 107—142
pages 107—142

ORION

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

Inhaltsverzeichnis / Sommaire

A. TARNUTZER: Das Multiple Mirror Telescope MMT auf Mount Hopkins 110

A. MAEDER: L'évolution des étoiles et l'origine de l'hélium dans l'Univers en expansion 116

Neues aus der Forschung · Nouvelles Scientifiques

J. DÜRST: Die Sonnenfinsternis vom 16. Februar 1980 118
Entdeckung eines periodischen Kometen durch Paul Wild: Wild 3 (1980 d) 121
Die Entstehung von schwarzen Löchern im frühen Universum 121
Massive O-Sterne und die Entwicklung naher Doppelsterne 122
Kartographierung der Venus-Oberfläche 122

Mitteilungen/Bulletin/Comunicato 4/80

Generalversammlung der SAG 1980 in La Chaux-de-Fonds 123/13
Allocution et rapport annuel du président de la SAS 124/14
Jahresbericht des Zentralsekretärs 126/16
Jahresbericht des Technischen Leiters 126/16

Der Beobachter · L'observateur

CHR. A. MONSTEIN: Radioastronomie als Hobby 127
Aussergewöhnlich starker solarer Radiosturm an Pfingsten 130
Sonnenfleckenrelativzahlen 131
Weekend d'observation à la Brévine 131

Astrofotografie·Astrophotographie

E. & P. SASSONE CORSI: Planetenfotografie für den Amateur 132
Aufruf an die Astrofotografen 135
Hans Suter 136
Sonne, Mond und innere Planeten 136

Fragen/Ideen/Kontakte · Questions/Tuyaux/Contacts

«Fernrohr ohne Vergrösserung» 137
Das Vorzeichen der Zeitgleichung 137
Supernovae 138
Astronomisches Jugendseminar 139
Umfrage 139
Bibliographie 139

Titelbild / Couverture

Lagunennebel im Sagittarius (M 8)
Der Lagunennebel ist ein sehr schöner Emmissionsnebel. MESSIER nahm M 8 am 23. Mai 1764 in sein Verzeichnis auf. Entdeckt wurde der Lagunennebel jedoch bereits 1680 durch FLAMSTEED.

Die scheinbare Helligkeit beträgt 6.0^m, wobei der Nebel — an der Empfindlichkeitsgrenze des blossen Auges — mit dem Feldstecher gut sichtbar ist. Die Aufnahme der Flagstaff Sternwarte zeigt das Zentrum des Nebels. Links aussen sind noch einzelne Sterne des offenen Sternhaufens NGC 6530 sichtbar, der im Zusammenhang mit dem Lagunennebel steht.

Der Nebel wird ähnlich wie der Orion-Nebel, durch die Ultraviolettstrahlung heisser Sterne zum Leuchten gebracht.

Seinen Namen erhielt der Nebel durch die dunklen, chaotischen, teils schlauchförmigen Dunkelwolken.

Copyright by U.S. Naval Observatory, Washington, USA
Autorisation: Astro-Bilderdienst der SAG

ANDREAS TARNUTZER

Das Multiple Mirror Telescope MMT auf Mount Hopkins

Prototyp einer neuen Fernrohr-Generation

Der nachfolgende Artikel basiert auf einem Besuch anlässlich der SAG-Studienreise in die USA vom November 1979. Viele technische Details wurden aus den uns überlassenen Unterlagen 1) und anderen Publikationen 2) 3) 4) 5) entnommen.

1. Einleitung

Man erreicht das MMT, das Mehrfach-Spiegelteleskop auf dem Mount Hopkins, von *Tucson* in Arizona auf der Interstate 19 südwärts fahrend, Richtung Nogales. Nach rund 65 km verlässt man die Autobahn beim Exit 48, rund 45 km vor der mexikanischen Grenze und meldet sich in *Amado* im Bureau-Gebäude der Sternwarte.

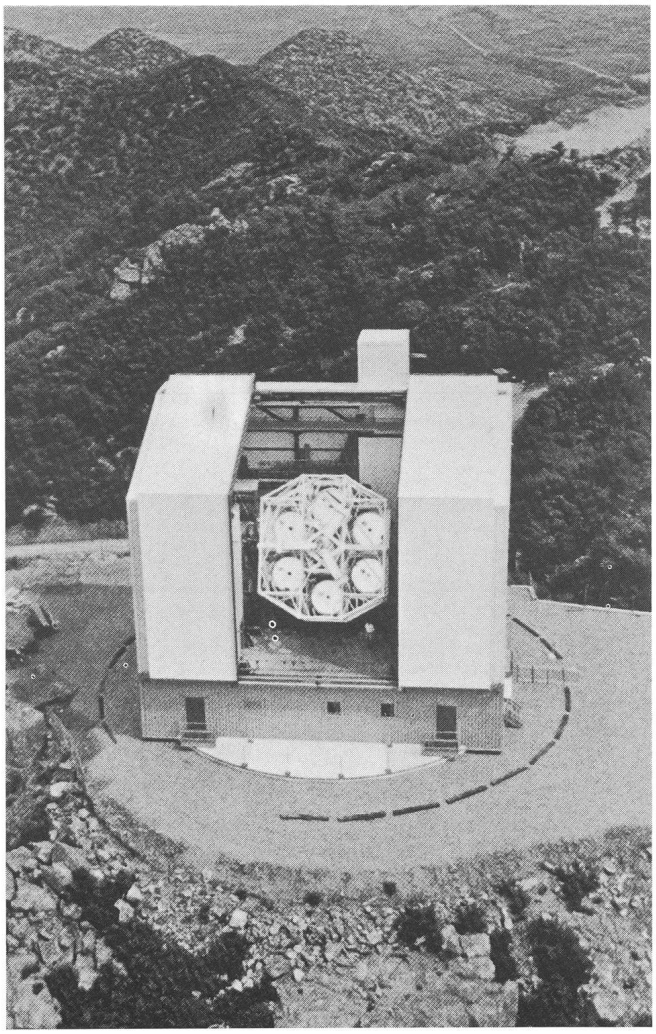


Abb. 1: Luftaufnahme des MMT mit geöffnetem Schieber. Die beiden Eingangstüren vorne geben einen Begriff von der Grösse der Anlage. Foto Ted Offret. Die übrigen Fotos dieses Artikels sind vom Autor.

Schon auf der Autobahn, in der rund 800 m hoch gelegenen Ebene, entdeckt man das weisse Gebäude der Sternwarte auf einem der links gelegenen bizarren «Hügel». Die Fahrt hinauf im Autobus der Sternwarte führt auf einer gewundenen Naturstrasse an recht schroffen Abhängen und tiefen Schluchten vorbei und ist ein Erlebnis für sich, und man realisiert bald, dass die *Santa Rita Mountains* alles andere als kleine Hügel sind. Je näher man der Sternwarte kommt, umso weiter oben erscheint sie, bis man nach einer einstündigen Fahrt, gehörig durchschüttelt und mit Staub reichlich eingedeckt, den obersten Parkplatz erreicht. Die letzten 100 m geht man zu Fuss bis zum 2606 m hohen Gipfel und steht dann vor dem riesigen Gebäude. Siehe Bild 1.

2. Gründe, die zum Bau des MMT geführt haben

Schon seit dem Anfang des 17. Jahrhunderts, als *Galilei* sein Fernrohr für astronomische Beobachtungen benutzte, ging die Entwicklung zu immer grösseren Fernrohren weiter, da man so immer mehr Details sehen konnte. Zuerst wurde vor allem die Brennweite vergrössert, doch führte dies bald zu recht umständlichen Instrumenten, wie dasjenige des *Hevelius* in Danzig. Später erlaubte es die Erfindung des Achromaten durch FRAUNHOFER, die Objektivlinsen immer grösser zu machen und man erreichte im letzten Jahrhundert mit dem 1-m-Refraktor auf Yerkes die obere Grenze, deren Überschreitung zu keinem Gewinn mehr führen würde.

Die Spiegelteleskope ihrerseits waren leichter herzustellen. Man erreichte 1907 auf Mount Wilson den Durchmesser von 1,5 m (wenn man vom unhandlichen Metallspiegel vom *Earl of Rosse* mit 1,8 m Durchmesser absieht, der 1845 gebaut wurde), 1918 ebenfalls auf Mount Wilson 2,5 m und 1948 auf Mount Palomar den Durchmesser von 5 m. Aber bereits hier sah man die enormen Schwierigkeiten und die immensen Kosten einer weiteren Vergrösserung, so dass die Amerikaner keine Pläne mehr für grössere Fernrohre machten. Dass sich die Russen zum Bau eines 6-m-Reflektors entschlossen, ist wohl zum Teil einem gewissen Konkurrenzdenken zuzuschreiben . . .

Da jedoch anzunehmen ist, dass mit *wesentlich* grösseren Fernrohren auch wesentliche neue Entdeckungen zu machen sind, musste man folgerichtig nach andern Lösungen suchen. Eine Möglichkeit besteht darin, den grossen Hauptspiegel in mehrere kleinere Spiegel aufzuteilen, die dann leichter und billiger herzustellen sind als ein grosser. Das MMT auf Mount Hopkins ist das erste eines solchen Fernrohrs. Es besteht aus sechs Fernrohren von je 1,8 m Durchmesser, die alle auf einen gemeinsamen Brennpunkt arbeiten. Das ganze System entspricht einem einzigen Reflektor von 4,5 m Durchmesser und ist somit das drittgrösste Fernrohr auf der Welt. Sofern sich dieses Konzept bewährt, kann man einen weitern Schritt tun. Bereits sind Vorstudien im Gange für Fernrohre, die einem Durchmesser von 10 m und 25 m entsprechen!

Die Aufteilung in einzelne Fernrohre und die Leichtbau-

weise hat aber noch einen weitern Vorteil: Die einzelnen Teile der Fernrohre könnten in den Weltraum transportiert und dort zu einem sehr grossen Instrument zusammengebaut werden. Die Abwesenheit der Luft würde diesem ganz enorme Vorteile bringen.

3. Vorgänger des MMT

Die Idee, eine grosse Spiegelfläche in mehrere kleine aufzuteilen, ist eigentlich nicht neu. Um das damals schwierige Parabolisieren zu umgehen, experimentierte der nachmalige *Earl of Rosse* bereits 1828 an einem zweiteiligen 15-cm-Spiegel aus Spiegelbronze, der aus einem zentralen Spiegel und einem 4 cm breiten, aussenstehenden Ring bestand. Beide wiesen eine sphärische Fläche auf.

Das erste brauchbare Mehrfach-Spiegelteleskop wurde aber in Italien vom damaligen Leiter der Sternwarte Bologna, Professor Guido Horn d'Arturo gebaut. Es sollte aus trapezförmigen sphärischen Einzelspiegeln bestehen, einen Gesamtdurchmesser von 1 m aufweisen und im alten, 1712 erbauten Turm der Sternwarte senkrecht nach oben gerichtet fest eingebaut sein. Mit nur teilweise fertig gestelltem Spiegel konnte 1935 die erste Fotografie aufgenommen wer-

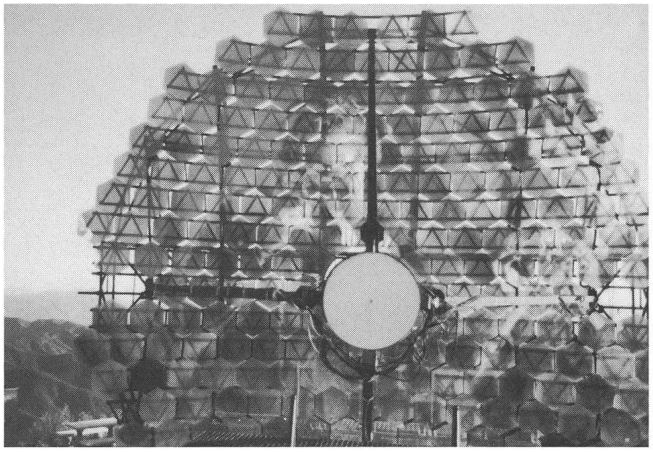


Abb. 2: Das 10 m-Spiegelteleskop für indirekten Nachweis von γ-Strahlen auf einem Nebengipfel des Mount Hopkins, das ungeschützt im Freien steht. Im Spiegel reflektiert erkennt man den Autor, wie er diese Aufnahme macht . . .

den. Die politische Situation und der Krieg unterbrachen dann seine Arbeit, Horn d'Arturo musste untertauchen.

Nach dem Krieg konnte er ein neues Fernrohr bauen. Es bestand aus 61 sechseckigen sphärischen Spiegeln genau gleicher Brennweite (10,41 m); diese waren so angeordnet, dass sie als Ganzes einen parabolischen Spiegel von 1,8 m Durchmesser ergaben. Mit diesem Instrument entdeckte er zusammen mit seinem Mitarbeiter G. B. LACCHINI viele lichtschwache Veränderliche, für welche Lichtkurven erstellt wurden.

Da das Fernrohr fest auf den Zenit gerichtet war, musste beim Fotografieren zum Nachführen der Plattenhalter entsprechend verschoben werden, was die Belichtungszeit auf 6,5 Minuten begrenzte. Es konnte auch nur ein 1,3° breiter Streifen des Himmels bestrichen werden. HORN D'ARTUROS Idee war, viele solche billig herstellbare Instrumente über alle Breitengrade verteilt aufzustellen, so dass der ganze Himmel hätte bestrichen werden können. Er schlug auch vor, sehr grosse solche Fernrohre unter Ausnutzung von Bodenformationen zu bauen. Damit nahm er die Idee des 300 m-Radioteleskopes in Arecibo, Puerto Rico, voraus.

Ein weiterer Versuch für ein Mehrfach-Spiegelteleskop wurde 1949 vom damaligen Direktor der Sternwarte Turku in Finnland, Y. VÄISÄLÄ vorgeschlagen. Er beschrieb ein Modell, das er zu bauen begonnen hatte, das aus sechs runden Spiegeln von je 32 cm Durchmesser bestand, die ringförmig angeordnet waren und wie beim MMT einen siebenten Spiegel in der Mitte enthielt. Dazu hatte er eine Korrektorlinse vorgebaut. Das Ganze entsprach einem Einzelspiegel von 85 cm Durchmesser und 2,58 m Brennweite. Auch dieses Fernrohr war für feste, senkrechte Aufstellung gedacht.

Diese beiden unkonventionellen Instrumente wurden leider nicht genügend beachtet. Wohl wurden mit der Zeit mehrere Parabolspiegel gebaut, die aus vielen sechseckigen sphärischen Spiegeln zusammengesetzt wurden. Sie werden aber allesamt nicht für optische Abbildung, sondern nur als Lichtsammler für elektrische Detektoren verwendet und erheben deshalb keinen Anspruch auf optische Genauigkeit. Eines davon ist das 10-m-Teleskop auf Mount Hopkins, Bild 2, das aus 248 einzelnen Spiegeln besteht und für den indirekten Nachweis von γ-Strahlen dient.

4. Die optische Auslegung des MMT

Wie bei jedem Teleskop ist auch hier der Spiegel das Hauptstück, wobei man allerdings beim MMT zum ersten Mal in der Mehrzahl sprechen muss. Es war ein Glücksfall, dass mehrere Spiegel-Rohteile zur Verfügung standen, die versuchsweise als Planspiegel in Leichtbauweise für die Raumfahrt hergestellt wurden.

Jeder der Hauptspiegel besteht aus zwei Quarzscheiben von 1,8 m Durchmesser und 2,5 cm Dicke. Dazwischen liegt eine Rippenkonstruktion von sich rechtwinklig kreuzenden Quarzstreifen, 1 cm dick und 28 cm hoch im Abstand von 7 cm. Aussen herum wurde ein Quarzrohr gelegt, 28 cm lang und etwas kleiner im Aussendurchmesser als die beiden Quarzscheiben. Das ganze Gebilde wurde anschliessend in einem Ofen erhitzt und zusammen gesintert. Um die recht dünne Quarzplatte wegen der benötigten Parabolform möglichst wenig zu schwächen, wurde der ganze Rohteil nachträglich noch durchgebogen. Dazu wurde er auf eine Keramikform mit dem gewünschten Krümmungsradius gelegt und in einem Ofen während 70 Stunden auf 1100° erhitzt. Anschliessend erhöhte man die Temperatur innerhalb von 20 Minuten auf 1550°C, bis das Quarz zu fliessen begann und sich durch sein eigenes Gewicht der Form anpasste. Dann wurde langsam abgekühlt und nach Erreichen der Raumtemperatur noch spannungsfrei geglüht.

Die Masse jedes Rohspiegels ist 545 kg, verglichen mit 1820 kg eines konventionellen massiven Spiegels gleicher Grösse. Alle 6 Spiegel zusammen haben somit eine Masse von 3270 kg, ein äquivalenter massiver Spiegel von 4,5 m Durchmesser würde aber 35 000 kg wiegen!

Als optisches System wurde das nach *Cassegrain* gewählt. Die parabolischen Hauptspiegel haben eine Brennweite von 493 cm, und da alle 6 Spiegel den gleichen Abbildungsmasstab haben sollen, musste diese mit einer Toleranz von ±2,5 mm eingehalten werden. Es ergibt sich so ein Öffnungsverhältnis von 1:2,7. Die hyperbolischen Sekundärspiegel mit 26 cm Durchmesser verlängern die Gesamtbrennweite auf 58 m, was für jedes einzelne Teleskopsystem ein Öffnungsverhältnis von 1:32 ergibt. Der Abbildungsmasstab in der Bildebene beträgt 3,6 Winkelsekunden pro mm.

Bild 3 zeigt einen Schnitt durch das MMT, mit zweien der

insgesamt 6 Teleskope. Nach dem Sekundärspiegel trifft der Lichtkegel kurz vor dem Hauptspiegel auf einen Planspiegel (Tertiärspiegel) und anschliessend auf den Strahlenbündler, der die 6 Lichtkegel auf den Brennpunkt richtet. Der Strahlenbündler ist eine Pyramide mit 6 aluminisierten Planflächen. Unten in Bild 3 ist noch vergrössert dargestellt, wie die 6 Strahlenkegel im Brennpunkt zusammentreffen. Der diese 6 Kegel einhüllende Kegel entspricht einem Gesamt-Öffnungsverhältnis von 1:9. Streng genommen kann nicht von *einer* Bildebene gesprochen werden: die Bildebene jedes Einzelkegels steht senkrecht zu seiner Mittelachse. Folglich schneiden sich im Bildpunkt 6 verschiedene Ebenen. Der Nachteil ist allerdings klein; es entsteht eine «mittlere» Bildebene senkrecht zur Achse des MMT mit einem brauchbaren Bildfeld von bis zu 5 Winkelminuten.

Man hätte diesen Nachteil auch umgehen können. Durch geeignete Wahl der Sekundärspiegel hätte man 6 parallele Lichtbündel erzeugen und diese dann wiederum parallel und einander fast berührend in die Achse des MMT leiten können. Mit einem zusätzlichen kleineren Cassegrain-Teleskop von rund 75 cm Durchmesser wäre es dann möglich, alle Strahlen in einem Punkt zu vereinigen mit einer eindeutigen Bildebene. Da dies aber zwei zusätzliche Reflexionen bedingte, hat man diese Lösung verworfen.

In der Mitte des MMT sitzt noch ein siebentes Fernrohr mit 76 cm Durchmesser in Ritchey-Chrétien-Ausführung, das unter anderem für die automatische Nachführung des MMT dient.

5. Das Reguliersystem

Auf der Erde wird das Auflösungsvermögen aller Fernrohre durch die Luftunruhe begrenzt, der erzeugte Lichtfleck ist rund 1 Winkelsekunde gross. Das theoretische Auflösungsvermögen im visuellen Bereich der bestehenden Grossfernrohre ist aber viel besser und erreicht beim 5-m-Spiegel 0,025 Winkelsekunden.

Beim MMT wird diesem Umstand insofern Rechnung getragen, als die 6 Fernrohre vorerst nur mit einer Genauigkeit von 0,2 Winkelsekunden ausgerichtet werden sollen mit

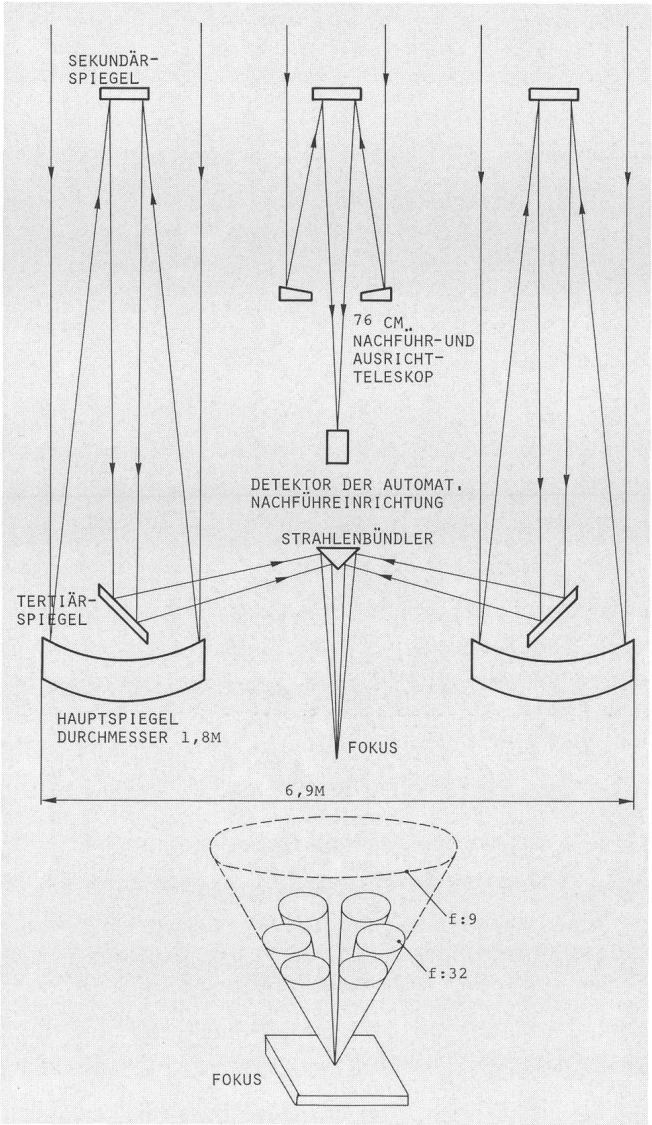


Abb. 3: Strahlengang im MMT, wobei nur 2 gegenüberliegende der insgesamt sechs Teleskope gezeichnet sind. Unten sind vergrössert die 6 Strahlenkegel 1:32 eingezeichnet mit dem diese alle einhüllenden Kegel 1:9. Oben in der Mitte das Nachführinstrument.

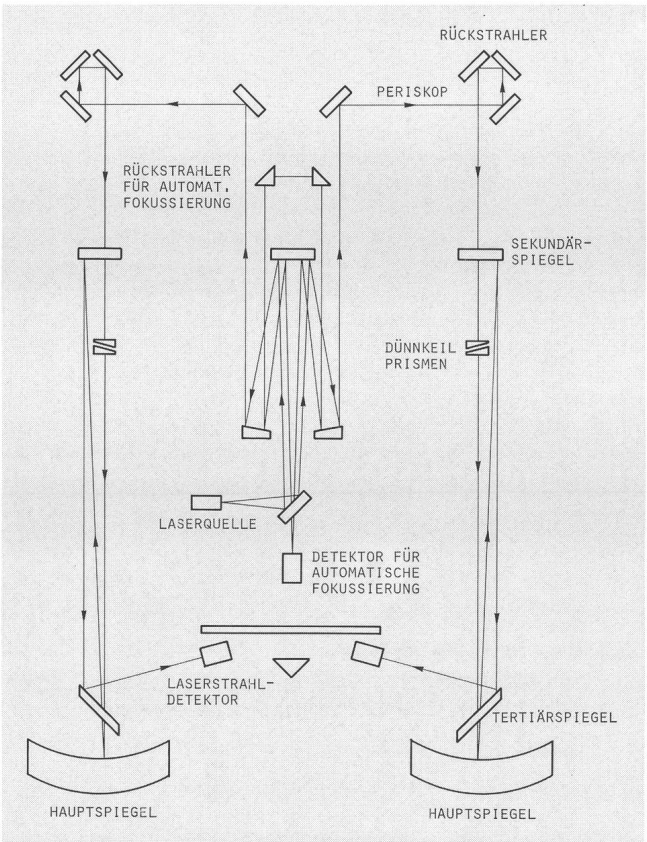


Abb. 4: Die Laserstrahlen in zwei von den Teleskopen. Vom das Nachführfernrohr vorne verlassenden parallelen Laser-Strahlenbündel werden einzelne Teile abgezweigt und über Periskop und Rückstrahler auf den Rand der Hauptspiegel geleitet. Die ferngesteuerten Dünnkeil-Prismen gestatten es, durch gegenseitiges Verdrehen derselben jeden Laserstrahl in die gewünschte Richtung zu bringen. Anschliessend werden die Strahlen durch Silizium-Detektoren empfangen.

dem Gedanken, dies später zu verbessern, wenn es die Erfahrung erlaubt. Bereits so aber dürfen sich die Abstände der Haupt- und Sekundärspiegel nicht um mehr als 0,7 mm verändern und sich die Hauptspiegel um nicht mehr als 2,5 Winkelminuten zur Achse neigen. Eine ausgedehnte Computerberechnung hat gezeigt, dass diese Bedingungen wegen der unterschiedlichen Durchbiegungen der Fernrohrstruktur bei verschiedenen Lagen wie Längenänderungen durch verschiedene Temperaturen und Temperaturdifferenzen nicht länger als ungefähr eine Minute eingehalten werden können. Man musste deshalb eine aktive Regulierung der wichigsten Teile einführen.

Dies wird mittels Laser-Strahlen durchgeführt, wobei das Nachführteleskop in der Mitte des MMT als Kollimator verwendet wird, siehe Bild 4. Über einen teildurchlässigen Planspiegel wird eine Laser-Strahlenquelle am umgespiegelten Brennpunkt angekoppelt. Das Fernrohr arbeitet nun

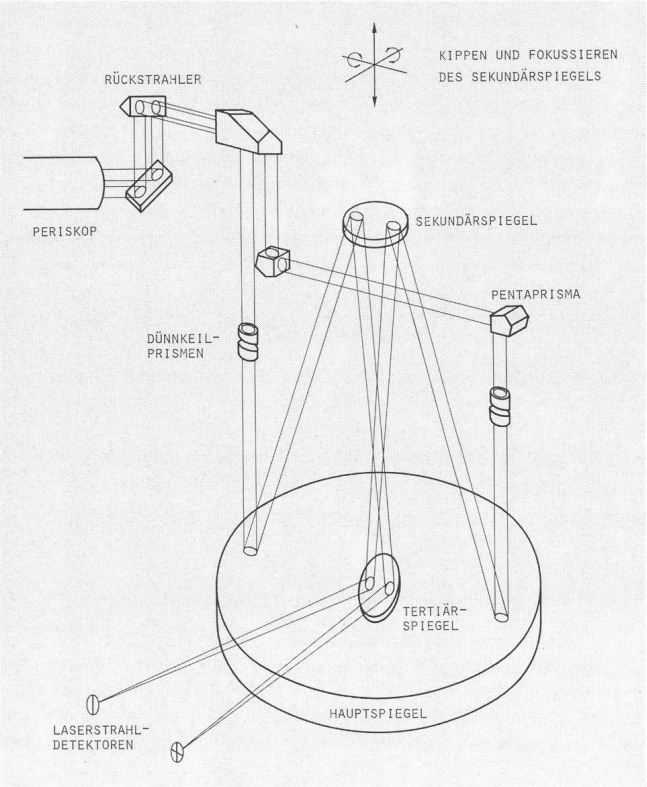


Abb. 5: Laser-Strahlengang in einem der sechs Teleskope im Detail. Der linke, direkt auf den Hauptspiegel treffende Strahl bestimmt die Kippbewegung des Sekundärspiegels um seine tangentiale *Achse. Er bestimmt aber auch zusammen mit dem über Pentaprismen den Hauptspiegel rechts treffenden Strahl die* Scharfeinstellung *und das Kippen des Sekundärspiegels um seine* radiale *Achse. Das Verdrehen der Dünnkeil-Prismen lenkt den Strahl ab und provoziert so eine Verstellung des Sekundärspiegels.*

wie ein Scheinwerfer, aus dem vorne ein paralleles Strahlenbündel herauskommt. Ein Teil dieser Strahlen wird über Rückstrahler dazu verwendet, das eigene Fernrohr automatisch scharf einzustellen, indem der Sekundärspiegel in achsialer Richtung motorisch verschoben wird.

An drei um 120° versetzten Stellen werden nun dem Bündel Laser-Strahlen durch Periskope entnommen und den 6 Fernrohren über Rückstrahler zugeführt. Sowohl Periskope wie Rückstrahler haben die Eigenschaft, dass parallel einfallende Strahlenbündel diese auch wieder parallel verlassen mit einer Genauigkeit von 0,05 Winkelsekunden. Jedes Fernrohr erhält über Pentaprismen zwei Strahlenbündel, die durch Dünnkeil-Prismen über Hauptspiegel, Sekundär- und Tertiärspiegel je einen Silikon-Detektor erreichen. Einer davon besteht aus 2 Segmenten, der andere aus 4 Quadranten, siehe Bild 5. Die Signale dieser beiden Detektoren werden elektronisch verarbeitet, Abweichungen führen in einem geschlossenen Regelkreis zu Korrekturen, die den richtigen Zustand wieder herstellen. Verstellt wird dabei der Sekundärspiegel mittels Elektromotoren in 3 Achsen: er wird in Achsrichtung verschoben für die Fokussierung und um 2 rechtwinklig zueinander stehende Achsen gekippt, siehe Bild 5 oben. Selbstverständlich muss dieses ganze Laser-Strahlensystem ausserhalb des Gesichtsfeldes sein, um die Beobachtung nicht zu stören. Dies ist auch der Grund, warum sich die beiden Bündel zwischen Sekundär- und Tertiärspiegel kreuzen. Die Leistung in jedem Laserbündel beträgt nur 10^{-9} W, so dass auch an den Spiegeln gestreutes Licht nicht stört.

Mit den beiden Dünnkeilprismen kann ferngesteuert das entsprechende Strahlenbündel abgelenkt werden, indem man sie gegeneinander verdreht, und da das Regelsystem sofort korrigiert, können damit die Brennpunkte aller 6 Fernrohre zusammengebracht oder, wie dies beim Spektroskopieren von Vorteil sein wird, längs des Spektrografenschlitzes aneinandergereiht werden.

Die automatische Nachführeinrichtung sitzt am Fokus des Nachführinstrumentes und teilt das einkommende Licht

Abb. 6: Blick von einem Hauptspiegel nach vorn. Man erkennt den Sekundärspiegel mit seiner Halterung sowie links oben den Ausgang des Periskopes. Die SAG-Reisegruppe folgt mit äusserster Aufmerksamkeit den Ausführungen und stellt knifflige Fragen . . .

über einen Strahlenteiler mit dem Lasersystem. Sie hat eine genaue Fernsteuerung in Azimutwinkel und Radius, um einen beliebigen Stern im Gesichtsfeld zum Nachführen verwenden zu können und um das Bild entdrehen zu können (nötig wegen der terrestrischen Montierung). Es können Sterne bis 14. Grösse nachgeführt werden; die Wahrscheinlichkeit, solche Sterne im Gesichtsfeld von 1° zu finden ist 99%.

Das Ganze Bildreguliersystem hat 21 dauernd arbeitende Servomotoren und 51 sich gegenseitig beeinflussende Parameter, die für die entsprechende Beobachtung eingestellt

werden müssen. Das ganze wird von einem Kleinrechner geleitet, der von dem die Nachführung besorgenden Minicomputer beeinflusst werden kann.

6. Die Montierung

Wie heute für Grossinstrumente schon fast üblich, wurde eine terrestrische Montierung gewählt, d.h. eine Drehachse ist vertikal, die andere horizontal. Dadurch und auch durch das niedrige Gewicht der Fernrohrstruktur mitsamt allen optischen Geräten von nur 45 Tonnen konnte die horizontale Kippachse in zwei gewöhnlichen vorgespannten Rollenlagergruppen gelagert werden. Das Gesamtgewicht des Fernrohrs und der Gabel wird in der vertikalen Achse von einem Schrägkugellager von 2,5 m Durchmesser aufgenommen, in dem 130 Kugeln von 50 mm Durchmesser laufen. Auch dies ist wesentlich billiger als ein hydrostatisches Lager. Die gesamte drehbare Masse beträgt 120 Tonnen, verglichen mit 500 Tonnen von Mount Palomar. Die 75 Tonnen schwere Gabel wurde in Lecco (Italien) durch die Firma Bartolomei hergestellt.

Beide Achsen werden durch Gleichstrommotoren über Stirnräder mittlerer Qualität angetrieben, Tachogeneratoren überwachen deren Drehzahl. Je ein zweiter, gegenläufig arbeitender Satz von Motor und Getriebe heben das Zahnspiel während des Nachführens auf. Die Stellung jeder Achse wird durch Inductosyn-Drehgeber gegeben, die elektrische Impulse in Schritten von 0,08 Winkelsekunden liefern. Der Minicomputer seinerseits liefert mit entsprechenden Impulsen die Sollstellung des Fernrohrs. Beide Signale kommen in ein elektronisches Zählwerk, und bei einer bestehenden Differenz wird der entsprechende Motor sofort so betätigt, dass die Differenz Null wird. So führt das Fernrohr genau das aus, was ihm der Minicomputer befiehlt. Man kann auf diese Weise nicht mehr von einer Nachführgeschwindigkeit sprechen, denn es werden beide Achsen schrittweise verstellt, wie dies bei den modernen Werkzeugmaschinen heute üblich ist.

Der Betrieb des Fernrohrs wird vollständig vom Minicomputer gesteuert. Man gibt die Koordinaten eines Objektes und deren Äquinoktium ein. Der Minicomputer korrigiert für die Präzession, die Refraktion und die Aberration des Lichtes, fährt das Fernrohr in die gerechnete Position und führt dann automatisch nach. Nahe am Zenit kann die Nachführgeschwindigkeit in Azimut den maximalen Wert von 90° pro Minute erreichen, so dass auch Objekte nachgeführt werden, die bis an 0,14° an den Zenit herankommen.

Die gewählte terrestrische Montierung vereinfacht auch die Hauptspiegelzelle, denn der Spiegel wird dadurch in nur einer Ebene gekippt, die Kräfteverhältnisse sind viel einfacher zu beherrschen. Jeder Spiegel liegt hinten auf drei festen Punkten, die seine Lage bestimmen. Sein Gewicht wird zum grössten Teil durch ein in drei Segmente aufgeteiltes Luftkissen aufgenommen, das das Gewicht des Spiegels gleichmässig aufnimmt. Radial wird der Spiegel durch eine Gall'sche Kette gehalten; die je nach Kipplage wechselnden Kräfte werden durch zwei Ausgleichsgewichte an Hebeln kompensiert.

7. Das Gebäude

Die terrestrische Montierung des Fernrohres bringt gewaltige Vorteile für das Schutzgebäude, und auch hier wurden neue Wege gegangen. An Stelle einer Kuppel wurde ein rechteckiges Gebäude gebaut, das das Fernrohr eng umschliesst, ungefähr 18 m lang, 12 m breit und 16 m hoch.

Ein rechteckiges Gebäude kann mit geringeren Kosten gebaut werden und hat zudem eine bessere Raumausnutzung. Es wiegt 450 Tonnen (die Kuppel allein von Mount Palomar 900 Tonnen . . .) und dreht auf nur vier Rädern von 91 cm Durchmesser und 13 cm Breite auf einer metallischen Fahrbahn, die ihrerseits auf einem von der Fernrohrsäule unabhängigen Fundament ruht. Zwei gegenüberliegende Räder werden mit je einem Gleichstrommotor von 11 kW Leistung angetrieben, wobei die volle Leistung nur bei sehr starkem Wind benötigt wird (das Gebäude ist für Windstärken von 225 km/h berechnet, bis 72 km/h kann beobachtet werden). Üblicherweise genügen 2 kW. Im Notfall kann das Gebäude über ein stark untersetztes Getriebe von Hand gedreht werden. Vier weitere Räder besorgen die radiale Führung des Gebäudes und nehmen die Windkräfte auf; sie laufen auf einer zylindrischen Bahn, die an der Innenwand des Fundamentes angebracht ist. Die Drehung des Gebäudes wird nun einfach vom Fernrohr selber automatisch gesteuert, so dass die gegenseitige Lage konstant bleibt, wobei es aber möglich ist, die beiden bis zu ±7,5° gegeneinander zu verdrehen. Die grösstmögliche Drehgeschwindigkeit ist wie beim Fernrohr 90°/Minute; sie ist so ruhig, dass man davon praktisch nichts spürt.

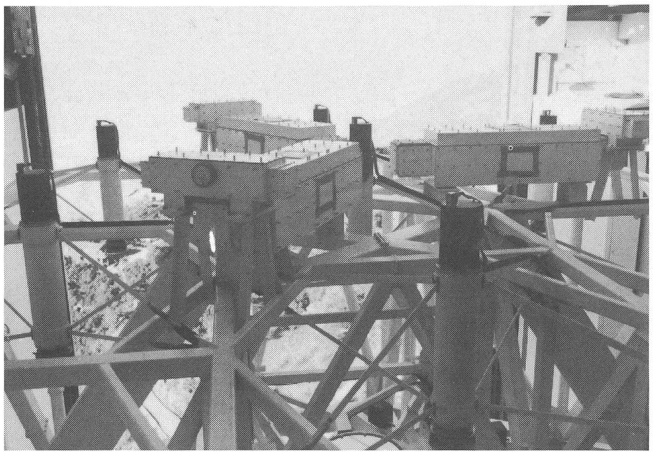


Abb. 7: Blick auf das Vorderende des MMT mit den 3 Periskopen und 5 der 6 Sekundärspiegelhaltern. In der Mitte unten ist teilweise der Hauptspiegel des Nachführinstrumentes zu sehen, oben der dazugehörige Sekundärspiegelhalter.

Das Gebäude besteht grundsätzlich aus einer stark verrippten Plattform, durch die die Gabelmontierung des Fernrohrs dringt. Auf der Plattform sind beidseits der Montierung zwei dreistöckige Türme aufgebaut, die die Bureaux, Laboratorien, Dunkelkammern, Elektronik- und Kommandoräume enthalten. Über diese gleitet der zweiteilige Verschluss der Sternwarte. In den Räumen unterhalb der Plattform sind noch Aufenthaltsräume und eine Werkstatt untergebracht. Da sich das ganze Gebäude dreht, müssen Telefon und elektrische Energie über Kabel (zwei getrennte Systeme für gewöhnliche und für störempfindliche Apparate), Wasser und Kühlmittel durch Schläuche zugeführt werden. Diese lassen eine Drehung von je 270° in beide Richtungen zu, nachher muss das Gebäude mit Fernrohr wieder zurückgedreht werden.

Die kompakte Bauweise erlaubt es, dass die benötigten Apparate sehr nahe beim Fernrohr zu stehen kommen, denn

es ist vorgesehen, dass die Astronomen von geheizten Räumen aus das Fernrohr fernbedienen. Dies bedingt aber seinerseits eine besonders gute Isolation sowohl nach aussen wie auch gegen innen in Richtung Fernrohr. Der Fernrohrraum selber muss tagsüber auf die für die folgende Nacht erwartete Temperatur gekühlt werden, da die grossen Massen sonst viel zu langsam die Lufttemperatur erreichen würden. Dazu ist im Boden der Plattform ein Kühlrohrsystem eingebaut, und Kühlaggregate halten die Raumluft niedrig. Aber auch das Fernrohr selber mit seinen vielen Motoren ist eine Wärmequelle. Auch hier wird aktiv gekühlt. Mit all diesen Massnahmen wird verhindert, dass warme Luft durch den Strahlengang des Fernrohrs streicht und die Bildschärfe vermindert.

In den geheizten Bureauräumen muss die Luft erneuert werden, ohne den Betrieb des Fernrohres zu stören. Die Abluft wird in den Keller geleitet und von dort mit Ventilatoren durch ein 60 m langes, im Boden verlegtes Rohr zu einem Berghang geführt, wo üblicherweise Fallwinde herrschen.

8. Schlussbemerkungen

Das MMT wurde in Zusammenarbeit des Smithsonian Astrophysical Observatory in Cambridge, Mass., und der Universität von Arizona in Tucson entwickelt. Die Gesamtkosten (jedoch ohne die Spiegel), beliefen sich auf US-$ 7.5 Millionen (umgerechnet auf Basis 1975). Es wurde berechnet, dass eine Sternwarte mit einem Fernrohr von 4,5 m Durchmesser konventioneller Bauart gut das Dreifache kosten würde!

Abb. 8: Blick am MMT vorbei nach aussen.

Der Beschluss, das MMT zu bauen, wurde im Dezember 1971 gefasst, die Einweihung erfolgte am 9. Mai 1979. Unsere SAG war wohl die erste europäische Reisegruppe, die das MMT besichtigt hat. Noch ist nicht alles fertig, und einiges, das vorhin beschrieben wurde, ist noch Ziel und nicht Tatsache. Es wird noch einige Zeit dauern, bis alle sechs Teleskope einwandfrei und zuverlässig auf den gleichen Brennpunkt arbeiten. Doch ist das Projektteam sehr zuversichtlich.

Das MMT als neuartiges Instrument wird mit der Zeit auch neue Zusatzgeräte nach sich ziehen, die seiner Eigenart besser angepasst sind und auch neue Beobachtungsgebiete erschliessen. Eines davon ist die Infrarot-Fotometrie im Wellenlängenbereich von über 2,5 Mikron. Hier sind die zu messenden Intensitäten so schwach, dass sie in der Strahlung des Himmels und des Fernrohres selber untergehen, wobei sich diese noch selber laufend ändern. Man behilft sich so, dass man das Fernrohr periodisch zum zu messenden Objekt und zum daneben liegenden Himmelshintergrund richtet. Das MMT ist für diese Beobachtungsart sehr gut geeignet, denn man muss nicht das ganze Fernrohr mit seiner grossen Masse verstellen, sondern kann einfach die Sekundärspiegel über den bereits vorhandenen Mechanismus mit einer Frequenz von 10 bis 20 Hertz hin und her kippen, wie dies auch bei den Radioteleskopen üblich ist.

Für diese Beobachtungen werden kleinere Sekundärspiegel eingesetzt, die die eigentliche Öffnung des Fernrohres begrenzen. Vom mit flüssigem Helium so nahe wie möglich an den absoluten Nullpunkt gekühlten Infrarot-Detektor aus darf über den Sekundärspiegel nur Himmel gesehen werden und keine Fernrohrteile (z.B. Spiegelfassungen), da sonst die Temperatur dieser gemessen würde!

Eine der ersten Forschungsarbeiten, die mit dem MMT unternommen wurde, war die Bestimmung der Rotverschiebung der beiden Komponenten des Quasars 0957 + 561, die für beide zu $z = 1{,}4136 \pm 0{,}0015$ gefunden wurde, woraus die Hypothese entstand, dass es sich möglicherweise um ein und dieselbe Quelle handle, die durch den Effekt der gravitationellen Linse durch eine in der Sichtlinie gelegene grosse Masse (z.B. eine Galaxie) scheinbar in zwei Teile aufgeteilt werde.

Literaturhinweise:
1) Physics today, September 1978.
2) Sky and Telescope, September 1972, Seite 159.
3) Sky and Telescope, November 1973, Seite 280.
4) Sky and Telescope, Juli 1976, Seite 14.
5) Sky and Telescope, Februar 1978, Seite 100.

Adresse des Autors:
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern.

L'évolution des étoiles et l'origine de l'hélium dans l'Univers en expansion

André Maeder

Il y a maintenant un demi-siècle que E. Hubble découvrait, en étudiant le spectre des «nébuleuses», le mouvement de récession des galaxies et la loi qui le caractérise. Ce mouvement de fuite, identique dans toutes les directions, fut interprété, dès les années trente, dans le cadre de la Relativité Générale d'Einstein, comme le résultat de l'expansion généralisée de l'espace: les galaxies ne fuient pas dans un espace préexistant (le spécialiste dit qu'elles sont co-mobiles), mais c'est l'espace lui-même qui fait l'objet d'une expansion. Ce mouvement d'expansion et la notion que notre Galaxie n'occupe pas une position privilégiée dans l'Univers impliquent que dans le passé les galaxies étaient plus proches les unes des autres et la matière plus condensée. C'est ainsi que les modèles les plus simples que l'on peut bâtir à l'aide de la théorie d'Einstein, modèles dont le principe a été trouvé en 1922 par A. Friedman, suggèrent une origine (explosive) de l'Univers à partir d'un état très concentré.

Ce n'est vraiement que la découverte faite en 1965 par A. Penzias et R. Wilson, récompensés en 1978 par le Prix Nobel de physique, qui fit triompher l'idée d'un Univers ayant passé par des phases initiales très chaudes et condensées. Ces deux chercheurs ont en effet découvert, grâce à des observations dans le domaine des ondes centimétriques, l'existence dans tout l'espace d'un fond de rayonnement thermique à la température très basse de 3° Kelvin (-270°C). Ce rayonnement, bien que d'intensité très faible et qui, de ce fait, n'a été découvert que tardivement, représente à l'échelle de l'Univers davantage d'énergie rayonnante que toute celle émise par les étoiles et les galaxies. Toutes les analyses détaillées ont montré que ce fond de rayonnement ne pouvait s'interpréter de manière satisfaisante que comme la «chaleur résiduelle» des phases initiales de l'Univers, certainement très chaudes.

L'abondance de l'hélium: un test sur l'Univers initial

Il est très intéressant dans ce contexte de noter qu'il peut exister d'autres signatures laissées par l'évolution de l'Univers initial: l'abondance de l'hélium en est une.

Les modèles théoriques permettent de reconstituer l'histoire thermique de l'Univers considéré dans son ensemble. Cela signifie qu'en partant des valeurs actuelles du taux d'expansion, de la température du rayonnement de fond et de la densité moyenne de matière, on peut décrire les changements de température et de densité ainsi que les principales réactions qui ont eu lieu dans l'Univers au cours du temps. Les calculs détaillés qui ont été effectués dès 1967 indiquent que, lorsque la température était d'environ 1 milliard de degrés (situation qui a dû se produire selon les modèles dans les premières minutes de l'Univers, il y a environ 15 milliards d'années), il s'est effectué des réactions nucléaires qui ont transformé environ 25% de toute la matière existante (protons et neutrons) en hélium. Cet hélium est dit cosmologique, c'est-à-dire qu'il est lié à l'origine et à l'évolution de l'Univers. A part quelques traces d'éléments légers (deutérium, béryllium, lithium) il ne semble pas que d'autres éléments aient pu se former alors. Si l'expansion s'était déroulée plus rapidement ou plus lentement que ne le prévoient les modèles de Friedman, l'abondance de l'hélium produit eût été très différente.

Ces résultats théoriques très importants ne peuvent être comparés sans autres à l'abondance de 25 à 30% d'hélium observée dans le gaz interstellaire et les étoiles (l'essentiel étant de l'hydrogène), car il faut savoir quelle est la part de l'hélium actuel qui résulte d'une synthèse stellaire et quelle est celle d'origine cosmologique. C'est une question qui a des implications très riches et qui met en jeu divers domaines de l'astrophysique auxquels sont consacrés plusieurs travaux à l'Observatoire de Genève.

La synthèse stellaire de l'hélium et des éléments lourds dans les galaxies

Ce qui précède nous amène à préciser quelques aspects importants de la synthèse stellaire de l'hélium et des éléments lourds (par ce terme nous entendons tous les éléments plus lourds que l'hydrogène et l'hélium). Les étoiles naissent par condensation de nuages de gaz interstellaire. Dans les régions centrales des étoiles, des réactions nucléaires produisent de l'énergie en transformant de l'hydrogène en hélium. Puis, à son tour, cet hélium est transformé par d'autres réactions en éléments plus lourds, notamment du carbone et de l'oxygène. A la fin de leur évolution nucléaire, les étoiles passent par des phases instables, voire explosives, au cours desquelles elles éjectent dans l'espace interstellaire des gaz contenant les éléments nouvellement synthétisés. Les apports successifs, fournis par des étoiles arrivant au terme de leur évolution, enrichissent progressivement, au cours des milliards d'années, le milieu interstellaire en hélium et en éléments lourds. Ainsi, les nouvelles générations d'étoiles qui se forment continuellement par condensation du gaz interstellaire ont une composition chimique plus riche en hélium et en éléments lourds que celle des générations précédentes. C'est ce qu'on appelle l'évolution chimique des galaxies.

Au passage nous noterons qu'une quantité minimale d'éléments lourds semble être une condition nécessaire à l'apparition de la Vie et que les éléments lourds présents dans le système solaire ont été créés dans les générations d'étoiles qui ont précédé la naissance du Soleil il y a environ 4,6 milliards d'année.

Toutes les galaxies n'ont pas le même degré d'évolution chimique et, comme l'ont montré des chercheurs de notre Observatoire, ce degré varie aussi dans la Galaxie. Les Nuages de Magellan, qui sont deux galaxies satellites de la nôtre, ont une teneur en éléments lourds très faible: 0.7% pour le Grand Nuage et 0.2% pour le Petit Nuage, alors que dans notre Galaxie les populations stellaires du voisinage solaire contiennent environ 2% d'éléments lourds.

Fig. 1: Le Grand Nuage de Magellan est une galaxie satellite de la nôtre, que l'on peut observer dans l'hémisphère sud comme une tache lumineuse étendue située hors de la Voie Lactée. Sa distance est de 200 000 années-lumière; sa teneur en métaux de 0,7% est nettement inférieure à celle de 1,7% des étoiles de composition solaire dans notre Galaxie. Cette différence est le signe d'une evolution chimique sensiblement moins avancée dans le Grand Nuage de Magellan que dans notre Galaxie.

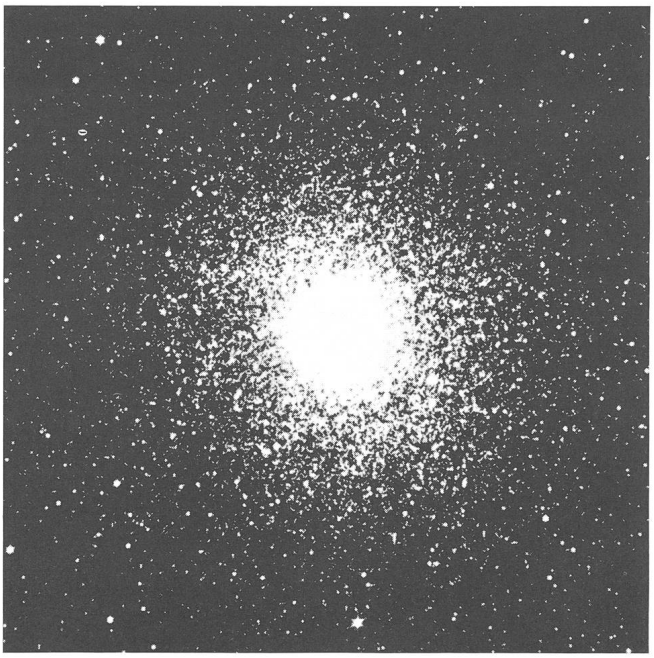


Fig. 2: L'amas globulaire M 13, situé dans la constellation d'Hercule, comprend quelques centaines de milliers d'étoiles. Il se trouve à la distance de 24 000 années-lumière. C'est un exemple d'objets parmi les plus anciens et les plus déficients en métaux de notre Galaxie; son âge est de l'ordre de 12 à 15 milliards d'années.

L'évolution des étoiles massives et l'abondance de l'hélium cosmologique

Ce sont les étoiles de masse supérieure à environ 10 masses solaires qui contribuent le plus à l'évolution chimique d'une galaxie. En effet, le temps de vie d'une étoile massive, c'est-à-dire le temps pendant lequel se produisent les diverses réactions nucléaires, est inférieur à 10 millions d'années. Cela signifie que 1000 générations d'étoiles massives peuvent en principe se succéder pendant la seule vie du Soleil. Pour faire la part respective de l'hélium cosmologique et de l'hélium d'origine stellaire, il est donc nécessaire de connaître les quantité d'éléments produits par les étoiles massives.

Les calculs d'évolution stellaire nous permettent de montrer que les étoiles massives produisent près de 3 fois plus d'hélium que de métaux, si l'on tient compte de la perte de masse par le phénomène dit de vents stellaires (éjection de particules par la pression du rayonnement), observés notamment grâce aux satellites Copernicus et IUE. Comme l'abondance en métaux dans les étoiles de composition solaire est d'environ 1.7%, le facteur 3 mentionné ci-dessus implique que la synthèse stellaire est responsable d'une teneur en hélium d'environ 5%.

Ainsi que nous l'avons vu plus haut l'abondance de la Galaxie en hélium est de 25 à 30%; aussi le résultat précédent implique-t-il que seule une faible fraction, environ 1/5e, de tout l'hélium observé est d'origine stellaire tandis que la majeure partie, environ 4/5e, est d'origine cosmologique. Ce résultat est étayé par le fait que l'abondance des éléments lourds (origine stellaire) varie beaucoup suivant que l'on considère des populations stellaires récentes ou très anciennes, tandis que l'abondance en hélium semble subir moins de variations.

L'abondance de l'hélium cosmologique (4/5e de tout l'hélium observé ou 20 à 25% de toute la matière présente dans l'Univers) correspond très bien aux résultats trouvés par les modèles représentant l'évolution de l'Univers. C'est donc un succès extraordinaire des modèles construits sur la base de la théorie d'Einstein que de pouvoir expliquer par les réactions actives durant les premières minutes de l'Univers la forte proportion d'hélium, dont on ne parvient pas à rendre compte par des processus stellaires dans les galaxies.

Ce résultat concernant l'origine de l'hélium s'ajoute à ceux de l'expansion de Hubble et du fond de rayonnement trouvé par Penzias et Wilson: il tend aussi à renforcer l'idée que l'Univers est né il y a environ 15 milliards d'années, sans doute de manière explosive, à partir d'un état très dense et très condensé. L'expansion observée actuellement, le fond de rayonnement, la forte proportion d'hélium non-stellaire sont ainsi des signatures laisseés par les phases antérieures de l'Univers. D'autres traces de ces phases très lointaines restent certainement encore à trouver.

Ce problème de l'hélium nous montre comment les astrophysiciens cherchent, par des observations et des travaux théoriques, à répondre à cette curiosité profonde, qui habite l'homme depuis la nuit des temps, concernant l'origine de l'Univers, son évolution, sa structure et ses limites.

Adresse de l'auteur:
André Maeder, Observatoire de Genève, CH-1290 Sauverny.

Die Sonnenfinsternis vom 16. Februar 1980

J. DÜRST

Beobachtungen der ETH-Sternwarte in Indien

Sonnenfinsternis-Beobachtungen wollen gut vorbereitet sein. So begannen wir bereits vor drei Jahren mit den Vorarbeiten für eine neue Kamera zur Koronaphotographie, die nun erstmals bei der Finsternis vom 16. Februar 1980 zum Einsatz gekommen ist. Neben dieser neuen Kamera hatte unser Team, bestehend aus F. Aebersold, J. Dürst und A. Zelenka, noch folgende Instrumente eingesetzt: a) Kamera von 1 m Brennweite für relative und absolute Photometrie sowie zur Messung der verschiedenen instrumentellen und atmosphärischen Streulichtkomponenten; b) Parallaktisch montierte Kamera zur Messung des Polarisationsgrades; c) Photoelektrisches Photometer zur Messung der Gesamthelligkeit der Korona. Alle Beobachtungen konnten an unserem Standort in Yellapur (Südindien) unter besten Witterungsbedingungen durchgeführt werden. Im Folgenden soll vor allem der Zweck und die Konstruktion der neuen Kamera dargestellt werden.

Oft werden wir gefragt, warum wir noch Expeditionen

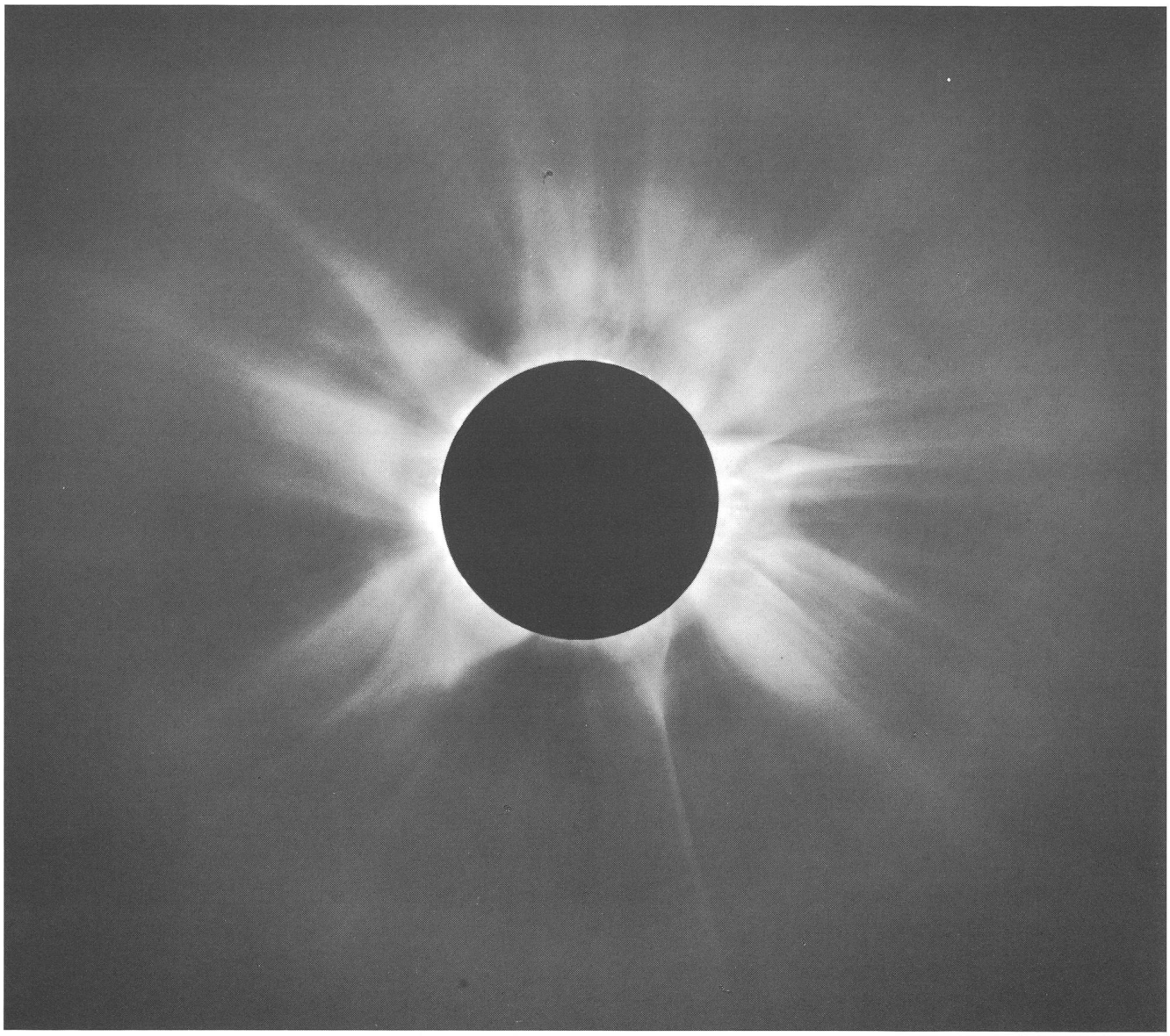


Fig. 1. Maximumskorona, aufgenommen 15^s nach 2. Kontakt mit der im Text beschriebenen Kamera. Belichtungszeit 4^s auf FP4 Planfilm. Norden ist oben, Westen rechts.

machen, da es doch Satelliten gibt, die die Korona dauernd auch ohne Finsternis von oberhalb der Atmosphäre beobachten können. Die innersten Gebiete der Korona sind in der Tat im Röntgen- und extremen Ultraviolett-Bereich mit Satelliten besser und für längere Zeit zu beobachten, und diese Messungen liefern unentbehrliche Daten, wenn es um die Lösung von Problemen wie z.B. die Aufheizung der Korona geht. Auch für die äusseren Gebiete ab etwa 2.5 Sonnenradien liefern Weisslicht-Satellitenkoronographen Messdaten, die weniger von Streulicht beeinträchtigt sind als irdische Beobachtungen, wenn auch die räumliche Auflösung dieser Aufnahmen zur Zeit noch zu wünschen übrig lässt. Für die mittlere Korona sind aber Finsternisbeobachtungen im sichtbaren Spektralbereich noch immer die beste Möglichkeit, um Aufschluss über die Struktur und damit über das koronale Magnetfeld zu erhalten. Einzigartig sind solche Aufnahmen auch darin, dass sie die Koronastrahlen vom Sonnenrand bis etwa 8 Sonnenradien Abstand vom Zentrum auf einer Aufnahme erfassen. Der Zweck unserer neuen Kamera ist also die Registrierung der Koronaintensität vom Sonnenrand bis r = 8, wobei die Auflösung entsprechend sehr guten atmosphärischen Bedingungen 1″ bis 2″ betragen soll und die photometrische Genauigkeit 1 bis 2 Prozent. Zur Messung von Farbeffekten soll die Intensität in drei Spektralbereichen gemessen werden.

Strahlungsempfänger

Ein Feld von 4° Durchmesser (bis 8 Sonnenradien vom Zentrum) enthält etwa 50 Millionen Bildelemente von 2″ Durchmesser. Der photographische Film ist imstande, die Strahlung in diesen 50 Mio. Bildelementen *gleichzeitig* zu registrieren und die Information auch zu speichern, eine Leistung, die zur Zeit von photoelektrischen Empfängern noch nicht erreicht wird. Photographischer Film ist deshalb der geeignete Detektor für die angegebene Aufgabe, besonders

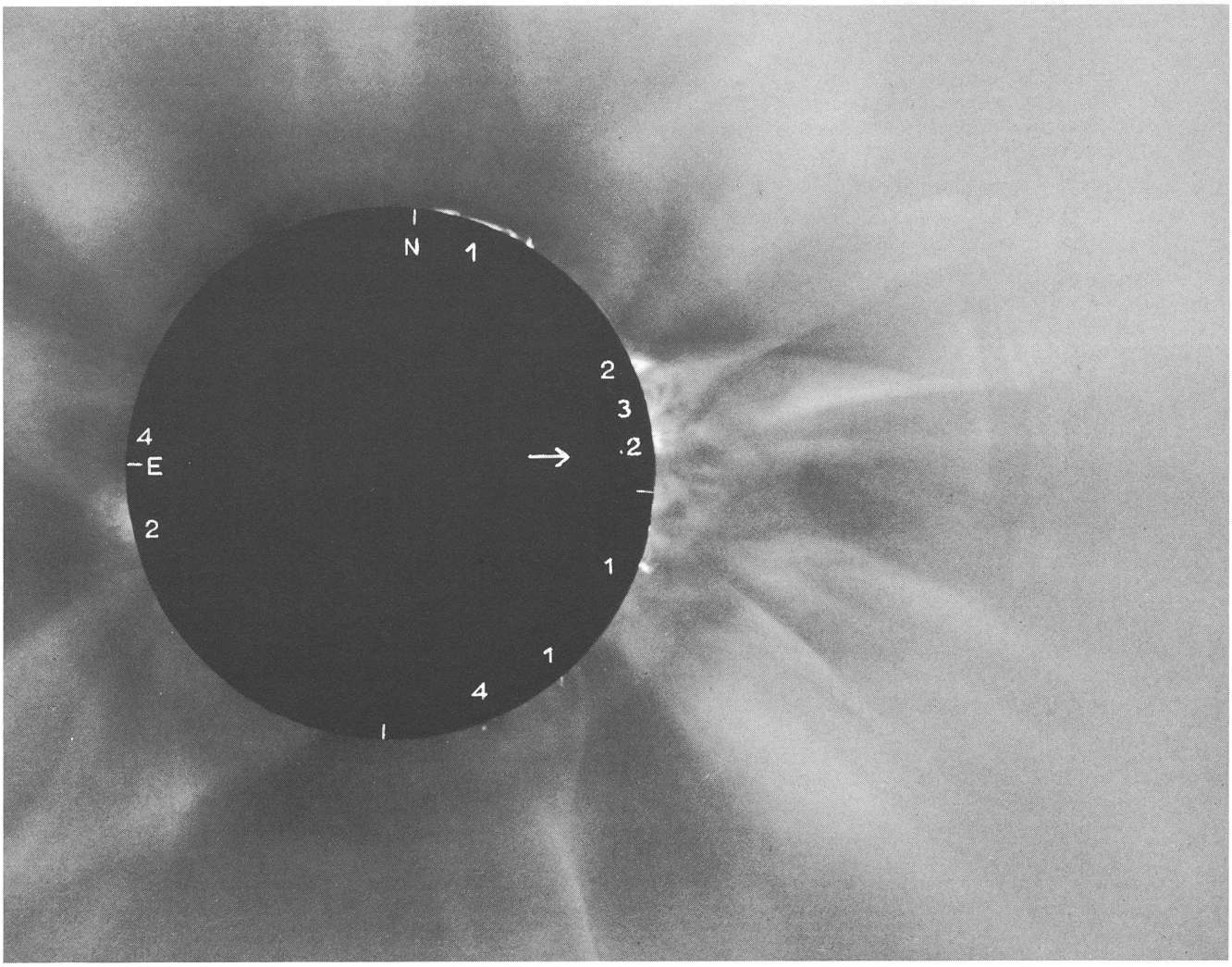


Fig. 2. Die innere Korona, aufgenommen im blauen Licht (λ_{eff} = 440 nm) 30^s vor 3. Kontakt. Belichtungszeit $16.^s$ 1 = Protuberanz, 2 = Kondensation, 3 = koronale Bögen, 4 = Kavität. Kondensationen sind heisse, dichte Gebiete über aktiven Regionen. In der dreieckigen Kondensation auf der Westseite liegt ein sehr heller Bogen, die hellste Struktur dieser Korona. Die hellen und dunklen Bögen repräsentieren geschlossene Magnetfelder. Die Kavitäten sind Zonen geringer Dichte am Fuss der langen Koronastrahlen, die über den Trennlinien von Magnetfeldregionen verschiedener Polarität liegen. In der mit Pfeil bezeichneten Region sind gegenüber Aufnahmen aus Ostafrika, die zwei Stunden früher gemacht wurden, in der inneren und äusseren Korona bedeutende Änderungen festzustellen. (Vergl. dazu Sky und Telescope, Mai 1980.)

auch weil genügend Licht vorhanden ist, so dass die Belichtungszeit wenige Sekunden nicht übersteigt.

Kameraoptik

Setzt man die Auflösung des Films (ca. 0,02 mm) in Beziehung zur Unschärfe verursacht durch die Luftunruhe (2″), so ergibt sich eine minimale Brennweite von 2 m. Einem Felddurchmesser von 4° entsprechen bei dieser Brennweite 14 cm auf dem Film. Da auch Platz für Kalibrierungsmarken vorhanden sein muss, ergibt sich ein Filmformat von 18 x 24 cm.

Farbfilm ist empfindlich für Licht der Wellenlängen 400 nm bis 700 nm. Die Fokustoleranz für ein Objektiv f = 2 m/1:15 beträgt etwa ±0,25 mm. Ein zweilinsiges Refraktorobjektiv ist also wegen der Farbfehler nicht geeignet, und es muss Spiegeloptik oder ein apochromatisches Refraktorobjektiv verwendet werden. Da Spiegeloptik im allgemeinen ein kleineres Feld oder andere Nachteile hat, wählten wir ein dreilinsiges, apochromatisches Refraktorobjektiv mit Brennweite f = 1,9 m, Öffnungsverhältnis 1:15. Um das instrumentelle Streulicht möglichst gering zu halten, wurden alle 6 Linsenflächen mit Mehrfachschicht vergütet.

w (°)	a (″)	b (″)	2ϱ (″)
0	0	0	0
0.5	2	1	0.5
1	8	4	2
1.5	16	8	4
2	32	16	8

Ungefähre Durchmesser in Bogensekunden der Zerstreuungs-Ellipsen eines «dünnen» Refraktorobjektives (Öffnungsverhältnis 1:15) als Funktion des Winkelabstandes w (in Grad) von der Achse. a = radialer Durchmesser, b = tangentialer Durchmesser, 2ϱ = Durchmesser des kleinsten Zerstreuungskreises der astigmatischen Büschel.

Ein Objektiv dieses Typs lässt sich leicht für sphärische Aberration und Koma korrigieren, es bleibt aber wie bei allen im Vergleich zur Brennweite dünnen Refraktorobjektiven, Astigmatismus und Bildfeldwölbung. Diese Fehler bewirken, dass die Bildpunkte ausserhalb der Achse zu Ellipsen vergrössert werden, deren grosse Achsen radial liegen. Wie die Tabelle zeigt, ist die erforderliche Auflösung nur in einem Feld von etwa 1° Durchmesser gewährleistet. Durch eine einfache konkav-plane Linse unmittelbar vor dem Film lässt sich nun aber das Bildfeld ebnen, indem der kleinste Querschnitt der astigmatischen Strahlenbüschel in die Filmebene verlegt wird. Dadurch verkleinern sich die Fehler um einen Faktor 4 in radialer Richtung und um einen Faktor 2 in tangentialer Richtung, was einer Verdoppelung des scharfen Bildfeldes gleichkommt.

Kompensationsfilter

Ein Nachteil des photographischen Films ist sein kleiner dynamischer Bereich (Helligkeitsumfang, der gemessen werden kann). Wird gar eine Genauigkeit von 1 bis 2% gefordert, so beträgt der brauchbare Helligkeitsumfang noch etwa eine Dekade. Da die innere Korona etwa 1000 mal heller ist als der Himmelshintergrund, müssen also die helleren Gebiete abgeschwächt werden. Dies geschieht am besten durch eine auf Glas aufgedampfte Aluminiumschicht, deren Dichte radial von aussen nach innen von 0 auf 3 zunimmt und die so den steilen radialen Helligkeitsgradienten der Korona kompensiert. Dieses Filter muss ebenfalls unmittelbar vor dem Film liegen, so dass es praktisch ist, das Filter mit der Ebnungslinse zu verkitten. Die Kombination Ebnungslinse-Filter wurde axial beweglich montiert (Planfläche gegen Film), damit die grossen Planfilme während der Belichtung in die Fokalebene gepresst werden können. Die Ebnungslinse verursacht eine leichte Verzeichnung im äusseren Teil des Bildfeldes, ein zusätzlicher Vorteil ist hingegen, dass sie das von der Aluminiumschicht reflektierte Licht gegen die Tubuswand ablenkt. Dieses Licht kann somit nicht mehr vom Objektiv auf den Film zurückgeworfen werden und dort das Streulicht vergrössern.

Ebnungslinsen sind schon lange bekannt (z.B. als Plankonvexlinse bei Schmidt-Kameras). Kompensationsfilter werden seit etwa 15 Jahren in der Koronaphotographie verwendet, während die Kombination Ebnungslinse-Filter hier erstmals eingesetzt wurde.

Fig. 3. Die im Text beschriebene Kamera von 1,9 m Brennweite. Die Kamera ist fest auf gemauerten Pfeilern gelagert und das Sonnenbild wird durch einen Heliostaten nachgeführt. Der Spiegel besteht aus Zerodur (Genauigkeit λ/10), damit die Bildebene stabil bleibt bei wechselnder Temperatur. Für den Nachführmotor wird quarzstabilisierte Wechselspannung verwendet. Links ist durch die Mattscheibe das Kompensationsfilter zu sehen. Die Schrauben am hinteren Kameraende dienen zur genauen Zentrierung des Sonnenbildes auf das Filter.

Farbfilm für die Photometrie

Bis jetzt wurde Farbfilm wenig für photometrische Zwecke verwendet, da die drei Farbschichten nicht unabhängig sind (Zwischenbildeffekte) und deshalb die Photometrie kompliziert wird. Der Einsatz von Farbfilm bei Sonnenfinsternissen ist aber deshalb interessant, weil die Farbe und Intensität der Hintergrundstrahlung während der Totalität ändert und deshalb die Aufnahmen in den drei Spektralbereichen gleichzeitig erfolgen müssen. Dies könnte natürlich mit einer Dreifachkamera oder durch optische Strahlenteilung erreicht werden. Bei der Grösse der Kamera und des Bildfeldes ist dies aber sehr aufwendig, während Farbfilm ein sehr billiger Strahlungsempfänger ist. Bedingung für eine exakte Photometrie ist aber die Kalibrierung des Films

mit einem Spektrum, das für jede Wellenlänge eine Schwärzungskurve ergibt. Zweitens dürfen die photographischen Dichten nur in einem kleinen Bereich variieren, was durch das Kompensationsfilter erreicht wird. Erst die praktische Durchführung der Photometrie wird aber zeigen, ob die angestrebte photometrische Genauigkeit von 1 bis 2% auch mit Farbfilm erreicht werden kann.

Aufnahmen

Während der Totalität von $2^m\ 52^s$ Dauer wurden mit der Kamera von 1,9 m Brennweite 8 Aufnahmen gemacht mit Belichtungszeiten zwischen 2^s und 20^s, drei davon auf Agfachrome 50 S Farb-Diafilm und fünf auf Ilford FP4 Schwarzweissfilm. Die Fig. 1 zeigt eine Aufnahme von Anfang der Totalität, die Fig. 2 eine Aufnahme, die gegen Ende der Totalität gemacht wurde. Wie üblich bei Finsternissen in der Nähe eines Sonnenfleckenmaximums sind ausgeprägte Strahlen rund um die Sonne zu sehen. Bestimmend für diese Struktur der Korona ist das Magnetfeld. Bei der hohen Temperatur der Korona von etwa 2 Millionen Grad sind die Atome ionisiert. Die elektrisch geladenen Teilchen bewegen sich also (grossräumig gesehen) längs der Magnetfeldlinien. Die räumliche Lage der Strahlen und deren Elektronendichte lässt sich mit Hilfe der Polarisationsmessungen bestimmen. Ebenfalls lässt sich der Anteil der F-Korona (interplanetarer Staub) aus Polarisationsmessungen ableiten. Die Farbaufnahmen dienen zur Unterscheidung von chromosphärischen und koronalen Feinstrukturen in der Nähe des Sonnenrandes sowie zu Farbmessungen in der äusseren Korona, wo bei früheren Finsternissen in der Äquatorregion diffuse Aufhellungen festgestellt wurden, deren Natur noch ungeklärt ist.

Der Bau der Kamera sowie die Expedition nach Indien wurden durch den Schweizerischen Nationalfonds finanziert.

Adresse des Autors:
Dr. J. Dürst, Astron. Institut ETH, ETH-Zentrum, 8092 Zürich

Entdeckung eines periodischen Kometen durch Paul Wild: Wild 3 (1980 d)

Wie wir soeben erfuhren, hat vor kurzem Professor Paul Wild vom Astronomischen Institut der Universität Bern seinen sechsten Kometen entdeckt. Da nur periodische Kometen eine spezielle Bezeichnung zugeordnet bekommen, heisst dieser Komet nun «Wild 3».

P. Wild fand den Kometen erstmals auf drei Aufnahmen vom 11. und 12. April als ziemlich kompaktes Objekt, das er provisorisch als Kleinplanet identifizierte. In der nachfolgenden Schlechtwetterperiode versuchte er auf Grund der drei Beobachtungen eine Bahnbestimmung vorzunehmen. Da diese Beobachtungen weniger als drei Tage auseinanderliegen, konnte die Bahnbestimmung nur unsichere Elemente liefern. Trotzdem fand Wild es bemerkenswert, dass Aphel und Knoten der Bahn des Objektes ziemlich genau auf die Jupiterbahn fielen und dass dieses bei seinem Apheldurchlauf nahe an Jupiter herangekommen sein musste. Dies machte die Identifizierung als Kleinplanet unsicher. Immerhin konnte Wild anhand seiner unsicheren Ephemeride in der Nacht vom 7. auf den 8. Mai, als erstmals wieder besseres Wetter herrschte, das Objekt wieder fotografieren. Es befand sich ziemlich genau am vorausberechneten Ort und war jetzt wesentlich diffuser geworden. Damit wurde die vorläufige Einordnung als Kleinplanet unhaltbar; ein neuer Komet war entdeckt worden.

Seither wurde dieser Komet auch durch andere Astronomen beobachtet, eine genaue Bahnbestimmung auf Grund von mehreren Beobachtungen lieferte folgende Elemente: [1]) Periheldurchgang 1980 Okt. 5.215, Abstand des Perihels vom aufsteigenden Knoten 179:322, Knotenlänge 72:018, Bahnneigung 15:471, Grosse Halbachse 3.62141 AE, Exzentrizität 0.36795, Umlaufszeit 6.89 Jahre. Zur Zeit seiner Entdeckung betrug die Helligkeit des Kometen nur 15.5^m, sie nimmt zur Zeit ab, da die Erde vom Kometen wegläuft. Dieser dürfte daher während seines ersten Periheldurchgangs nicht mehr heller werden und höchstens fotografisch zu verfolgen sein.

Somit sind seit 1973 zehn schwache Mitglieder der Jupiter-Kometenfamilie beim ersten oder zweiten Umlauf nach ihrem Einfang entdeckt worden, darunter auch «Wild 2» (1978b), der ebenfalls in Zimmerwald entdeckt worden ist.

P. BOCHSLER, Bern

Literatur:
[1]) IAU Zirkular Nr. 3473 und 3477.

Die Entstehung von schwarzen Löchern im frühen Universum

G.V. Bicknell und R.N. Henriksen (Astrophysical Journal, *232,* 670, 1979) haben eine Arbeit veröffentlicht, die die Möglichkeit der Entstehung massiver schwarzer Löcher kurz nach dem «Big Bang» aufzeigt. Die Voraussetzungen ihrer numerischen Rechnungen können so zusammengefasst werden. Wir betrachten ein Friedmann-Universum mit homogener Hintergrunddichte ε (Energie- und Materiedichte). In diesem Universum existieren Dichtefluktuationen, die wir mit $\delta\varepsilon$ bezeichnen. $\delta\varepsilon/\varepsilon = 1$ bedeutet, dass 100% mehr Materie und Energie als im Mittel in den Fluktuationen vorhanden sind. Es wird angenommen, dass das Universum noch von Strahlung dominiert wird (und nicht schon von Materie), d.h. Strahlung trägt den grössten Teil zur Dichte ε des Universums bei. Die Fluktuationen in diesem Strahlungssee werden als sphärisch angenommen, und auch ihr Gravitationskollaps verläuft sphärisch symmetrisch. Dies macht die ohnedies schon komplizierten Rechnungen (man löst Einsteins hydrodynamische Gleichungen in charakteristischer Form) einfacher. Dabei nimmt man aber möglicherweise starke Abweichungen vom physikalischen Sachverhalt in Kauf; z.B. treten bei sphärischem Kollaps keine Gravitationswellen auf. Nicht-sphärische Geometrie kann manchmal das Bild entscheidend verändern.

Trotzdem sind die Resultate interessant und geben wohl ein angenähertes Bild. Die physikalischen Verhältnisse, die den Berechnungen zugrunde liegen, gelten für ein Alter des Universums zwischen 10^{-3} sec und etwa 1 sec. Nicht nur für $\delta\varepsilon/\varepsilon \approx 1$, sondern auch für viel kleinere Werte, stürzen die Fluktuationen in sich zusammen und formen schwarze Lö-

cher. Die Massen dieser Objekte liegen zwischen 100 und $6 \cdot 10^6$ Sonnenmassen. Kleinere Löcher sind nicht ausgeschlossen, grössere aber sind unwahrscheinlich. Die obere Grenze ist durch die Häufigkeit von Deuterium im Universum (eine beobachtbare Grösse) gegeben.

Wir können also mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass ziemlich massive schwarze Löcher im frühen Universum entstanden sind. Dies ist, astronomisch gesehen, ein interessantes Resultat. Es gibt Theorien, die massive schwarze Löcher im Zentrum aktiver Galaxien und Quasare postulieren. Auf die schwarzen Löcher einfallende Materie wäre für die hohe Energieerzeugung verantwortlich (E.E. Salpeter, ApJ *140,* 796, 1964; D. Lynden-Bell, Nature, *223,* 690, 1969). Auch gibt es Hinweise, dass im Zentrum von M 87 ein supermassives schwarzes Loch existiert (2 bis $5 \cdot 10^9$ Sonnenmassen; P.J. Young et al., ApJ *221,* 721, 1978). Ein ursprünglich kleineres schwarzes Loch kann durch Aufnahme weiterer Materie stark anwachsen. Die oben beschriebene Arbeit besagt nur, dass *ursprüngliche* schwarze Löcher nicht grösser als $6 \cdot 10^6$ Sonnenmassen sein können.

H.U. FUCHS, Den Haag

Massive O-Sterne und die Entwicklung naher Doppelsterne

Genaue Eigenbewegungen von 47 O-Sternen, 6 Wolf-Rayet Sternen und 9 B9-K3 Überriesen wurden kürzlich bestimmt (R.C. Stone, Astrophysical Journal, *232,* 520, 1979). Zusammen mit bekannten Radialgeschwindigkeiten konnten auf diese Weise die wirklichen Raumgeschwindigkeiten dieser Sterne ermittelt werden. Folgende interessante Beobachtungen wurden dabei gemacht. Die Sterne zerfallen in zwei gut unterscheidbare Gruppen: (1) Sterne mit niedrigen Raumgeschwindigkeiten, $v<25$ km/s; (2) Sterne mit hohen Raumgeschwindigkeiten, unter ihnen einige «Ausreissersterne». Die Sterne der Gruppe (1) sind äusserst häufig Doppelsterne, und sie haben Eigenschaften der Population I Sterne (sie gehören zu Assoziationen und jungen Sternhaufen). Die zweite Gruppe enthält beinahe keine (erkennbaren) Doppelsterne, und ihre Geschwindigkeiten sind isotropisch im Raum verteilt. Je etwa 50% der beobachteten Sterne gehören zu den beiden Gruppen.

Stone findet, dass die folgende Erklärung am besten auf den Sachverhalt zutrifft. Die Sterne der Gruppe (2) wurden wie die der Gruppe (1) meist als Doppelsterne geboren. Einer der Sterne aber explodierte bald als Supernova. Dieser Ausbruch erteilte dem System eine hohe Raumgeschwindigkeit.

Wie verläuft die Entwicklung enger, schwerer Doppelsterne? Der schwerere der beiden Mitglieder eines Systems (nennen wir ihn Stern A) entwickelt sich schneller als B. A wird ein Riese und «überläuft» dabei, d.h. die äusseren Schichten des Sternes fliessen hinüber zur Komponente B. Dies hinterlässt A als einen kleinen, massiven Heliumstern, der bald danach als Supernova explodiert, wobei etwa 15% der Restmasse von A einen dichten Stern (Neutronenstern, schwarzes Loch) formen. Viele Untersuchungen neueren Datums deuten darauf hin, dass das Doppelsternsystem dabei *nicht* auseinanderbricht. Nur der Schwerpunkt des Systems erfährt eine Beschleunigung. Der zweite Stern B ist nun sehr schwer und wird bald einmal expandieren (wobei das System aktiv wird als Röntgenquelle) und später explodieren. Dabei wird das System auseinanderbrechen (siehe E.P.J. van den Heuvel, Structure and Evolution of Close Binary Systems, IAU Symposium No. 73, ed. P.P. Eggleton et al., Dordrecht, 1976). Stone kommt zu folgenden Schlüssen:

(a) die Sterne der Gruppe (1) sind noch im «Vor-Supernova-Stadium»; (b) Sterne mit mehr als 12 Sonnenmassen werden als Supernovas explodieren; (c) die Sterne der Gruppe (2) mit mehr als 45 Sonnenmassen haben wahrscheinlich schwarze Löcher als Begleiter.

Der Autor gibt eine Liste von 21 Sternen, die wahrscheinlich bisher unentdeckte superdichte Begleiter haben. Er vermerkt auch, dass seine Arbeit einen Schönheitsfehler hat (der aber wahrscheinlich nicht schwerwiegend ist): der Einfluss von Masseverlusten durch den Sternwind vor einer möglichen Supernovaexplosion wurde vernachlässigt. Das heisst vermutlich, dass die Massen, bei denen ein bestimmter Vorgang ablaufen soll, etwas erhöht werden müssen.

H.U. FUCHS, Den Haag

Kartographierung der Venus-Oberfläche

Die Venussonde Pioneer hat bisher insgesamt 83% der Venusoberfläche zwischen 75° nördlicher und 63° südlicher Breite durch die Wolkendecke hindurch aufgenommen und vermessen.

Es zeigte sich dabei, dass rund 60% der Oberfläche relativ flaches Hügelgebiet ist. Die Höhenunterschiede in diesen Gebieten liegen bei 1 000 m. Der grösste Teil dieser riesigen Ebenen liegt im wesentlichen auf einer Referenz-Kugel mit einem Radius von 6 050 km. Unter diesem Niveau liegen lediglich ca. 16%. Nur 8% der Oberfläche ist wirkliches Hochland mit Erhebungen ähnlich den Gebirgen auf der Erde. Die grösste Erhebung erreicht eine Höhe von 10,8 km. Die Terra Aphrodite ist das grösste dieser Gebiete und ist halb so gross wie Afrika. Terra Ishatar, ein weiteres Hochland, ist etwa halb so gross wie die USA. In der Beta-Region sind zwei riesige Vulkane ausgemacht worden, während in der Alpha-Region das älteste Gestein des Planeten erwartet wird.

Es wird vermutet, dass die Kruste wesentlich dicker als diejenige der Erde ist. Die untere Schicht der Kruste besteht aus basaltähnlichem, schwerem Gestein. Darüber liegt eine Schicht von leichterem, granitähnlichem Felsen.

Es ist nun die Aufgabe einer Arbeitsgruppe der «International Astronomical Union» für die Kontinente, Gebirge und Ebenen auf der Venus Namen zu suchen.

Korrigenda

Im Artikel «Die Justierung parallaktischer Montierungen mit Hilfe von Taschenrechnern» von A. H. KLEY (ORION Nr. 178, S. 100) hat sich ein Fehler eingeschlichen. Die Gleichung (4) muss mit $1/\cos\varphi$ (φ = geogr. Breite) multipliziert werden:

$$Az = \frac{\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots}{\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots} \cdot \frac{1}{\cos\varphi}$$

H. U. FUCHS, Den Haag

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato **4/80**

Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

SAG · SAS

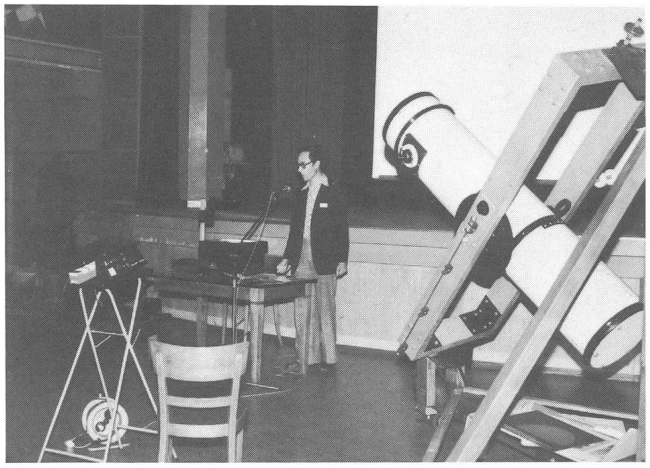
Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

Generalversammlung der SAG 1980 in La Chaux-de-Fonds

Am Freitag, 6. Juni, konnte Herr Gert Behrend, Präsident der Soc. Neuchâteloise d'Astronomie mit sichtlicher Freude eine ordentliche Anzahl Amateurastronomen, Gäste und Pressevertreter zur Eröffnung der Tagung begrüssen. Er schilderte kurz die Entstehung ihrer vor zirka einem Jahr gegründeten Gesellschaft und wusste die Ehre der Übertragung der GV an die junge Gesellschaft sehr zu schätzen. Herr Jean Friche gab hierauf eine sehr ausführliche und enorme Sachkenntnisse verratende Schilderung der grossen Zahl ausgestellter, astronomischer Instrumente.

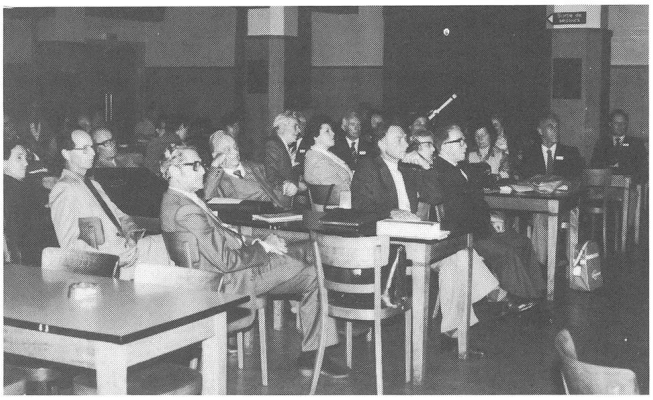
Am Samstagvormittag fanden sich über 50 Besucher zu den ersten Vorträgen im Volkshaussaal von La Chaux-de-Fonds ein. Herr Prof. Dr. Jürgen Remane von der Universität Neuenburg vermittelte als Paläontologe einen Einblick in das kosmische Geschehen bei der Entstehung der Sonne und der Planeten. Insbesondere wies er auf die chemischen und biochemischen Veränderungen im ersten Jahrmilliard der Erdatmosphäre hin, die dann zur Entstehung von lebenden Substanzen und damit zur Bildung der Pflanzen, der Tiere und des Menschen führte.

Im zweiten Vortrag verstand es Herr P. Bartholdi in übersichtlicher Form über die mit dem Astronomischen Institut der Universität Genf zusammenarbeitenden Forschungsinstitute wie Gornergrat, Jungfraujoch, St. Michel, La Silla u.a. sowie der Ballonsatellite, ihrer Instrumentierung und ihrer Forschungsaufgaben zu informieren.



Monsieur P. Bartholdi (observatoire de Genève) pendant son discours. A droite le téléscope transportable Newton 30 cm diamètre de M. Jean Friche.

Nach dem Essen fand im gleichen Saal die GV der SAG statt. Nach der Begrüssung durch den Präsidenten, Herr Prof. Dr. Rinaldo Roggero, in der er u.a. die im abgelaufenen Jahr neu erstellten Sternwarten von Uitikon und Luzern besonders erwähnte, aber auch auf die Schliessung der Universitätssternwarten von Zürich und Locarno, mit ihren unerfreulichen Folgen hinweisen musste. Es folgte die speditive Abwicklung der Traktanden mit Jahresberichten, Rechnungsablagen und Budget mit unveränderten Jahresbeiträgen für 1981, sowie die Bestimmung von Solothurn für die nächste GV und zwar am 20. und 21. Juni 1981. Nach Schluss der GV fuhren die Teilnehmer mit einem Bus zum Doubs, der auf lange Strecken die Grenze zu Frankreich bildet. Bei Les Brenets bestieg man ein Motorboot, das über den durch eine natürliche Felsbarriere gestauten See in die Nähe des imposanten Wasserfalles fuhr. Nach kurzem Marsch dem romantischen Seeufer entlang, bewunderten wir das Naturschauspiel des 25 m hohen, gewaltigen und stiebenden Wasserfalles. Zurückgekehrt erlabten wir uns an einem malerisch angelegten und reichhaltigen Buffet und kamen dann noch in den Genuss der «Dia-Synfonie» von Herrn Robert Phildius aus Genf: «La clé sur la porte». Diese audio-visuelle Vorführung verdient wahrlich die Bezeichnung «Spectacle», folgten doch in atemberaubendem Tempo wohl hunderte von meisterhaften Astrodias, gemischt mit eindrucksvollen Naturaufnahmen und alles mit kaum zu überbietenden Geräusch- und Tonkombinationen begleitet.



Die aufmerksame Zuhörerschaft im Maison du Peuple.

Am Sonntagmorgen folgten weitere interessante Vorträge. Herr Dr. Erwin Wiedemann, Riehen, gab einen fundierten Überblick über die gebräuchlichen optischen Systeme für Amateurinstrumente, ihre Eigenheiten und gab auch Hinweise auf neuere Systeme. Herr Heinrich Peter, Zürich, erzählte von dem vor vier Jahrhunderten gelebten Schweizer Jost Bürgi, dem Erbauer der wohl bedeutendsten Astro-Globen. Herr Dr. Jean-Marc Becker referierte über neue Erfahrungen in der Astro-Fotografie und sodann nahm uns unser Präsident mit einer ausführlichen Dia-Schau mit auf die kürzliche Sonnenfinsternisreise nach Kenia.

Zum Abschluss der Vorträge versuchte Dr. Georg Unger von der mathematisch-astronomischen Sektion am Goetheanum in Dornach bei uns Verständnis zu wecken für neue Experimente im Zusammenhang von Astronomie und

Geistesgeschichte. Es geht dabei um eine grosse Serie von Wasser-Tropfen-Bild-Änderungen, die bei verschiedenen Planetenkonstellationen beobachtet und gedeutet werden.

Nach dem gemeinsamen Mittagessen, an dem wieder, wie an der ganzen Tagung wertvolle persönliche Kontakte gepflegt werden konnten, fand die Besichtigung des internationalen Uhrenmuseums statt. ROBERT WIRZ

Die nächste Generalversammlung wird am 20./21. Juni in Solothurn stattfinden. La prochaine Assemblée Générale aura lieu les 20 et 21 juin à Soleure.

Allocution et rapport annuel du président de la SAS

Messieurs les membres honoraires, chers amis de l'astronomie!

C'est pour nous tous un grand honneur de célébrer l'assemblée générale de la SAS à La Chaux-de-Fonds, capitale depuis 1705 de l'horlogerie mondiale moderne.

La Chaux-de-Fonds, perle montagnarde du canton de Neuchâtel, a donné naissance à la fameuse famille d'Abraham Louis Breguet (1747—1823). Celui-ci, célèbre horloger, a inventé la montre moderne à échappement à spirale et la montre à remontoir automatique qu'il avait lui-même appelée «la montre perpétuelle».

Les montres ont toujours été les grandes amies des astronomes et nous sommes fiers d'avoir ici, dans le canton de Neuchâtel, un des Instituts les plus importants au niveau mondial pour la mesure du temps.

Nous nous réjouissons particulièrement du fait qu'*un an après sa constitution, la Société Neuchâteloise d'Astronomie* a eu le courage de nous accueillir et je me permets de remercier très chaleureusement Monsieur Gert Behrend, Président de la Société Astronomique Neuchâteloise, et ses collaborateurs pour ce fraternel accueil!

En ce moment de fertile rencontre, nous voulons aussi nous rappeler tous les membres qui nous ont quittés depuis la dernière assemblée générale de Kreuzlingen. Je vous prie, chers amis, de vous lever en rendant honneur à la mémoire de ceux qui sont disparus. Merci!

Et maintenant au rapport annuel.

1. Nouvelle section

Nous nous réjouissons de vous annoncer que le 7 mars 1980 a été constituée à Delémont la Société Jurasienne d'Astronomie, présidée par Monsieur Jean Friche. Nos meilleurs vœux et compliments!

2. Nombre de membres

Monsieur Tarnutzer, notre diligent et persévérant Secrétaire Central vous renseignera précisément. Quand-même, laissez-moi cette joie de vous annoncer que malgré les nouveaux statuts, le nombre des membres abonnés à ORION a augmenté d'environ 65, tandis que nous avons pû, ce qui est formidable, enregistrer 583 nouvelles inscriptions de nouveaux membres de la SAS! Quelle nouvelle incroyable! Nous sommes ainsi 2 815 membres au total!

3. Conférence des représentants des sections

Elle a eu lieu à Zurich le 2 février 1980 avec la participation de dix-neuf sections. On a discuté de l'organisation des rapports entre le comité central et les comités des sections, dans l'intention de pouvoir intensifier l'entente de la base et du sommet de notre pyramide sociale pour les bénéfices communs de notre société.

4. ORION

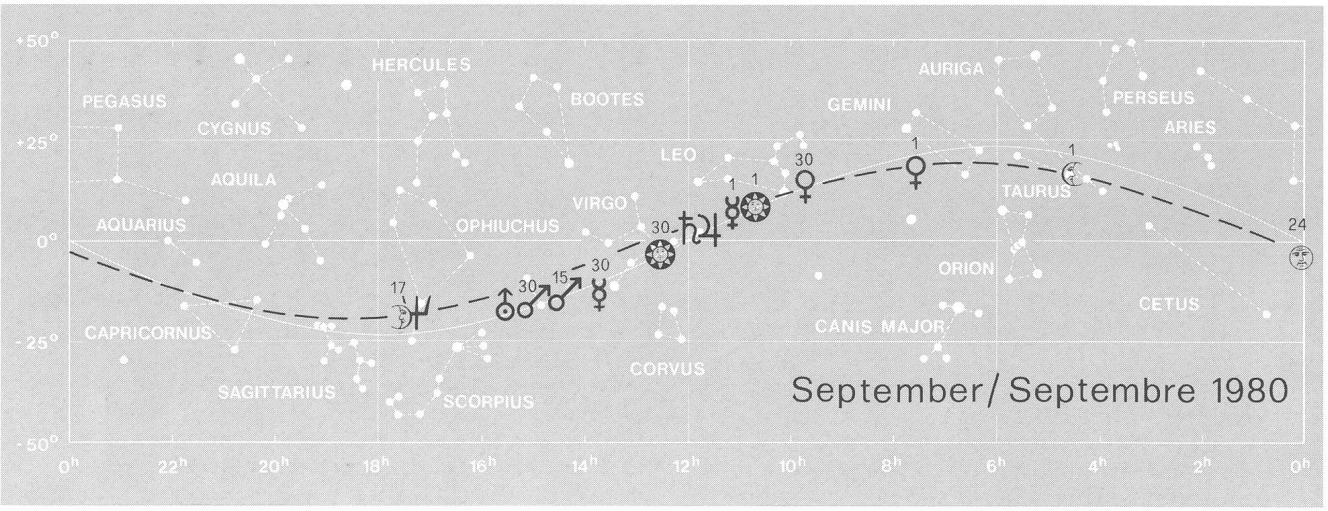
Comme vous avez pu le remarquer, dès février de cette année, ORION paraît avec une nouvelle et très élégante présentation typographique pour laquelle nous remercions Monsieur le docteur Gerber et ses collaborateurs de leur assiduité en accomplissant cette grande tâche.

5. Astro-manifestation de Burgdorf

C'est grâce à la sagacité de Monsieur Lüthi que la manifestation de Burgdorf fut un succès. Monsieur Lüthi sait gagner le coeur des jeunes dans l'esprit de notre Société.

6. Nouveaux observatoires astronomiques pour astroamateurs

Le 7 septembre 1979 le dynamique Président de la Société astronomique de Lucerne, Monsieur Robert Wirz, présentait aux autorités de la ville l'observatoire construit à l'école de Hubelmatt, et le 15 septembre dernier nous avons eu la chance d'assister à l'inauguration de l'observatoire de Uitikon près de Zurich, présentée par Monsieur F. Arnold.



7. Observatoires du Polytechnique Fédéral
a) de Zurich
b) de la Specola Solare de Locarno-Monti
c) d'Arosa

C'est avec le coeur plein de regret que je dois vous annoncer que ces observatoires vont être clos dès le premier janvier 1981. C'est une page sombre pour toute l'astronomie suisse!

a) L'observatoire de Zurich, construit par Gottfried Semper en 1864, (la plus vieille institution du Polytechnique Fédéral), dans lequel le Prof. Rudolf Wolf (instituteur en 1848 du célèbre nombre relatif des taches solaires homonymes) a contribué à rendre mondiale la renommée de cette faculté, bien que tout astronome reconnnaissait l'envergure indiscutable des recherches entreprises, n'est plus.

b) la Specola Solare de Locarno-Monti sera elle aussi prochainement fermée.

c) l'unique observatoire qui peut-être sera sauvé, est l'observatoire actuellement intermittent d'Arosa, qui deviendra probablement siège de recherches continues.

Pourquoi celà? Monsieur le Professeur Jan Olaf Stenflo, suédois, successeur de Monsieur le Professeur Max Waldmeier, a des programmes nouveaux pour l'astrophysique solaire et veut collaborer avec l'observatoire solaire intereuropéen des îles Canaries!

Que fera-t'on de la fondation Wolf? On murmure qu'elle sera cédée à l'observatoire royal de la ville de Uccle en Belgique. Ce serait un grand blâme pour toute l'astronomie suisse, car on perdrait une recherche scientifique de valeur mondiale instituée par des Suisses!

En plus, plusieurs astronomes et chercheurs de ces instituts seront licenciés. Certaint tout court, certains mis en pension à lâge de 40—50 ans!

Avec d'autres personnalités du canton du Tessin, nous nous sommes occupés de sauver la Specola Solare de Locarno-Monti, en instituant une association pour occuper un des chercheurs (Monsieur S. Cortesi, Président de la société astronomique tessinoise) qui continuera les recherches.

L'autre collaborateur, le rechercheur Araldo Pittini, passera probablement à l'observatoire météorologique de Locarno-Monti.

Espérons bien que l'infatiguable Mr. A. von Rotz, Président de la Société astronomique zurichoise puisse en faire autant!

8. Relations avec le public
Dans nos séances du comité central j'avais recommandé d'avoir des contacts avec le public parmi les «mass media», pour diffuser notre société. Je sais que parmis beaucoup de membres du comité central, cela a été fait. Je les remercie chaleureusement! Personellement, j'ai eu la chance de parler à la Télévision Suisse Italienne dans la transmission du *«video libero»*, le 12 décembre 1979 en qualité de Président central de la SAS. Le 29 janvier, j'ai parlé pendant deux heures sur des arguments de cosmologie et d'astrophysique à *«radiomattina»*, une transmission populaire de la Radio Suisse Italienne.

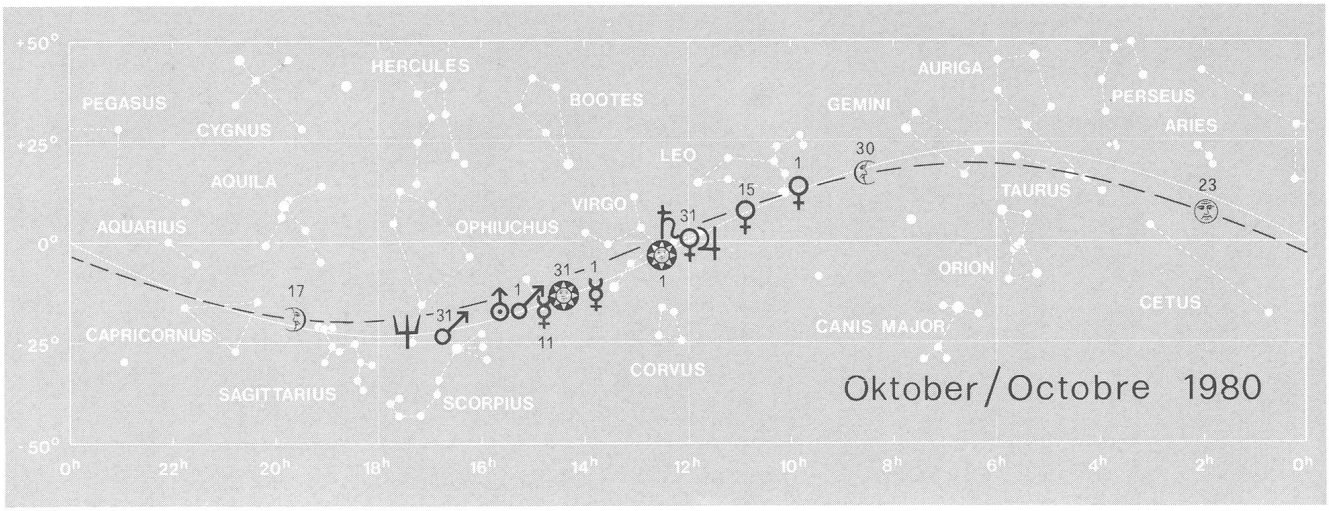
9. Livres rédigés
Pour mes étudiants de l'école normale de Locarno et pour nos futures maîtres d'école secondaire suivant des cours à l'université de Pavia, j'ai rédigé un livre d'astrophysique et deux livres de chimie organique, avec un sommaire basé sur la possibilité cosmologique de l'apparition de la vie dans l'univers et en particulier dans notre système planétaire, que j'ai terminé ces derniers jours.

10. Eclipse du 16 janvier 1980
Deux équipes de la SAS se sont déplacées pour assister à l'éclipse solaire de février dernier. La première, conduite par Monsieur Walter Staub, en aimable compagnie de sa femme, s'est rendue avec un groupe de 29 personnes à Yellapur en Inde. Pour les détails, notre revue ORION No 177, donne tous les renseignements.

L'autre équipe nommée Safari-éclipse, guidée soigneusement et excellemment par notre Vice-Président, s'est rendue près de Voi au Kenya, et plus précisément au Rock Side Champ.

Nous avons observé (car je faisais aussi partie de cette petite équipe de huit personnes), une magnifique et inoubliable éclipse solaire d'une durée de presque 4 minutes, avec une couronne solaire typiquement ronde, car le soleil se trouve au maximum de son activité. Nous avons eu beaucoup de chance, car deux nuits auparavant, près du lac Nakuro, nous avons eu un orage, chose très rare au mois de février en savane équatoriale! Nous avons ensuite profité, étant en Afrique, pour compléter notre voyage avec des safaris photographiques.

En remerciant tous mes collaborateurs du comité central



pour leur aide continue, particulièrement Mr. Laager, Vice-Président de la SAS et Monsieur Hefti, assidu caissier de notre Société, que je n'ai pas encore nommé auparavant, je me permets de terminer ainsi mon rapport et de vous présenter brièvement quelques diapositives de l'éclipse, prises avec appareil Nikon FM motorisé, objectif catadioptrique 500 millimètres, film Ektachrome 400 ASA porté à 1600 ASA, exposition de 1/30e jusqu'a 1/500e de seconde.

Prof. Dr. R. ROGGERO

Jahresbericht des Zentralsekretärs

Vorerst die Angaben über die Mitgliederbewegung, die sich wie folgt präsentiert:

	1.1.80		1.1.79
Einzelmitglieder Inland	718	—19	737
Einzelmitglieder Ausland	320	+ 6	314
Gesamt Einzelmitglieder	1038	—13	1051
Sektionsmitglieder mit ORION	1194	+78	1116
Gesamt Mitglieder mit ORION	2232	+65	2167
Sektionsmitglieder ohne ORION	583		
Gesamt Mitglieder SAG	2815		

Es ist bemerkenswert, dass wohl die Zahl der Einzelmitglieder im Inland etwas abgenommen hat. Dafür ist aber die Zahl der Sektionsmitglieder mit ORION stark gewachsen. Sicher sind einige Einzelmitglieder zu Sektionen übergetreten, was durchaus im Interesse aller Beteiligten und auch der SAG liegt, die sich immer mehr als eine koordinierende Dachorganisation versteht.

Dass sich die Mitgliederzahl in den Sektionen so stark erhöht hat ist vor allem aber der gesteigerten Aktivität der Sektionen selber zu verdanken. Letztes Jahr hat ja einen wahren Boom von Sternwarteneröffnungen gebracht wie in Winterthur, Luzern, Uitikon, sowie einen neuen Planetenweg auf dem Uetliberg. Zudem sind drei neue Sektionen entstanden. Den beteiligten Sektionen sei hier herzlich für ihre grosse geleistete Arbeit gedankt. Der Erfolg kann direkt an den Mitgliederzahlen abgelesen werden.

Neu zur SAG gekommen sind am 1. Januar 1980 noch die nicht auf den ORION abonnierten Sektionsmitglieder, die nun alle 2 Monate die Mitteilungen der SAG erhalten. Es sind dies immerhin 583 Mitglieder, und wir freuen uns, sie auch in unserm Kreise begrüssen zu dürfen. Sehr erfreulich ist dabei, dass sich die Zahl der ORION-Abonnenten durch diese neu geschaffene Mitgliederkategorie nicht vermindert hat, wie dies teilweise befürchtet wurde.

Die letztjährige Konferenz der Sektionsvertreter musste aus terminlichen Gründen auf anfangs dieses Jahres verlegt werden. Neben der Behandlung einiger administrativer Probleme wurden vor allem die Beziehungen zwischen den Sektionen erörtert. Dabei zeigte sich, wie wichtig ein solcher Gedanken- und Erfahrungsaustausch ist, denn er brachte für die Beteiligten viele Anregungen nicht nur für eigene, sondern auch für regionale und überregionale Veranstaltungen. Leider haben nur 19 der 26 Sektionen daran teilgenommen. Ich bitte hiermit alle Sektionen inständig, an diesen Konferenzen teilzunehmen. Die nächste ist für den 15. November 1980 vorgesehen.

Die SAG besteht nun aus 27 Sektionen. Ich möchte hier die neu gegründete und neu in die SAG eingetretene Société Jurassienne d'Astronomie herzlich willkommen heissen und ihr ein gedeihliches Wachstum wünschen. Ich freue mich auf eine recht gute und wirkungsvolle Zusammenarbeit!

An dieser Stelle möchte ich Ihnen mitteilen, dass im Zentralsekretariat ein Verzeichnis von ausländischen Amateurvereinigungen aufliegt, das International Directory of Amateur Astronomical Societies, IDAAS. Darin sind ungefähr 1250 Gesellschaften in 56 Ländern aufgelistet, wie fast alle Sektionen der SAG. Sollten Sie für Ihre Zwecke bestimmte Adressen im Ausland brauchen, gebe ich Ihnen gerne Auskunft.

Die 1969 gegründete Internationale Union der Amateur-Astronomen, in der die SAG auch Mitglied ist (sogar Gründungsmitglied) hält vom 28. bis 31. August 1980 in Bologna ein Symposium über moderne Techniken für nicht berufsmässige Astronomie, sowie vom 3. bis 8. August 1981 in Brüssel ihre 5. Generalversammlung ab. Informationen sind bei mir erhältlich. Die IUAA bemüht sich sehr um Berichte über Beobachtungen zur Publikation in ihren Newsletters. Ich leite hiermit diesen Wunsch an alle weiter, speziell aber an die Leiter der Beobachtungsgruppen.

Guten Anklang hat die USA-Reise der SAG vom 3. bis 18. November 1979 gefunden. Ein Bericht darüber erschien soeben im ORION 178. Wir beabsichtigen, im Frühjahr 1982 eine weitere solche Reise zu veranstalten.

ANDREAS TARNUTZER

Jahresbericht des Technischen Leiters

Nach einer mehr als 10-jährigen Pause konnte ich am 27. Oktober 1979 in Burgdorf die 8. Schweizerische Astro-Tagung eröffnen. Dank einer guten Zusammenarbeit mit der Sekundarschule sowie der Astronomischen Gesellschaft Burgdorf und den astronomischen Instituten der Schweiz konnte im Rahmen der Astro-Tagung auch eine interessante 14-tägige Ausstellung zusammengestellt werden.

Rund 350 Amateur-Astronomen aus dem In- und Ausland nahmen über das Wochenende vom 26.—28. Oktober 1979 an der Tagung in Burgdorf teil. Weit über 1000 Besucher besichtigten die Astro 79, die neben den Arbeitsgebieten der Institute auch handelsübliche Beobachtungsinstrumente zeigte.

Der Erfolg der Tagung veranlasst mich und die übrigen OK-Mitglieder, für Oktober 1982 die 9. Schweizerische Astro-Tagung wiederum in Burgdorf vorzusehen.

Die im Winter 1979 ausgeschriebenen Seminare für das Jahr 1980 stiessen ebenfalls auf reges Interesse. Am kommenden Wochenende vom 14./15. Juni findet nun auf dem Grenchenberg das Seminar zur Sonnenbeobachtung statt. Bei dieser Gelegenheit soll auch eine Weiterführung der Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen diskutiert werden. Im Herbst ist dann noch das Seminar zur Beobachtung veränderlicher Sterne auf dem Programm.

Ein grosser Teil meiner Freizeit beanspruchte auch die Neugestaltung des ORION. Es hiess, zahlreiche Entwürfe auszuarbeiten, bis sich schliesslich an mehreren Sitzungen des Redaktionsteams und mit der Druckerei die vorliegende Gestaltung des ORION ergab.

Ich hoffe, dass der eingeschlagene Weg für den ORION und die Schweizerische Astronomische Gesellschaft weitere Erfolge bringen wird und eine grosse Mitgliederzahl durch den ORION oder die Veranstaltungen angesprochen werden.

WERNER LÜTHI

Radioastronomie als Hobby

CHR. A. MONSTEIN

Die Jahre um 1931 bedeuten ein wesentlicher Wendepunkt in der Entwicklung der Astronomie, damals eröffnete der Amerikaner Karl Georg Jansky das durch seine Experimente berühmt gewordene Gebiet der Radioastronomie.

Bis zu diesem Zeitpunkt mussten sich die Astronomen mit einer einzigen Oktave des gesamten zur Verfügung stehenden Wellenlängenbereiches zufrieden geben.

Die Radioastronomie eröffnete zusätzlich ein etwa zehn Oktaven breites Spektrum der Strahlung aus dem Weltraum. Die Radioastronomie entwickelte sich in den letzten 20 Jahren so stürmisch, dass man als Laie anders als in der optischen Astronomie ohne Kenntnis der entsprechenden Grundlagen etliche Mühe hat die Ideen, Versuche, Erfolge und auch Misserfolge zu verstehen oder sogar nachzuvollziehen.

Ein nicht unwesentlicher Anteil in der günstigen Entwicklung der Radioastronomie besteht gewiss auch in der relativen Unabhängigkeit der Radioastronomie von Klima und geographischer Lage.

Während die Optiker unter den Astronomen vielfach direkt beobachten, falls es das Wetter überhaupt einigermassen erlaubt, so können die Radioastronomen grundsätzlich bei jedem beliebig schlechten Wetter ihre Beobachtungen und Versuche durchführen. Denn die Radiowellen werden einerseits vom Wetter praktisch nicht beeinflusst und andererseits sind die Geräte zur «Beobachtung» und Registrierung meist in einem klimatisierten Labor untergebracht.

Für die Amateure unter den Radioastronomen besteht ein wesentlicher Anreiz in der Sache, dass die notwendigen Geräte und Apparaturen nicht zu einem auch nur halbwegs vernünftigen Preis ab Stange gekauft werden können. Man ist also auf eigene Ideen, Mittel und Initiative angewiesen, sofern man auch nur minimale Erfolge verzeichnen möchte. Gerade aus diesem Grund haben sich vor etwa zwei Jahren einige enthusiastische Amateurradioastronomen aus Süddeutschland und der Ostschweiz zu einer Interessengruppe zusammengefunden. Einige Ideen und treibende Impulse stammen dabei von Herrn Dr. Hans Urbarz, dem Leiter des Institutes für solare Radioastronomie der Universität Tübingen, Aussenstelle Weissenau/Ravensburg.

Das Ziel dieser, unserer Gruppe besteht darin die Experimente der Profis, die diese vor 10 bis 20 Jahren durchgeführt haben, mit eigenen, aber moderneren Mitteln nachzuvollziehen und dadurch theoretische und praktische Kenntnisse zu gewinnen, die sonst nur schwer zugänglich sind.

Dieses Hobby verhilft einem ausserdem zu einer äusserst positiven Aktivität, die dem heutigen konsum- und fernsehsüchtigen Mitmenschen vielfach völlig abgeht.

Sehr interessant und wertvoll sind ebenfalls auch die bisher angeknüpften nationalen und internationalen Verbindungen und Bekanntschaften.

Antennenanlage in der Sternwarte Kreuzlingen

Für unsere Zwecke hat es sich gezeigt, dass es wünschenswert ist gleichzeitig auf wenigstens zwei verschiedenen Frequenzen QRV zu sein, d.h. empfangsbereit in der Sprache der Funkamateure. Wir haben uns daher gezwungenermassen für die beiden Frequenzen 235 MHz und 465 MHz entschieden um nicht in Konflikt zu geraten mit den bestehenden Fernsehsendern, die jeden Empfangsversuch auf gleicher Frequenz gänzlich verunmöglichen würden.

Es gibt in der Sternwarte Kreuzlingen drei Antennenanlagen und zwar zwei Interferometer und eine spezielle Referenzantenne.

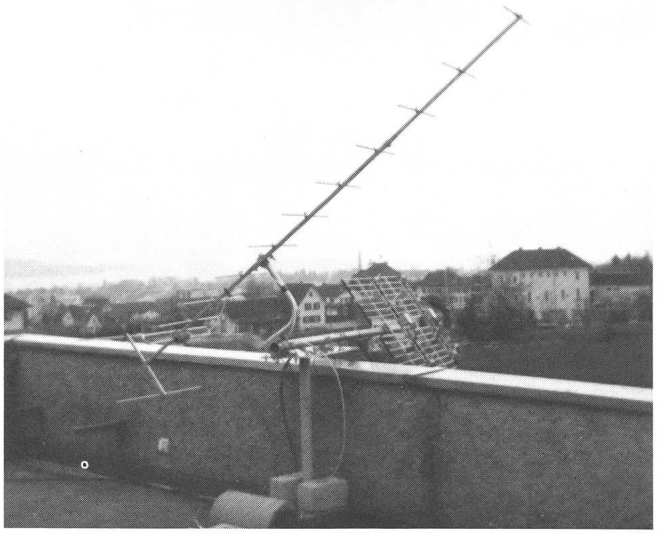


Abb. 1: Ost-Gruppe des VHF/UHF — Radiointerferometers auf der Terrasse der Sternwarte Kreuzlingen. Im Hintergrund Bodensee und Bahnhof Bernrain.

Das erste Interferometer ist ein sog. UHF-Transit-Meridian-Interferometer in Ost-West-Richtung auf einer Basislinie von 13,7 m. Beide, die Ost- und die Westgruppe bestehen aus jeweils zwei einzelnen horizontal polarisierten Breitbandgitterantennen, die über einen Leistungskombinationstransformator zusammengeschaltet sind.

Die Interferometergruppe besitzt eine elektrische Wellenimpedanz von 75 Ohm, einen Leistungsgewinn von 15 Dezibel und eine Halbwertsbreite von etwa 10 Grad. Der Elevationswinkel lässt sich für jede Gruppe separat manuell an je zwei Rohrbriden einstellen, während der Azimutwinkel fix eingestellt ist.

Auf einer etwas kürzeren Basislinie (9,6 m) ist ein VHF-Interferometer installiert bestehend aus zwei 13-Element horizontal polarisierten Schmalband-Yagiantennen. Diese bringen einen Leistungsgewinn von etwa 12 Dezibel bei einer Wellenimpedanz von ebenfalls 75 Ohm und einer Halbwertsbreite von etwa 20 Grad. Die Elevationswinkel dieser Antennen lassen sich auch manuell, aber unabhängig von der UHF-Gruppe einstellen.

Die dritte und vorläufig letzte Antenne ist eine rechtszirkular polarisierte Wendelantenne, eine sogenannte HELIX. Sie ist fest auf die Polarisgegend ausgerichtet und dient so ausschliesslich als Temperaturnormal mit etwa 160 Kelvin äquivalenter Antennenstrahlungstemperatur zur Calibration unserer Empfangsanlage bei 465 MHz. Mit den üblichen, uns zur Verfügung stehenden Mitteln haben wir aus physikalischen und finanziellen Gründen nämlich keine Möglichkeit Temperaturen unter 300 Kelvin zu realisieren.

Da sich der Himmel scheinbar um den Polarstern dreht und die Polarisation der Antenne zirkular ist, sieht die Antenne immer, unabhängig vom Stundenwinkel dieselben Objekte vor sich und gibt somit eine ziemlich konstante Hochfrequenzrauschleistung ab, die im Laufe eines Tages um weniger als 10 Kelvin schwankt.

Die Antenne hat ausnahmsweise eine Wellenimpedanz von 50 Ohm und einen Leistungsgewinn von etwa 9 Dezibel gegenüber einem sogenannten Kugelstrahler.

Zur Anpassung des Wellenwiderstandes an unsere 75 Ohm—Anlage wird entweder ein Lambda-Viertel-Transformator oder ein Pi-Filter verwendet.

Empfangseinrichtung in der Sternwarte Kreuzlingen

Die Empfangsanlage besteht hauptsächlich aus dem Radioempfangsteil (ein modifizierter Fernsehempfänger), dem

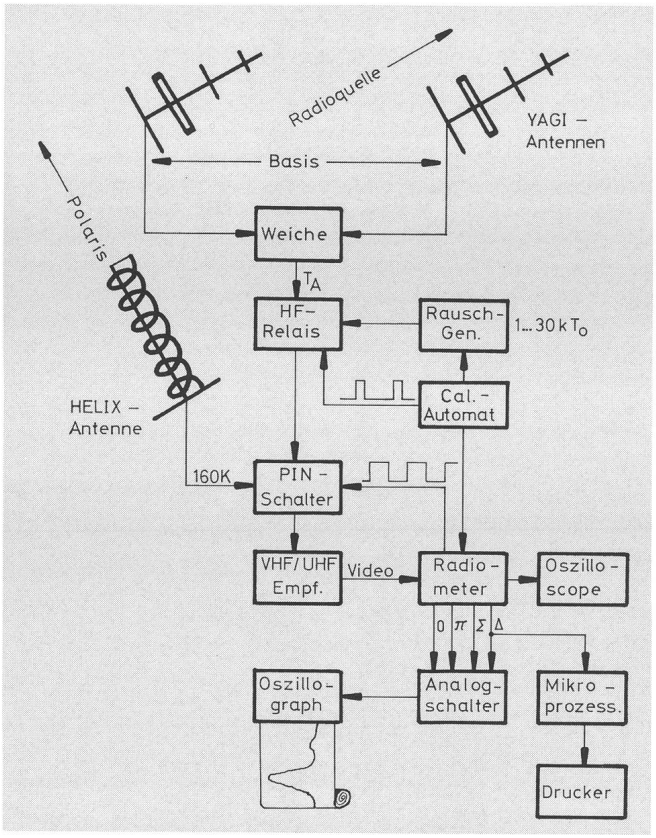


Abb. 2: Blockschema der gesamten radioastronomischen Empfangsanlage in der Sternwarte. Anstelle der Helix-Antenne wird vielfach ein 750hm-Abschlusswiderstand als Referenz verwendet.

Radiometer, dem Rauschgenerator, dem Oszillographen und verschiedenen mehr oder weniger komplexen Zusatzeinrichtungen.

Das selbstentwickelte und -konstruierte Radiometer erlaubt es uns trotz verschiedenartigster Störungen brauchbare Registrierungen durchzuführen, sofern diese Störungen einer zeitlichen Wahrscheinlichkeitsfunktion gehorchen.

Das Prinzip des Radiometers besteht darin, die ankommenden äusserst schwachen Radiosignale etwa 1000 mal pro Sekunde zu zerhacken, über den Empfänger selektiv zu verstärken, gleichzurichten und ganz am Ende der Anlage

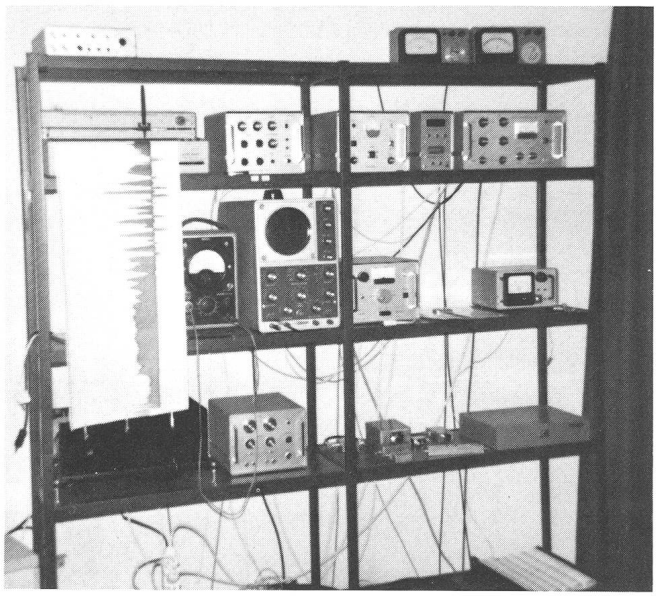


Abb. 3: Apparategestell mit: (von links nach rechts und von oben nach unten) Analogspeicher, 2 Zeigermillivoltmeter, Heathkit-Oszillograph, Analogschalter, Kalibrierautomat, Sternzeituhr, DICKE-Radiometer, Röhrenvoltmeter, Heathkit-Oszilloskop, Röhrenrauschgenerator, Mikroamperemeter, Schnellschreiber mit Differenzverstärker.

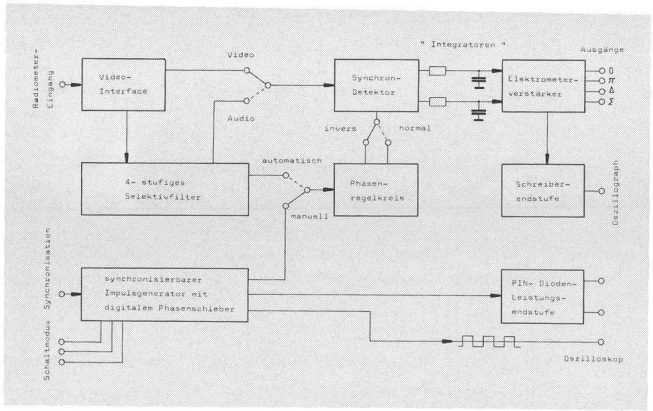


Abb. 4: Elektrisches Blockschema des selbstentwickelten DICKE-Radiometers. Jedes Kästchen entspricht einer oder mehreren gedruckten, steckbaren Printplatten mit insgesamt 22 integrierten Schaltungen.

wieder zusammenzusetzen und den zeitlichen Mittelwert zu bilden.

Dadurch, dass man den Mittelwert über mehrere Sekunden bildet, erreicht man, dass sich alle zufälligen Fehler und Störungen gerade kompensieren.

Das Radiometer erlaubt es uns ausserdem einige spezielle Empfangsbetriebsarten durchzuführen wie beispielsweise:

— Phasengestaltetes Interferometer;
  Man erreicht damit eine Ausblendung der diffusen Hintergrundradiostrahlung wie beispielsweise von unserer Milchstrasse. Es werden somit nur Radioquellen mit sehr geringer Ausdehnung registriert (sog. Punktquellen).
— Strahlengeschaltetes Interferometer;
  Dies dient beispielsweise der Lokalisation von Radioquellen.

Abb. 5: Digitale Ausgabeeinheit bestehend aus: Fernschreiber LORENZ 15, Analog/Digital — Wandler, Fernschreibkonverter, Mikroprozessorplatte INTEL 8085. Rechts aussen Präzisions-NF-Generator.

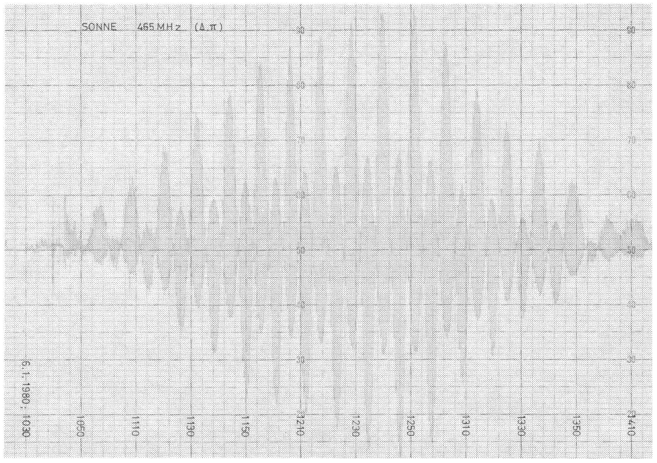


Abb. 7: Simultane Registrierung der Interferometersignale Δ und π der solaren Radiostrahlung bei 465 MHz. Abszisse: MEZ (Kulmination circa 1250 Uhr). Solche störungsfreien Registrierungen sind äusserst selten und bereiten dem Amateur entsprechend Freude und Genugtuung.

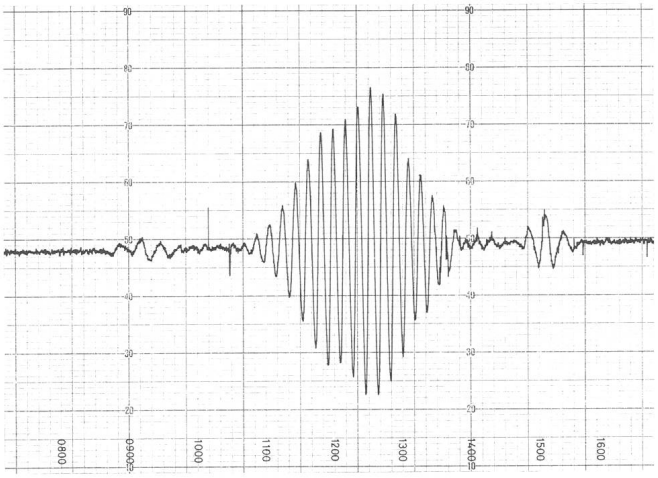


Abb. 6: Solare Radiostrahlung, aufgezeichnet mit dem phasengeschalteten Interferometer. Die difuse Hintergrundstrahlung ist hier elektronisch ausgeblendet worden. Daten: Frequenz 465 MHZ; Bandbreite 5,5 MHz; Integration 10 sec; Basislinie 13,7 m; Datum 24.12.1979 (Sternwarte Kreuzlingen)

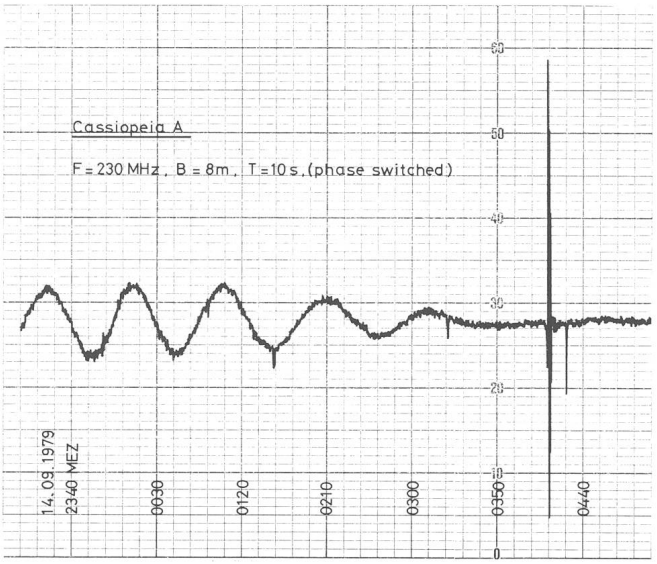


Abb. 8: Interferenzradiosignal verursacht durch den Supernovaüberrest CASSIOPEIA A. Der Milchstrassenhintergrund ist elektronisch ausgeblendet, damit die Punktquelle CASS. A besser dargestellt werden kann. Rechts aussen starke elektr. Störung.

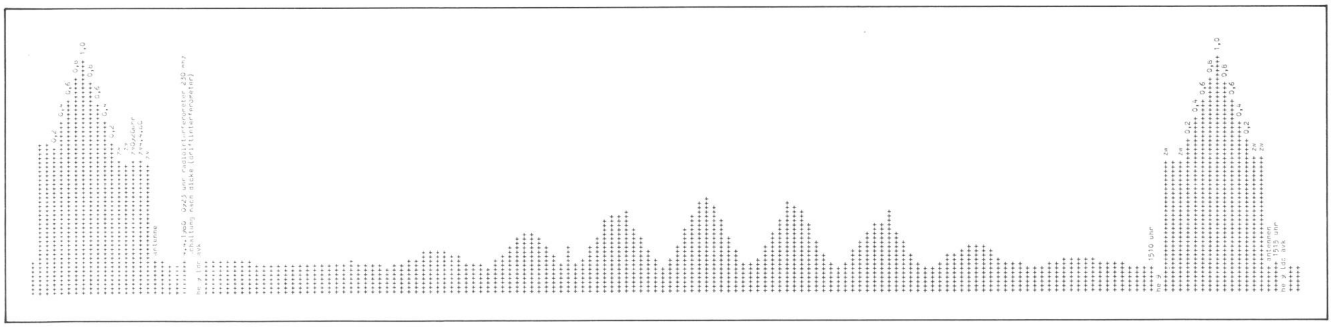


Abb. 9: Interferogramm der solaren Radiostrahlung, aufgezeichnet mit dem mikroprozessorgesteuerten Fernschreiber Lorenz 15. Am Anfang und am Ende ist je eine kalibrierte Rauschtreppe aufgedruckt mit einem maximalen Zusatzrauschen von 300 Kelvin (IT_O).

— DICKE — Radiometer mit der Polarisgegend als Referenztemperatur.
und etliche andere Schaltungsprinzipien, je nach dem gewünschten Verwendungszweck.

Experimente
Die Sonne, unser nächster Stern bietet sich unmittelbar als interessantes Beobachtungsprojekt an, denn sie markiert die intensivste Radioquelle am täglichen Firmament. Ihre Strahlungsausbrüche und Radiostürme können zeitweilig so stark sein, dass sie im Empfänger sogar als Zischgeräusch direkt hörbar wird.

Neben der mehr oder weniger regelmässigen Beobachtung von Sonne und Milchstrasse versuchen wir auch einige

Gruppe für Amateurradioastronomie Sternwarte Kreuzlingen

Aussergewöhnlich starker solarer Radiosturm an Pfingsten

Bereits kurz nach Sonnenaufgang am Pfingstmorgen konnte man im Empfänger des auf der Wellenlänge 2,08 m arbeitenden, phasengeschalteten Driftradiointerferometers von Dr. P. Aubry Ottoberg (Weinfelden) starke, unregelmässige Zischgeräusche hören, trotzdem die Empfangsantennen als Meridianinstrument aufgestellt sind.

Obwohl die auf der Wellenlänge 1,3 m arbeitende Radioanlage in der Sternwarte Kreuzlingen automatisch täglich zwischen 11.00 Uhr und 15.00 Uhr MEZ die solare Radiostrahlung registriert, zog ich es vor, einen Kontrollgang zu machen, den Analogschreiber in Betrieb zu nehmen und ein Calibriersignal für die spätere Auswertung einzuspeisen.

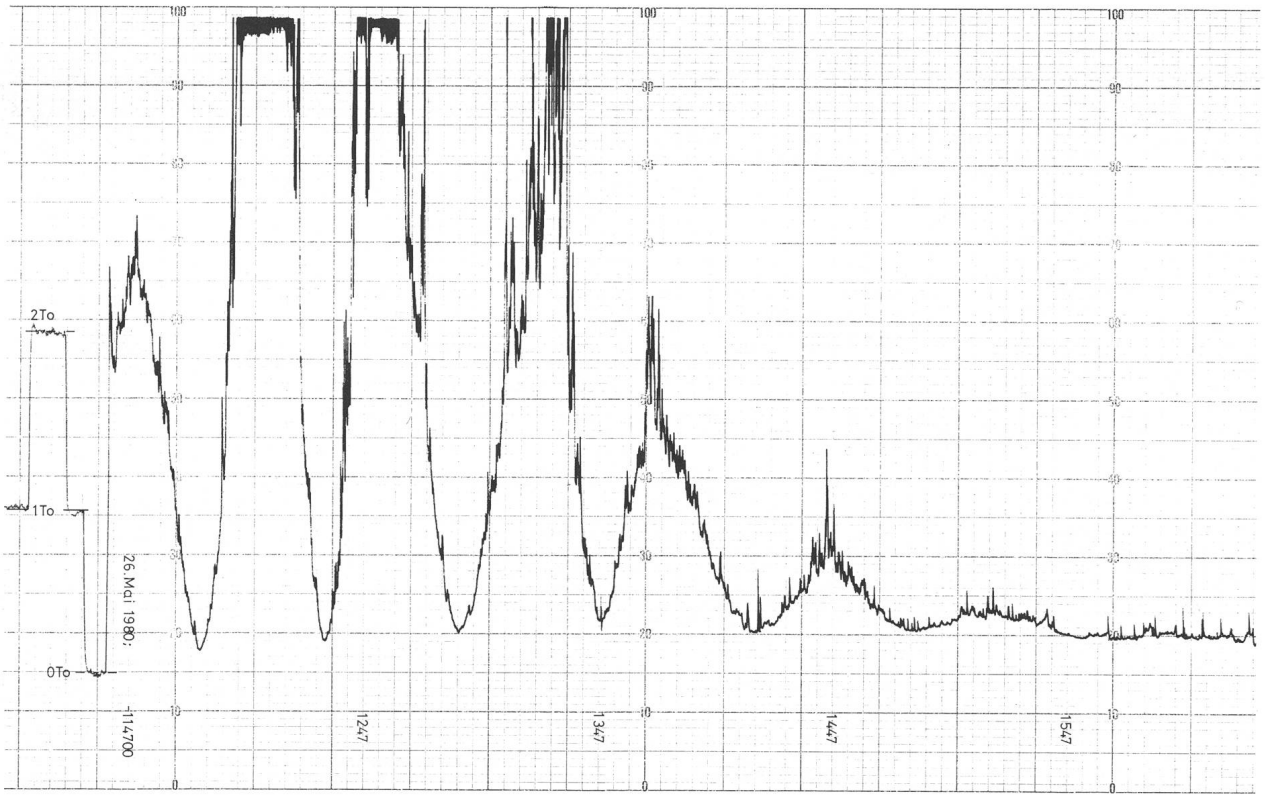
Während unter «normalen» Bedingungen der Schreibbereich des Oszillografen und die Calibriertreppe völlig ausreichen, stand der Schreibstift längere Zeit am oberen Diagrammrand an, was auf gewaltige Radiointensitäten schliessen lässt.

Der in der Begrenzung arbeitende Schreiber, die sporadischen Zischlaute im Lautsprecher lösen undefinierbare Gefühle aus, wenn man sich vorstellt, dass die gesamte Erde in einen gewaltigen Radioschauer eingehüllt wird, wovon man möglicherweise noch längst nicht alle Auswirkungen voll erkannt hat.

Aufzeichnung des Radiosignales vom 26. Mai 1980 mit dem VHF-Driftinterferometer/Radiometer in der Sternwarte Kreuzlingen.

Empfangsparameter:
Frequenz: 231 MHz + /— 3 MHz
Bandbreite: 5,5 MHz + /— 100 KHz
Integrationszeit: 5 sec + /— 0,5 sec
Basislinie: 9,56 m + /— 0,01 m
Schreibgeschwindigkeit: 20 min/Inch + /— 1%
Antennen: 2mal 13-Element, Kanal 12, 75 Ohm, horizontal polarisiert.

Am linken Bildrand ist eine calibrierte Skala der Antennentemperatur eingeschrieben, mit den Stufen 0To = 300 Kelvin, 1To und 2To.
Die Anhebung der Intensitätsminima gegenüber dem Pegel des «kalten Himmel» lässt darauf schliessen, dass der Durchmesser der Radiosonne wesentlich über dem optischen Durchmesser liegt.



weniger intensive Objekte zu verfolgen wie Sagittarius A, Cassiopeia A, Cygnus A, Taurus A und Virgo A, die bedeutensten Punktradioquellen in unserer Galaxis. Sobald die notwendigen Instrumente zur Verfügung stehen, soll auch versucht werden, die nichtthermische Radiostrahlung des Riesenplaneten Jupiter graphisch und akustisch aufzuzeichnen.

Momentan entwickeln und bauen wir mit den modernsten elektronischen Bauelementen die recht umfangreichen Einrichtungen zum Empfang des Radiopulsars CP 0950. Dieser hat eine Pulsfrequenz von etwa 3,95 Hz. Das Herzstück dieser Einrichtung ist ein sog. Autokorrelator, mit dem wir hoffen, das äusserst schwache Radiosignal aus dem Eigenrauschen des Empfängers «herauszufischen».

Auf die durchaus berechtigte Frage, was wir denn mit der Fülle aller anfallenden Daten anzufangen gedenken, gibt es eine treffende Antwort:

«Das alleinige Vorhandensein von Daten bedeutet noch lange nicht, dass sie auch ausgewertet werden müssen!»

(Dr. H. Urbarz)

Literatur:
HEISERMANN D., *Radio Astronomy for the Amateur,* TAB Books No. 174, 1975 (neuzeitlich, übersichtlich, gut zum Einstieg).
SICKELS R.M., *Amateur Radio Astronomer's Handbook Vol. 1 and 2* 1977/78, Bob's Electronic Service, 817 N. Andrews Ave., Fort Lauderdale Florida 33311 (neuzeitlich, praxisbezogen, viele Schaltungen und Ideen, etwas unübersichtlich).
HYDE F.W., *Radio Astronomy for Amateurs,* W. Norton & Co. Inc. New York, 1962 (immer noch interessant, veraltet in bezug auf die mit Röhren bestückten Geräte).
SWENSON G.W., *An Amateur Radio Telescope, Sky and Telescope* Mai 1978 bis Oktober 1978 und April 1979 (sehr gut, Theorie und Beschreibung einer vollständigen Interferometeranlage).
SMITH J.R., *Wireless World A basic Radio Telescope,* Februar/März 1978 (portables Interferometer für Amateure).
KRAUS J.D., *Radio Astronomy,* McGraw Book Company 1966 (heute noch das Standard-Grundlagenwerk, mit Mathematik).
GRAHAM SMITH F., *Radio Astronomy,* Pelican Books, 1974 (aktuelle Totalübersicht, ohne Mathematik).
GERRIT L. VERSCHUUR, The Invisible Universe, The Story of Radio Astronomy, Heidelberg science library.

Adresse des Verfassers:
Chr. Monstein, Seegutstrasse 6, CH-8804 Au/ZH.

Sonnenfleckenrelativzahlen

April 1980 (Monatsmittel 166.6)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	185	145	133	123	154	185	200	199	229	214
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	245	257	259	203	182	154	126	127	134	173
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	143	122	95	112	139	171	156	149	145	138

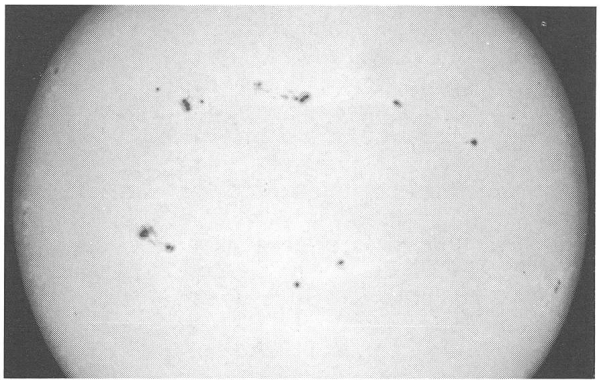
Mai 1980 (Monatsmittel 179.7)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	121	149	140	166	192	145	147	157	168	144	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	142	143	150	166	157	148	173	215	218	230	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	233	244	246	256	229	220	223	190	170	150	138

Juni 1980 (Monatsmittel 157.2)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	152	124	128	141	150	131	149	156	164	168
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	172	166	161	136	129	134	129	146	166	179
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	191	196	190	193	179	166	185	188	149	97

Nach Angaben der Eidg. Sternwarte Zürich,
Dr. A. Zelenka



Sonnenflecken vom 8. Januar 1980. Die Zürcher Sonnenfleckenrelativzahl betrug an diesem Tag 225. Die Aufnahme wurde von Prof. J. Dragesco in Cotonou (Benin) gemacht und zeigt, wie sich die meisten Flecken bereits in der Nähe des Sonnenäquators befinden. Am rechten und linken Sonnenrand sind mehrere Fackelgebiete sichtbar.

Weekend d'observation à La Brévine

Sur l'invitation de M. Philippe Jeanneret, membre de la Société neuchâteloise d'astronomie, un weekend d'observation astronomique aura lieu à La Brévine les 11—12 octobre 1980.

L'altitude du lieu et un horizon bien découvert, l'absence de lumière, font de la propriété de M. Jeanneret un endroit privilégié pour les amoureux du ciel étoilé. De plus, il y aura possibilité de dormir sur place.

Cette réunion est ouverte à tous les membres de la Société Astronomique de Suisse. Pour tous renseignements et inscription, on est prié de s'adresser à M. Gert Behrend, Fiaz 45, 2304 La Chaux-de-Fonds, tél. 039/26 01 16.

Comme les dernières journées du weekend de l'Ascension au Chasseral, celles-ci seront une réussite si elles bénéficient de l'apport de chacun.

Planetenfotografie für den Amateur

E. & P. SASSONE CORSI

1. Einführung

Von den verschiedenen Gebieten der Astrofotografie ist zweifellos dasjenige der Planetenfotografie das schwierigste, wenn man beachtet, dass für den Erhalt einer guten Planetenfotografie sehr viele Faktoren zu berücksichtigen sind. Z. B. die Luftunruhe «seeing», welche für Stellarfotos nicht von so grosser Bedeutung ist, stellt aber für die Planetenfotografie einen fundamentalen Faktor dar.

2. Die Wahl des Instrumentes

Um die Auswirkungen der Luftunruhe (seeing) zu verkleinern, versucht man Planetenbilder mit möglichst kurzen Belichtungszeiten zu erhalten. Die Belichtungszeit ist Funktion der Sensibilität des Films, dem Öffnungsverhältnis F/D und der Dimension der Abbildung auf dem Film und natürlich der Helligkeit des Planeten (welche variiert von Planet zu Planet, je nach Distanz von der Sonne und seinem Albedo).

Hat man die Wahl zwischen Teleskopen verschiedener Öffnungen, so wählt man das mit grösster Öffnung. Dadurch erhält man kurze Belichtungszeiten und grössere Abbildungen auf dem Film. Dieses Prinzip ist ausschliesslich theoretisch und nicht immer gültig. Es ist bekannt, dass mit wachsender Öffnung des Instrumentes auch die atmosphärische Unruhe mitvergrössert wird. Im Normalfalle aber ist der Vorteil einer grösseren Öffnung besser als der Nachteil der zunehmenden Turbulenz. Generell ist zu sagen, dass normalerweise mehrere Aufnahmen nötig sind, um mit grösserer Öffnung ein befriedigendes Planetenbild zu erhalten.

Mit diesen Voraussetzungen kann man sagen, dass es möglich ist, auch kleinere Teleskope zu gebrauchen, ohne auf das Auflösungsvermögen des Instrumentes zu achten. Dies geht auch aus dem Abschnitt 3 hervor und bewahrheitet sich bis zu ziemlich grösseren Öffnungen.

Für den Erhalt von grösseren Planetenabbildungen auf dem Filme, wird man zwischen Objektiv und fotografischer Schicht eine Zusatzoptik einschalten, um die äquivalente Brennweite des Systems zu verlängern. Man beachte, dass Jupiter in Opposition mit einer Brennweite von 40 Metern auf dem Film einen Durchmesser von ca. 1 cm hat.

Ein Faktor, welcher bei der Planetenfotografie oft vernachlässigt wird, ist die Nachführung in Stunde. Man nimmt oft an, dass eine nicht äusserst präzise Nachführung wegen der kurzen Belichtungszeit aufgrund der Planetenhelligkeit genüge. Das ist aber grundfalsch, denn die lineare Vergrösserung auf dem Filme ist so gross, dass auch die kleinsten Abweichungen des Teleskopes beträchtliche Unregelmässigkeiten in der Definition des Objektes ergeben.

3. Auflösungsvermögen des Instrumentes und der Emulsion

Das Auflösungsvermögen eines astronomischen Instrumentes, seine Eigenschaft, zwei möglichst nahe punktförmige Lichtquellen zu trennen, wird wie folgt theoretisch berechnet:

$$A_t = 1{,}22 \cdot \lambda \cdot \frac{F}{D} \qquad (1)$$

D und F sind Durchmesser und Brennweite des Instrumentes (in gleichen Masseinheiten), λ ist die Wellenlänge des Lichtes in Micron. Der numerische Wert, den man erhält, ist das Auflösungsvermögen des Teleskopes, ausgedrückt in Micron oder die physikalische Distanz beider Beugungsscheiben im Luftbild.

Für Planetenbilder (Flächenobjekte) verbessert sich das Auflösungsvermögen. Es ist bekannt, dass z.B. mit einem Teleskop von nur 7,5 cm Öffnung (theoretisches Auflösungsvermögen 1,5″) die Cassiniteilung auf Saturn beobachtet werden kann (0,8″). Es ist schwierig, die Quantität der Verbesserung numerisch auszudrücken, da dieselbe von den Beobachtungsbedienungen, sowie vom Kontraste der beobachteten Zonen abhängig ist. Wir nehmen an, dass im Mittel das Auflösungsvermögen für Planetenbilder um den Faktor 2 verbessert wird.

$$A_p = \frac{A_t}{2}$$

Das Auflösungsvermögen einer fotografischen Emulsion hängt ab vom Kontraste des abzubildenden Gegenstandes. Meistens stellt man fest, dass ein hohes Auflösungsvermögen mit Filmen von niedriger Sensibilität erreicht wird und dass mit Filmen hoher Sensibilität niedrige Auflösung erreicht wird.

Normalerweise ist das Auflösungsvermögen A'_f in Linien pro Millimeter ausgedrückt und man erhält für über 40—60 Linien/mm Filme wie HP5 Ilford und Recording 2475 Kodak. Diese Werte sind gültig, wenn der Kontrast zwischen hellen und dunklen Strichen einheitlich ist, d. h. wenn die hellen Striche und die dunklen Striche auf dem Filme eine Transparenz von 100% und 0% haben. Wenn hingegen der Kontrast abfällt, fällt auch fast linear das Auflösungsvermögen der Emulsion. Für einen einheitlichen Kontrast mit einem Filme von mittlerer Sensibilität erhält man ein Auflösungsvermögen von 80 Linien/mm (mit $A_f = 1/A'_f = 1/80$ mm $= 12.5 \cdot 10^{-3}$ mm $= 12.5\ \mu$), im Falle eines Kontrastes von 0,2 fällt das Auflösungsvermögen auf 13 Linien/mm ($A_f = 75\mu$).

Bei optimalen Konditionen müsste man das gleiche Auflösungsvermögen des Instrumentes auch für den Film anwenden (d.h.: $A_t = A_f$). Im vorgehenden Beispiel mit einem Kontrastfaktor K = 0,2 (gleich wie zwischen den Jupiterbändern), mit einem Filme mittlerer Sensibilität und für $\lambda = 0{,}55\mu$ im Gelb ergibt nach (1):

$$A_t = 1{,}22\ 0{,}55\ F/D = 75 = A_f$$

daraus $\qquad F/D \cong 110$

und multipliziert mit dem Faktor 2, weil es sich um Planetenbilder handelt:

$$F/D \cong 220$$

Dabei ist es der Faktor 2, welcher in unserer Rechnung mit dem grössten Fehler behaftet ist.

In Tabelle I sind für einige Filme, welche meistens für die Planetenfotografie Verwendung finden, das Auflösungsvermögen in Linien/mm, sowie das optimale Brennweitenverhältnis schon multipliziert mit dem Faktor 2 aufgeführt.

Tabelle I: Verschiedene Filme und Charakteristiken für die Planetenfotographie.

Filme (1)	Sensibilität (ASA)	Linien/mm K = 1	Linien/mm K = 0,2	F/D (2) optimal
Recording 2475	1000	63	10	298
Ilford HP5 (Entw. Microphen)	500	70	12	248
Tri-X-Pan	400	80	13	220
RAR 2479	320	100	20	149
RAR 2498	250	100	25	120
Photomicrography SO-410	160	250	50	60
Plus-X-Pan	125	112	28	107
Microfilm Recordak 5786	40	500	90	33

(1) = Ausser dem HP5 sind alle Filme Kodak-Produkte.
(2) = Dieser Wert ist geschätzt unter Annahme optimaler Behandlung, grosse Abweichungen können je nach Entwicklung entstehen.

Ein Beispiel soll die logische Anwendung zur Auswahl des Instrumentariums und des Filmes erläutern. Wir nehmen an, Jupiter in seiner Opposition mit einem Reflektor von ⌀ 40 cm zu fotografieren. Die anzuwendende Äquivalentbrennweite beträgt theoretisch:

$$F = 220 \cdot 0{,}4 \cong 88 \text{ m}$$

Die Äquivalentbrennweite von 88 m bedeutet, dass Jupiter auf dem Film einen Durchmesser von über 2 cm erhält. Bei diesen Konditionen beträgt die Belichtungszeit ca. 3—4 Sekunden. Bei normalen Sichtbedingungen ist diese Belichtungszeit schon hoch.

Benützt man aber einen Film mit niedriger Sensibilität (z.B. Microfilm Rekordak 5786 aus Tabelle I) ergibt sich eine Äquivalentbrennweite von:

$$F \cong 33 \cdot 0{,}4 \cong 13 \text{ m}$$

Unter diesen Konditionen entsteht ein Bild von Jupiter auf dem Filme von nur 3 mm Durchmesser und eine Belichtungszeit von 2 Sekunden. In diesem Falle, wenn auch die Belichtungszeit angepasst erscheint, erlaubt das zu kleine Bild keine gültige Auswertung und ist auch mit anderen Emulsionseffekten behaftet, welche eine weitere Verschlechterung der Abbildung bedeuten. (z.B. Randdiffusion).

Man ist deshalb gezwungen einen Kompromiss einzugehen, indem man Filme mittlerer Sensibilität, sowie Brennweitenverhältnisse nicht zu kurz und nicht zu lang anwendet, damit die Belichtungszeit reduziert werden kann. Dieser Kunstgriff erlaubt auch, die Effekte der Luftunruhe, welche sich bei grösserer Abbildung stark bemerkbar machen, zu vermindern.

4. Die Technik der «Compositage» (Kompositverfahren)

Es handelt sich um eine Technik, welche mit Erfolg schon von einigen Autoren (Guerin, 1973) angewendet wurde und die besser definierte Bilder bringt und somit auch eine bessere Auswertung zulässt. Diese Technik ergibt im Endeffekt Planetenfotos an der Grenze des Auflösungsvermögens des Instrumentes, trotzdem dasjenige der Fotoemulsion numerisch kleiner ist.

Durch das Übereinandersetzen einer Anzahl von Planetenfotogrammen, welche in kurzen Zeitintervallen, sowie unter gleichen Aufnahme- und Brennweitenbedingungen aufgenommen worden sind, ergibt sich eine Verbesserung des Auflösungsvermögens um den Faktor $\sqrt{n}$, und zwar weil diese Technik die Zufallverteilung der Filmkörnung ausnützt.

Wir nehmen als Beispiel an, 4 aufgenommene Fotogramme auf einem Tri-X-Pan Kodak Film übereinanderzusetzen. Dabei ergäbe sich mit dieser Technik eine fotografische Auflösungsverbesserung um den Faktor $\sqrt{4} = 2$ und die Auflösung eines jeden Fotogrammes (für K = 0,2) beträgt 13 Linien/mm und das Brennweitenverhältnis wird halbiert: 110. Auf diese Art ergibt sich für ein Teleskop von 40 cm Durchmesser eine optimale Äquivalentbrennweite von:

$$F' \cong 110 \cdot 0{,}4 \cong 44 \text{ m},$$

was für die zu beachtenden Konditionen für eine Aufnahme von Jupiter eine Belichtungszeit von ca. 1 Sekunde ergibt und für Saturn ungefähr das Doppelte.

Aus den vorangegangenen Überlegungen ergibt sich für einen generellen Fall einer Komposition von n Fotogrammen:

$$F' = \frac{\alpha}{\sqrt{n}} D \qquad (2)$$

ist das Verhältnis F/D optimal (lt. Tab. I angegeben) für

$$\alpha = \frac{A_t}{1{,}22\,\lambda}$$

$$F' = \frac{A_t}{1{,}22\,\lambda\sqrt{n}} D$$

$$A_t = \sqrt{n}\, A_f$$

$$F' = \frac{A_f}{1{,}22\,\lambda} D \qquad (3)$$

Unter der Anwendung von Formel (3) ist es möglich, die optimalen Beobachtungskonditionen zu kennen.

Um mit genügender Präzision die Bilder übereinander zu setzen, benützt man ein Mikroskop. Normalerweise ist es ratsamer, von jedem Fotogramm eine Reproduktion 6 bis 10-fach vergrössert auf autopositivem Planfilm anzufertigen.

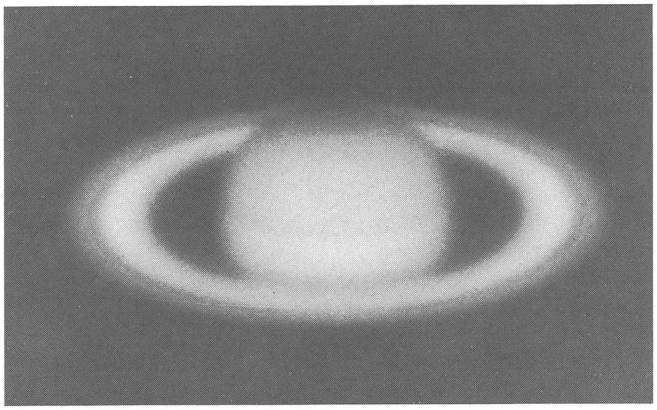


Fig. 1: Kompositfoto aus 4 Saturnaufnahmen von E. & P. Sassone Corsi, Schwedische Astrophysikalische Station Anacapri (Napoli, Italien), mit einem Cassegrain Ø 60 cm, f equ. 40 m am 15. 1. 1975. Die Originalaufnahmen sind im Gelb mit Film Tri-X-Pan Kodak + Filter Wg.

5. Geeignete Filme

Es gibt keine auf Mass gemachten Filme für die Planetenfotografie, weil die geforderten Eigenschaften schwer zu realisieren sind:

— grosses Auflösungsvermögen
— Schwarzschildeffekt schon ab ~4...5 sec.
— Hohe Empfindlichkeit

Von denen im Handel zu findenden Filmen nähert sich dem Idealfall am ehesten der Tri-X-Pan von Kodak, welcher aber kein aussergewöhnliches Auflösungsvermögen besitzt. Der HP5 Ilford zum Beispiel kann nur für Aufnahmen unter einer halben Sekunde verwendet werden, weil schon nach dieser Zeit der Schwarzschildeffekt beginnt.

Andere verwendbare Filme sind:

a) RAR 2498 Kodak

Dieser hat den Vorzug einer guten Definition, auch unter schwachem Licht und erlaubt dadurch die Sichtbarmachung der Planetenränder, welche die bekannten Randverdunklungen aufweisen. Diese Eigenschaft ist von einer bemerkenswerten Bedeutung, da sie zulässt, mit guter Präzision die Zonenbreiten zu bestimmen, ohne dass Methoden mit Vergleichen von Doppelsternen zu Hilfe genommen werden müssen. Die einzige Schwierigkeit besteht darin, dass das Material direkt aus USA bestellt werden muss.

b) SO-410 Photomicrography Kodak

Ein Film, welcher für Mikrofotografie gebraucht wird und deshalb eine erhöhte Auflösung sowie eine diskrete Sensibilität besitzt. Der Spektralbereich reicht bis zu = 7000 Å wie die meisten aller panchromatischen Emulsionen.

6. Fotografie mit Filtern

Es ist von fundamentaler Bedeutung, wer Studien von gewissem Niveau erreichen will, Filter anzuwenden, welche die Beobachtung von eng begrenzten Zonen des sichtbaren Spektrums erlauben. Das Einschalten eines Breitbandfilters gestattet Planetenbilder zu erhalten, welche sich nur auf diejenigen Spektralzonen beziehen, für welche der Filter durchlässig ist.

In Figur 2 werden die spektralen Absorptionskurven für einige der gebräuchlichsten Filter der Serien Wratten von Kodak gezeigt. Es ist selbstverständlich, um eine möglichst kurze Belichtungszeit zu erhalten, eine Emulsion auszuwählen, welche die grösste spektrale Sensibilität in bezug auf den ausgewählten Filter hat.

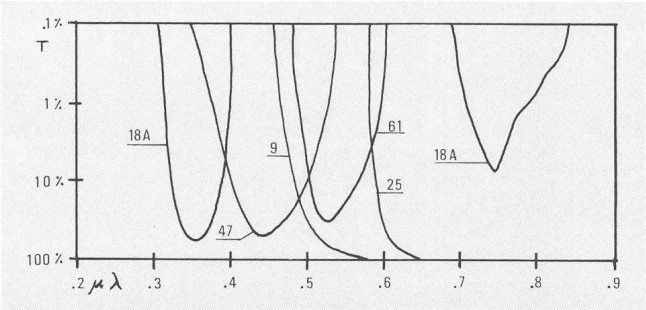


Fig. 2: Durchlasskurven der gebräuchlichsten Filter, Serie Wratten von Kodak, senkrecht Durchlass in %, waagrecht Wellenlänge λ in Micron.

Durch die Einschaltung eines Filters erhöht man die Belichtungszeit um den «Faktor des Filters»:

$$Q = \frac{E_f}{E_o}$$

wobei E_o die Belichtungszeit ohne Filter und E_f diejenige mit Filter bedeutet. Q ist der Verlängerungsfaktor für die Belichtung. Dieser Wert, welcher auch vom Hersteller auf Filter eingraviert wird, ist selbstverständlich variabel, je nach verwendeter Emulsion.

Die Fotografie mit Filtern ist auch nützlich für den Erhalt von farbigen Planetenfotos. Für diesen Zweck wird ein sogenannter typografischer Prozess «Policromia» angewendet. Die von n (für n>3) Planetenbildern, welche mit n Filtern aufgenommen worden sind, gestatten, durch entsprechende Auswertung dieser Bilder, farbige Planetenbilder zu erhalten. Die so gewonnenen Farben sind real und nicht verfälscht wie bei Aufnahmen mit normalen Farbfilmen (Schwarzschildeffekt).

7. Fotografie im Infrarot und Ultraviolett

Aus der Formel (1) kann man ersehen, dass mit zunehmender Wellenlänge das Auflösungsvermögen des Instrumentes abnimmt. Diese Effekt kann man vernachlässigen, wenn man im sichtbaren Spektrum arbeitet, er beginnt sich aber bemerkbar zu mache sobald man im Infrarot fotografieren will. Es wird nötig, für die verschiedenen Fälle mit der Formel (3) das optimale Brennweitenverhältnis zu berechnen.

Um im Ultraviolett fotografieren zu können, angesichts dass Glas für kürzere Wellen als 3500 Å komplett undurchsichtig ist, ist man gezwungen, einen Reflektor mit Cassegrain-System anzuwenden, wobei der Sekundärspiegel jene optimale Brennweite erbringen muss, welche vorgängig errechnet worden ist. Es besteht eine Möglichkeit, Negativlinsen aus Quarz zu benützen, da diese erst ab 2300 Å undurchsichtig werden. Jeder panchromatische Film ist normalerweise auch für das nahe Ultraviolett sensibel. Der einzige nützliche Filter für diesen Zweck ist der 18A, welcher 2 Fenster hat: eines zwischen 3000 Å und 4000 Å und das andere zwischen 6800 Å und 8400 Å Lichtwellenlänge, und somit kann er auch zweckmässig im Infrarot eingesetzt werden (natürlich muss die entsprechende Emulsion verwendet werden).

Für das Infrarot existiert im Handel nur ein einziger Rollfilm: der High Speed Infrared 2481 von Kodak, sensibel bis 9500 Å. Auch hier ist es nötig, einen Filter zu verwenden,

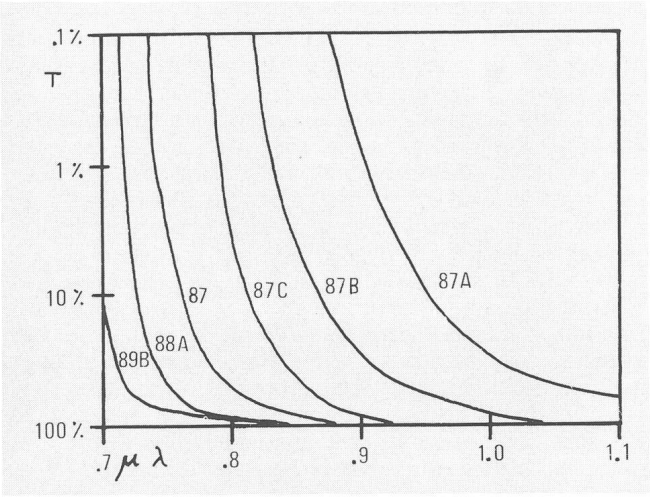


Fig. 3: Absorptionskurven der Filter Wratten von Kodak für die Wellenlängen im nahen Infrarot, senkrecht Transmission in %, waagrecht Wellenlänge λ in Micron.

welcher für alle sichtbaren Wellenlängen undurchsichtig ist. Für diesen Zweck eignen sich die Filter Wratten 89B, 88 A, 87, 87A, 87B, 87C und der schon genannte 18A. Die Absorptionskurven dieser Filter sind aus der Abbildung 3 ersichtlich.

Résumé

Les auteurs sont connus auprès des observateurs planétaires surtout pour leur études et les belles photographies de Saturne obtenues depuis 1972 avec le télescope de 60 cm de l'Observatoire suédois de Anacapri (Naples).

Dans ces notes, envoyées au «Groupement planétaire suisse», ils passent en revue les facteurs qui contribuent à l'obtention de bons clichés des planètes: qualité des images (seeing); instrument (d'ouverture moyenne-supérieure, muni d'un mouvement horaire parfait); émulsion sensible. A ce dernier propos les auteurs mettent en évidence l'impossibilité pour les amateurs d'employer les émulsions utilisées par les astronomes professionnels, ils passent donc en revue différents films en rouleaux du commerce en considérant les facteurs de sensibilité, contraste et de pouvoir résolvant; pour la photographie planétaire ils arrivent à conseiller les émulsions panchromatiques de sensibilité moyenne (autour de 200 ASA) que l'on doit employer avec un télescope de 25—60 cm d'ouverture et un rapport focal F/D = 100 env.; les poses moyennes seront de l'ordre de 1—2 sec (Jupiter-Saturne). On touche aussi la technique du compositage qui permet de gagner en résolution; en outre, l'usage des filtres de couleur qui, couplés aux films choisis, permettent de tirer des informations ultérieures des négatifs obtenus soit dans le domaine du spectre visible soit dans l'infrarouge et l'ultraviolet. S. Cortesi

Bibliographie:

BUCAILLE R., *1972,* L'Astronomie, 86, 161—174.

GUERINI P., *1973,* Icarus 3, 19, 212.

SASSONE CORSI E. & P., *1976,* The Strolling Astronomer, 26, 8—11.

SIDWICK J.B., Amateur Astronomer Handbook, Faber & Faber, London 1971.

TREUTNER H., 1974, ORION 32, 142, 118—123.

KODAK, Filters for Scientific and Technical ueses, Eastman Kodak Company, 1970.

Adresse der Autoren:

E. & P. Sassone Corsi, Via G. Malaterra 23, I-80136 Napoli.

Übersetzung von E. Alge, via Ronco, 6611 Arcegno.

Aufruf an die Astrofotografen

Der fotografierende Amateurastronom macht sich häufig über den Aussagewert seiner Negative wenig Gedanken. Wer den ästhetischen Wert der Aufnahme in den Vordergrund stellt, findet wohl den Respekt der Verfasser. Sie finden es jedoch schade, dass damit häufig der aussagekräftige Inhalt der Bilder in Schubladen oder Diamagazinen verschwindet.

Die Verfasser beschäftigen sich seit einigen Jahren mit der Veränderlichenbeobachtung, zunächst visuell, seit jüngerer Zeit aber auch fotografisch. Und hier glauben sie auf ein reiches Potential bei den Astrofotografen zurückgreifen zu können. Es gibt kein Himmelsareal, in dem nicht auch ein interessanter Veränderlicher «nebenbei» mit auf den Film gebannt werden kann. Es würde nun unseren Bemühungen ausserordentlich nützlich sein, diese Informationen auswerten zu können, quasi als «Nebenprodukt» der fotografischen Tätigkeit.

Die Ermittlung der Sternhelligkeiten geschieht nach einer mikroskopisch-photoelektrischen Projektionsmethode. Hierbei wird das zu vermessende Negativ auf einer verschiebbaren Mattscheibenbühne positioniert und von seiner Unterseite mit Projektionslicht konstanter Helligkeit beleuchtet. Darüber befindet sich das binokulare Messmikroskop, in dessen linken Tubus wahlweise Lochblenden verschiedener Grössen entsprechend dem projizierten Sterndurchmesser eingesetzt werden können, wobei der aus der Lochblende ausgetretene Lichtstrom in Okularprojektion von einem Fotowiderstand erfasst wird, der mit einem Vorwiderstand und einer Konstantspannungsquelle in Reihe geschaltet ist. Der Spannungsabfall am Vorwiderstand wird verstärkt und schliesslich mit einem Kompensationsschreiber registriert.

Gemessen wird erstens die Himmelshelligkeit I_H unmittelbar neben dem Stern, und zweitens die des Sterns selbst, wobei diese stets einen Anteil Himmelshelligkeit entsprechend dem Lochblendendurchmesser enthält und mit I_{S+H} bezeichnet wird. Die Differenz I_H-I_{S+H} liefert schliesslich den Messwert für die Sternhelligkeit I_S.

Von jedem Negativ werden nun in einem Diagramm diese Messwerte gegen die Vergleichssternhelligkeit aufgetragen und daraus die Helligkeit des Veränderlichen bestimmt.

Bevorzugt zur Auswertung herangezogen werden die verschiedenartigsten Veränderlichen aus nachfolgend aufgeführten Sternbildern: UMa, Cas, Sct, Cep, Tau, CaMi, Aur, Aql.

Die Verfasser bitten nun alle Astrofotografen, die Aufnahmen von diesen Himmelsgegenden besitzen (nur Fotonegative oder Diapositive, auch älteren Datums), diese zur Verfügung zu stellen.

Bei der Zusendung von Aufnahmen bitten wir unbedingt um folgende Angaben:

1. Filmmaterial
2. Filtermaterial
3. Aufnahmeoptik
4. Aufnahmedatum und Zeit

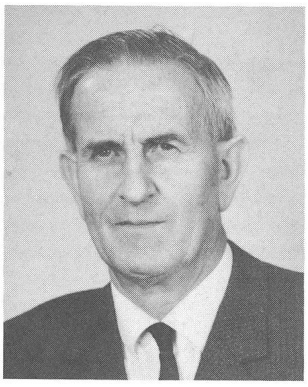
Jeder Sternfreund erhält nach Abschluss der Auswertungsarbeiten Kopien der Messwertregistrierung und der Eichdiagramme sowie Helligkeitsangaben über «seine» aufgenommenen Veränderlichen.

Adresse der Autoren:

ERNST POLLMANN, Charlottenburgerstr. 26c, 5090 Leverkusen 1.

KLAUS-PETER TIMM, Im Weidenblech 29, 5090 Leverkusen 1.

Hans Suter †



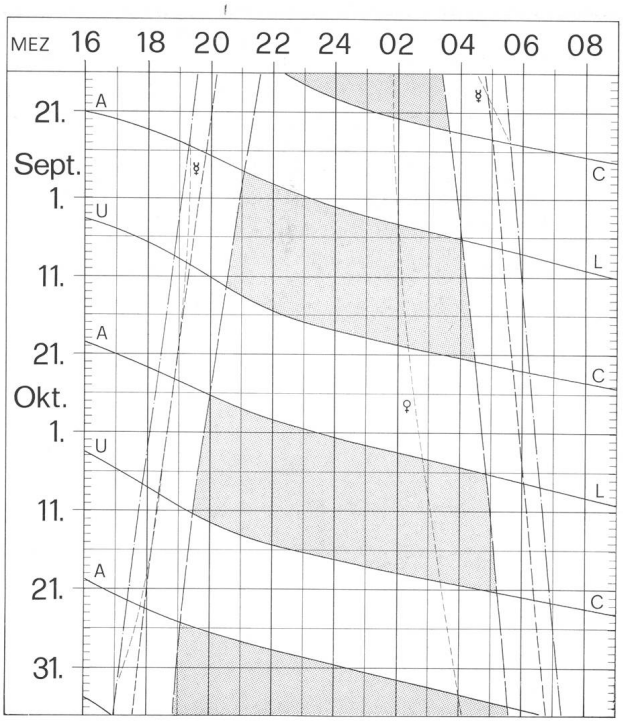
Am Pfingstsonntag, 25. Mai, starb unerwartet an einem Herzversagen Hans Suter, dipl. ing. ETH, in Köniz. Diese bescheidene, liebenswerte, stets hilfsbereite Persönlichkeit war zwar nur einem kleineren Kreise von Freunden näher bekannt, aber unzählige Amateur- und auch Berufsastronomen kennen und schätzen die unvergleichliche drehbare Sternkarte «Sirius», die Hans Suter erstmals 1942 nach Angaben von Prof. M. Schürer berechnet und gezeichnet hat. Er liess diesem Meisterwerk seither ständige Pflege und Verfeinerung angedeihen, verfasste ausführliche Anleitungen mit vielen weiteren nützlichen Hinweisen und zeichnete allerlei Hilfsblätter und auch eine sehr ansprechende Mondkarte. Vor kurzem konnte er sich noch an der Vollendung der neuen, genauestens auf das Koordinatennetz des Jahres 2000 umgezeichneten Auflage freuen. Um ja nichts von der hohen Genauigkeit zu opfern, besorgte er jahrzehntelang das delikate Montieren der drehbaren Karten selber, mit der Hilfe seiner ganzen Familie.

Hans Suter war 1903 als Sohn eines eidgenössischen Zolldirektors in Buchs geboren, ging in Kreuzlingen und später in Aarau zur Schule und absolvierte an der ETH das Studium eines Brückenbau-Ingenieurs. Binnen kurzem wandte er sich indessen dem Vermessungswesen zu, und seit 1930 war er in der Eidg. Landestopographie als topographisch-kartographischer Mitarbeiter tätig. Das Streben nach der höchsten erreichbaren Präzision lag tief in seiner Natur, aber er kannte dabei auch sehr wohl die Grenzen des Möglichen. Im privaten Leben — in welchem ihm auch schwere Schicksalsschläge nicht erspart blieben — liess er sich nicht von mathematischem oder nur quantitativem Denken leiten, wohl aber von strikten ethischen Grundsätzen. Die Natur und die Geschichte unseres Landes bedeuteten ihm sehr viel; er hatte (und schätzte) das Glück, in Sonderauftrag die genauen topographischen Grundlagen zur Karte der schweizerischen Kulturgüter zu erarbeiten, und nach seiner Pensionierung war er weiter unermüdlich unterwegs für die schweizerische Burgenkarte, deren letztes Blatt er nun leider nicht mehr fertigstellen konnte.

Hans Suter kannte sich aus eigener Anschauung am Sternenhimmel und auf Erden gleich gut aus. Er war ein sehr anregender Förderer unserer Gesellschaft und diente ihr während längerer Zeit auch im Vorstand, doch hinderten ihn seine häufigen ausgedehnten Feldarbeiten sowie seine grosse Bescheidenheit stets daran, das Präsidium zu übernehmen. Wir verlieren in ihm einen lieben Freund; wir trauern um ihn mit seiner Gemahlin, die ihn treu umsorgt hat, und werden uns seiner immer in Dankbarkeit erinnern.

Werner Bruhin und Paul Wild
Astronomische Gesellschaft Bern

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

FRAGEN · QUESTIONS

«Fernrohr ohne Vergrösserung»

Antwort:
In ORION Nr. 175 (S. 204) erkundigte sich ein Leser, ob es möglich sei, ein optisches Beobachtungsgerät zu bauen, das die Helligkeit flächenhafter Objekte gegenüber der Beobachtung von blossem Auge wesentlich erhöht.

Da zu dieser Frage keine spontanen Antworten eingegangen sind, baten wir Dr.-Ing. E. WIEDEMANN in Riehen um eine Auskunft. Er schreibt uns: «Ein Fernrohr ohne Vergrösserung, nur zur Lichtverstärkung, ist nicht denkbar, wenn man von den modernen elektronischen Methoden zur Bildverstärkung absieht. Wenn eine grosse Austrittspupille verlangt wird, so kommt dem Wunsch des Fragestellers eine einfache, schwach vergrössernde Galilei-Optik noch am nächsten. Gemeint ist damit ein altes, möglichst nicht zu kleines «Opernglas», bestehend aus einer Sammellinse als Objektiv und einer Zerstreuungslinse als Okular. Solche Optiken sind aber im allgemeinen schlecht korrigiert, dafür aber «hell». Dem Interessent wird empfohlen, sich ein solches Opernglas zu beschaffen und damit Versuche anzustellen. Im übrigen kann empfohlen werden, zu dem beabsichtigten Zweck eine Sucheroptik mit einem möglichst schwachen (langbrennweitigen) Okular zu kombinieren. Auch damit lässt sich eine entsprechend grosse Austrittspupille erreichen.»

Das Vorzeichen der Zeitgleichung

Wer sich etwas eingehender mit der Zeitgleichung beschäftigt, wird enttäuscht feststellen müssen, dass ihre jährlichen Extremwerte in der Literatur[1]) mit unterschiedlichen Richtungen dargestellt werden. So findet man den betragsmässig höchsten Extremwert, der jährlich Anfang November auftritt, einmal als positive, ein andermal als negative Differenz.

Die Zeitgleichung wird auf verschiedene Arten dargestellt: Im kartesischen Koordinatensystem einmal als Funktion der Sonnendeklination in Form einer Acht (Analemma), zum andern als unmittelbare Funktion der Zeit[2])[3])[4]). Drittens gibt es auch noch die einfache numerische Angabe über Betrag und Richtung in Tabellen. In allen Darstellungen trifft man die beiden verschiedenen Richtungen.

Es wäre zu begrüssen, wenn diese scheinbare oder tatsächliche Unstimmigkeit geklärt werden könnte.

Antwort:
Die Zeitgleichung (z) kann auf verschiedene Arten definiert werden, so unter anderem als:

1. z = Wahre Sonnenzeit — Mittlere Sonnenzeit[5])[11])

Gleichbedeutend dazu ist

2. z = Wahre Ortszeit — Mittlere Ortszeit (WOZ — MOZ)
3. z = Rektaszension der mittleren Sonne — Rektaszension der wahren Sonne

Um aus Jahrbüchern wie z.B. dem «Nautical Almanac» die Zeitgleichung herauszulesen benützt man die Beziehung

z = 12 h — Ephemeris Transit (der Sonne).

Im «Sternenhimmel» von P. Wild wird angegeben

z = Greenwicher Sternzeit (um 0 h WZ) ± 12 h — Rektaszension der wahren Sonne.

Die benötigten Angaben findet man in der Tabelle «Sonne».

Alle heute gebrauchten Definitionen ergeben einen positiven Wert der Zeitgleichung, wenn eine Sonnenuhr gegenüber der mittleren Sonnenzeit vorgeht, d.h. wenn die wahre Sonne vor der fiktiven kulminiert. Geht die Sonnenuhr nach, ist die Zeitgleichung negativ.

Über die Ursachen der Zeitgleichung hat Prof. H. Schilt im Jahre 1977 im ORION geschrieben[2]). Auch er weist darauf hin, dass hin und wieder die umgekehrte Differenz (MOZ — WOZ) als Zeitgleichung definiert wird.

Bei den vom Fragesteller erwähnten «Unstimmigkeiten» handelt es sich nun nicht um ein Versehen, sondern die Zeitgleichung wurde früher einfach anders definiert als heute.

Von Herrn Dr. W. BRUNNER, Kloten, erhielten wir dazu einige aufschlussreiche Angaben:

«Das geänderte Vorzeichen der Zeitgleichung erscheint im englischen «Nautical Almanac» erstmals im Jahrgang 1931. In den Erklärungen zu diesem Band wird als Grund angegeben, dass durch die allgemeine Verbreitung und Zugänglichkeit der Radiozeichen in Weltzeit (U.T.) heute die «Mittlere Zeit» als Grundzeit angesehen werden muss. Früher war die «Wahre Sonnenzeit» die Grundzeit, die an den Sonnenuhren abgelesen wurde, und zu der man die Zeitgleichung hinzu *addierte,* um die «Mittlere Zeit» zu erhalten[10]). Heute *addiert* man die neue Zeitgleichung zur «Mittleren Zeit» um die «Wahre Sonnenzeit» zu erhalten. Die Änderung der Zeitgleichung fällt zusammen mit einer Erweiterung und Neugestaltung des «Nautical Almanac» im Jahrgang 1931.

Das Berliner Jahrbuch hat diese Änderung erst im Jahrgang 1938 mit einem kleinen Hinweis ohne Begründung nachvollzogen. Im Lehrbuch der Astronomie von Strömgren (1933)[6]) steht in einer Fussnote, dass er sich in seinem Buch trotz der Definitionsänderung im «Nautical Almanac» noch an die alte Form, wie im Berliner Jahrbuch, gehalten habe. Im amerikanischen Sonnenuhrenbuch von Mayall[7]) — im ersten Druck von 1938 und in der Zweitauflage von 1951 — ist die Zeitgleichungstabelle, weil zum Gebrauch für Sonnenuhren gedacht, mit dem alten Vorzeichen beibehalten worden.

Für das französische Jahrbuch «Connaissance des Temps» besteht das Vorzeichenproblem gar nicht. Es wird statt der Zeitgleichung in den alten wie in den neuen Jahrbüchern die «Wahre Sonnenzeit» für die Ephemeridenzeit 0 h T.U. angegeben. Auch die «American Ephemeris» mussten keinen Wechsel vornehmen, da sie die Zeit des Ephemeriden Transit angegeben hatten.»

Wir benützen die Gelegenheit, um anschliessend einige Begriffe zusammenzustellen, die im Zusammenhang mit Problemen um Zeitmessung und Ortsbestimmung in der (englischen) Fachliteratur immer wieder anzutreffen sind:

Sidereal Time (S.T.) = Sternzeit[8]).

Greenwich Sidereal Time (G.S.T.) = Sternzeit für einen Beobachter auf dem Meridian von Greenwich.

Universal Time (U.T.) = Weltzeit. Die Weltzeit ist die Mittlere Sonnenzeit (*Mean Solar Time)* oder mittlere Ortszeit für einen Beobachter auf dem Meridian von Greenwich. Sie heisst auch Greenwich-Zeit.

Sternzeit und Sonnenzeit sind Ortszeiten, d.h. sie gelten immer für einen bestimmten Beobachtungsort. Beide bezie-

hen sich auf die Erdrotation. Die Mittlere Sonnenzeit dient als Grundlage für die bürgerliche Zeitangabe (Zonenzeiten, wie z.B. die MEZ). Wegen der Verlangsamung der Erdrotation muss von Zeit zu Zeit eine «Schaltsekunde» eingefügt werden. Dies geschah zum letztenmal am 31. Dezember 1979 um 24.00 Uhr.

Ephemeris Time (E.T.) = Ephemeridenzeit. Dies ist die Zeit, die den Newton'schen Gesetzen der Mechanik — und damit auch den Ephemeridenrechnungen von Mond und Planeten — zu Grunde gelegt ist. Sie wird an den Positionen von Mond und Planeten abgelesen. Da die Ephemeridenzeit die Verlangsamung der Erddrehung nicht berücksichtigt, geht sie gegenwärtig (August 1980) gegenüber der Weltzeit um etwa 51,4 Sekunden vor (seit 1903). Hätte die Erde sich seither ungebremst weitergedreht, so stünden also alle Meridiane 51,4 Sekunden östlicher (bezogen auf den Fixsternhimmel). Diese fiktive Lage des Greenwicher Meridians heisst *Ephemeridenmeridian.*

Ephemeris Transit der Sonne = Ephemeridenzeit ihres Durchgangs durch den Ephemeridenmeridian. Das ist aber auch fast exakt gleich der Weltzeit des Durchgangs durch den Greenwicher Meridian [12]).

Mean Equinox = Mittlerer Frühlingspunkt. Der Ort eines fiktiven, sich gleichmässig verschiebenden Frühlingspunktes. (Siehe unten!) [9]).

Mean Sidereal Time = Sternzeit bezogen auf diesen mittleren Frühlingspunkt [8]).

Im Englischen wird «apparent» für den wahren Ort eines Objekts verwendet. «Apparent» heisst eigentlich «scheinbar», meint hier aber den Ort, wo uns beispielsweise ein Stern am Himmel «erscheint», also dessen wirklichen, wahren Ort.

Apparent Solar Time = Wahre Sonnenzeit.

Apparent Equinox = Wahrer Frühlingspunkt. Dieser wandert wegen der Nutation in einer unregelmässigen Bewegung westwärts [9]).

Apparent Sidereal Time = Sternzeit bezogen auf den wahren Frühlingspunkt.

Apparent Right Ascension (Declination) = Wahre Rektaszension (Deklination), d.h. das verwendete Koordinatensystem hat seinen Ursprung im wahren Frühlingspunkt.

Literatur und Anmerkungen

1) G.J. WHITROW: Von nun an bis in Ewigkeit, Econ Verlag, Düsseldorf, 1973 (S. 169 f).
A. PREY: Einführung in die sphärische Astronomie, Springer Verlag, Wien, 1949 (S. 58 f).
G. ROTH: Handbuch für Sternfreunde, Springer Verlag, Berlin, 1967 (S. 144 f).
J. SCHULTZ: Rhythmen der Sterne. Philosophisch-Anthroposophischer Verlag, Dornach, 1977 (S. 55 f).
2) ORION Nr. 160 (Juni 1977), S. 80 ff: H. Schilt, Biel, «Über die Zeitgleichung».
3) ORION Nr. 173, S. 143: Bilder einer Sonnenuhr mit Analemma.
4) P. WILD: Der Sternenhimmel 1980, S. 21: Grafik zur Zeitgleichung.
5) ORION Nr. 170 (Februar 1979), S. 26 ff: Schattenstab.
6) ELIS und BENGT STRÖMGREN: Lehrbuch der Astronomie, Berlin, 1933.
7) R. NEWTON und MARG. L. MAYALL: Sundials, how to know, use and make them, Boston 1938/1951.
8) Zum Thema Sternzeit: ORION Nr. 169 (Dezember 1978), S. 223 f. ORION Nr. 171 (April 1979), S. 68. ORION Nr. 177 (April 1980), S. 64ff.
9) ORION Nr. 174 (Oktober 1979), S. 173 ff: Ekliptik und Frühlingspunkt.
Aus dem *1872* erschienenen «Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie» von Rudolf Wolf (1. Band) zitieren wir:
10) « . . . Da ferner die Beobiachtung gezeigt hat, dass die verschiedenen Sonnentage nicht genau gleich lang sind, so hat man in neuerer Zeit zu Gunsten guter Uhren einen *mittleren* Sonnentag eingeführt, d.h. der wirklichen, sich in der Ekliptik etwas ungleichförmig bewegenden Sonne in Gedanken eine sich im Äquator gleichförmig bewegende Sonne substituiert, und hat darum der aus Sonnenbeobachtungen folgenden Zeit, der sog. *wahren* Zeit (Apparent Time) eine zwischen den Grenzen ± 16 m schwankende, aber für jede Zeit vorausbestimmbare Correction, die sog. *Zeitgleichung,* zuzufügen, um die der fingierten Sonne entsprechende, jetzt fast überall gebräuchliche *mittlere* Zeit (Mean Time) zu erhalten, . . .» (S. 79).
11) «Die erste genaue Untersuchung über die schon *Ptolemäus* (vergl. Almagest III 8) nicht unbekannte Zeitgleichung ist in «Flamsteed, De inaequalitate dierum solarium dissertatio astronomica. Londini 1672 in 4.» enthalten. — Bald nach Genf, wo etwa von 1780 hinweg nach dem Vorschlag von *Mallet* der mittlere Mittag durch einen Glockenschlag verkündet wurde, nahm man auch in England die Mittlere Zeit an, und 1798 gab man sich auf dem unter *Zach* in Gotha versammelten Astronomencongress das Wort, sie in Ephemeriden, bei Beobachtungsdaten, etc. ausschliesslich zu gebrauchen, sowie ihre allgemeine Einführung ins bürgerliche Leben zu befürworten. Letztere gelang 1810 in Berlin, 1816 in Paris, 1853 (mittl. Berner Zeit) in der Schweiz, etc.» (S. 261).
12) Der Unterschied der beiden Zeiten ist die Änderung der Zeitgleichung in der Zwischenzeit. Diese Änderung beträgt im Maximum 30 Sekunden pro Tag, was auf 51,4 Sekunden maximal 0,018 Sekunden ausmacht!

Adressen der Verfasser:
Dr. WILLIAM BRUNNER, Speerstrasse 4, CH-8302 Kloten.
E. LAAGER, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg.

Supernovae

Zu diesem Thema schickte uns ein Leser eine Reihe von Fragen, die freundlicherweise vom zuständigen Fachmann, Herrn Prof. PAUL WILD vom Astronomischen Institut der Universität Bern, beantwortet werden.

1. Wieviele Supernovae extragalaktischer Art sind bis einschliesslich 1979 entdeckt worden?
   Bis und mit 1979 sind *467* extragalaktische Supernovae gefunden worden, ein beträchtlicher Teil davon — vielleicht etwa ein Sechstel — allerdings erst lange nachträglich, z.B. im Palomar-Atlas auf den Aufnahmen der 48″-Schmidt-Kamera. Die allermeisten der 467 Objekte waren zu schwach für die Bestimmung der Spektren oder wurden zu fragmentarisch beobachtet für die Erstellung von Sichtkurven, so dass der Typ unbekannt ist. *Sicher* waren 85 vom Typ I, 43 vom Typ II.

2. Welche Galaxie hält den (quantitativen) Supernova-Rekord?
   In NGC 6946 sind 5 Supernovae entdeckt worden (in den Jahren 1917, 1939, 1948, 1968, 1969); in NGC 5236 (M 83) und NGC 4321 (M 100) waren es je 4.

3. Sind im vorigen Jahrhundert ausser der M 31-Supernova noch andere beobachtet worden?
   Ja. Supernovae im letzten Jahrhundert ausser S And (in M 31):
   a) galaktische:
      η Carinae (pekuliär, Typ V, «langsame Supernova», um 1843 der zweithellste Stern am Himmel).

b) extragalaktisch:
— visuell, *sehr* unsicher:
1855 in NGC 2941 oder 2943
1856 in NGC 968.

Beide wurden von F.W. Argelander für die «Bonner Durchmusterung» vermerkt, wurden aber später vermisst!

— photographisch, gesichert:
1895a in NGC 4424 (m_V 11.1 im Maximum)
1895b in NGC 5253 (m_V 7.2 im Maximum).

4. Ist die Andromeda-Supernova mit einer scheinbaren Helligkeit der 6. Grössenklasse die hellste, die je beobachtet wurde?
Ja, die S And in M 31 (August 1885) war die hellste bis jetzt gesehene extragalaktische Supernova (m_V 5½ bis 6 im Maximum).

5. Existieren Aufnahmen über die im Jahre 1885 im Andromedanebel aufgeleuchtete Supernova?
Nein, es ist keine Photographie davon bekannt.

KONTAKTE · CONTACTS

Astronomisches Jugendseminar

Ein astronomisches Seminar für Jugendliche fand zu Ostern in Bräunlingen-Mistelbrunn (Schwarzwald) statt. Zu der knapp einwöchigen Veranstaltung waren etwa 25 Jugendliche aus Deutschland und der Schweiz in das Heim «Maria Wald» gekommen, um dort Vorträge über astronomische Themen zu halten und zu hören, aber auch, um sich mit alltäglichen Problemen wie etwa dem des Kochens zu beschäftigen, da die Verpflegung selbst organisiert werden musste. Die Palette der Themen reichte von irdischer Entfernungsbestimmung, die mit einem Theodolithen praktiziert wurde, bis hin zur Auswertung von Pulsarbeobachtungen des Bonner Max-Planck-Institutes für Radioastronomie, um im Rahmen des Generalthemas «Entfernungsbestimmung» auch einmal «exotischere» Objekte zu behandeln.

Wie auf diesem Bild zu sehen, wurde beim Seminar auch Wert auf selbständiges Auswerten gelegt. Foto H.J. Becker, Bonn

Umfrage

Besitzt jemand eine Tonbandaufnahme von einem der Vorträge von Dr. HANS ROHR?

Die Astronomische Arbeitsgruppe der Naturforschenden Gesellschaft, die die Dr. h.c. HANS ROHR Sternwarte in Schaffhausen betreut, sucht solche Aufnahmen für das Archiv der Sternwarte. Sollten Sie im Besitze einer solchen Aufnahme sein, so bitten wir Sie, sich in Verbindung zu setzen mit

Herrn HANS BÜHRER, Bachstrasse/Scalahaus, 8200 Schaffhausen.

Bibliographie

Siegfried Marx/Werner Pfau: Sternwarten der Welt. 200 Seiten im Format 19 cm x 22 cm, mit 44 vierfarbigen und 78 schwarzweissen Fotos sowie 18 Tabellen und Diagrammen, gebunden DM 34.—. Bestell-Nr. 18 903. Verlag Herder Freiburg — Basel — Wien.

Die beiden Autoren geben einen Überblick über die bedeutendsten astronomischen Forschungseinrichtungen. Notgedrungen mussten sie sich auf 40 Institutionen beschränken, wobei die — zugegebenermassen subjektive — Auswahl möglichst alle Zweige der Astronomie sowie deren Beobachtungsinstrumente und -Methoden zeigen soll. Dies ist in diesem Buch sehr gut gelungen.

Zuerst wird in einer Einleitung auf die Geschichte der Astronomie eingegangen, die verschiedenen Fernrohrarten und -Montierungen erklärt, auf die Wichtigkeit der Radioastronomie hingewiesen und ein Ausblick auf künftige Fernrohrgenerationen gegeben. Dann werden die ausgewählten Institutionen in einzelnen Kapiteln in alphabetischer Reihenfolge beschrieben.

Jedes Kapitel beinhaltet die Entstehungsgeschichte der entsprechenden Institutionen, die wichtigsten beteiligten Persönlichkeiten, den Forschungsgegenstand und die eingesetzten Instrumente. Dabei wird jeweils auf die dort gemachten Entdeckungen und Entwicklungen hingewiesen und gleichzeitig die Gelegenheit benutzt, diese in leichtfasslicher Form zu erklären. Es entstanden so recht lebendige Schilderungen.

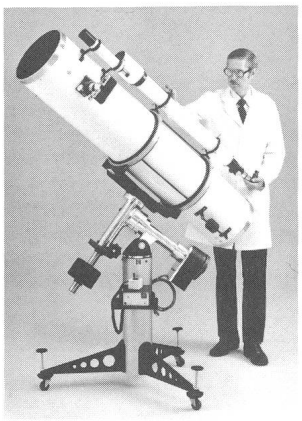
Die beiden Autoren stammen aus der DDR. Dadurch werden auch die Institutionen in den sozialistischen Ländern hervorgehoben, von denen man bei uns verhältnismässig wenig hört und die zu besuchen sicher recht lehrreich wäre. Das Buch ist sehr sorgfältig zusammengestellt und enthält nur wenige, unwesentliche Fehler. So steht das MMT nicht in Texas (Seite 10), sondern in Arizona und das Mayall-Teleskop hat nicht 3,8 m (Seite 69), sondern 4 m Durchmesser (beide Angaben sind an anderer Stelle des Buches richtig wiedergegeben). Das Bild des Palomar 5 m-Teleskopes ist recht alt, denn dieses wurde schon vor einigen Jahren mit einem Beobachterkäfig am Cassegrain-Ende ausgerüstet, so dass man nicht mehr auf die gefährliche Hebebühne angewiesen ist. Schade ist aber, dass keine Fotografie des fertigen 6 m-Teleskopes von Selentschuk vorhanden ist.

Das Buch gibt einen gelungenen Überblick über viele der wichtigsten astronomischen Institutionen und ist eine lehrreiche und anregende Lektüre. A. TARNUTZER

SPIEGEL-SCHLEIFER!

NEU erhalten Sie bei mir zu extrem günstigen Preisen: Schleifgläser aus Duran, 15 + 20 cm ab Lager, grössere auf Bestellung, Schleif- und Polierpulver, Polierpech oder fertige Parabol-Spiegel ab Lager, billiger als selbstgemacht, Cassegrain Optiken, elliptische Planspiegel mit passender Zelle und Spinne, Dellit Rohre 1200 + 1500 mm lang, Normal-Okulare, Erfle-Okulare mit 65° Bildfeld (f = 32, 20, 15, 12, 7 mm), Grossfeldokulare mit 50.8 mm Durchmesser, Sonnenfilter «Solarskreen», Kameraadapter, 8x50 Sucherfernrohre mit Zenitprisma, 80 mm Leitrefraktor, 110 mm Leitrefraktor, beleuchtete Fadenkreuzokulare, Lagerböcke mit 60, 92, 160 mm Durchmesser, leichte transportable und schwere Sternwarten-Montierungen mit Nachführgetriebe, ausbaubar mit elektronischer Steuerung von beiden Achsen.

Katalog von: **N. + E. Aeppli, Loowiesenstrasse 60, 8106 Adlikon.**
Telefon: 01/840 42 23 (Besuche bitte nur nach Verabredung)



Komplette
NEWTON TELE-SKOPE
ab Lager
15 cm f/8
1490.—
20 cm F/6
1790.—
25 cm F/6
4460.—
31 cm F/6
5580.—

An- und Verkauf/Achats et ventes

Zu verkaufen:

1 Spiegelteleskop Newton 20 cm, f = 100 cm, Optik E. Aeppli (spez. geeignet für Astro-Fotographie) Fr. 950.—

1 Winterthurer Würfelmontierung mit Teilkreisen, elektrischer Nachführung (Schnecke + Schneckenrad E. Alt!) Fr. 1700.—

1 Bausatz zu einem 20 cm Newton f = 120 cm Fr. 780.—
1 Bausatz zu einem 20 cm Kutter-Schiefspiegler (3-teilig) Fr. 960.—

Weitere Zubehörteile wie Sonnenfilter, Polarisationshelioskop, versch. Okulare, Barlowlinse, Sucherfernrohr etc.
Verlangen Sie die detaillierte Preisliste bei:
W. Meier, Hinterrein 209, 5235 Rüfenach AG, Tel. 056/98 23 90

Zu verkaufen:

Spiegelteleskop Cassegrain 30 cm (Aeppli) 1:8, bzw. 1:6, mit japanischem Leitfernrohr, 2 Zoll, Astrokamera und Teleobjektiv, elektr. Nachführung, zahlreiches Zubehör wie Okulare usw.
Abfahrbares Metallhaus.
Preis nach Übereinkunft unter Tel. 064/65 15 34.

Zu verkaufen:

Spiegelteleskop Newton, Ø 15 cm, f = 120 cm, 2 Okulare, f = 10 und 15 mm, Solide parallaktische Montierung (Rohr und Montierung aus Stahl); Überholungsbedürftig. Fr. 600.—
P. Mäder, Postfach 13, 3705 Faulensee
Tel. ab 18.00 Uhr 033/54 67 73

Zu verkaufen:

von Alexander v. Humboldt, KOSMOS, Bde 1 bis 4. Anfragen an Dr. P. Gerber, Juravorstadt 57, 2502 Biel, Tel. 032/41 77 63

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen:
- **Maksutow**
- **Newton**
- **Cassegrain**
- **Spezialausführungen**

Spiegel- und Linsen-Ø:
110/150/200/300/450/600 mm

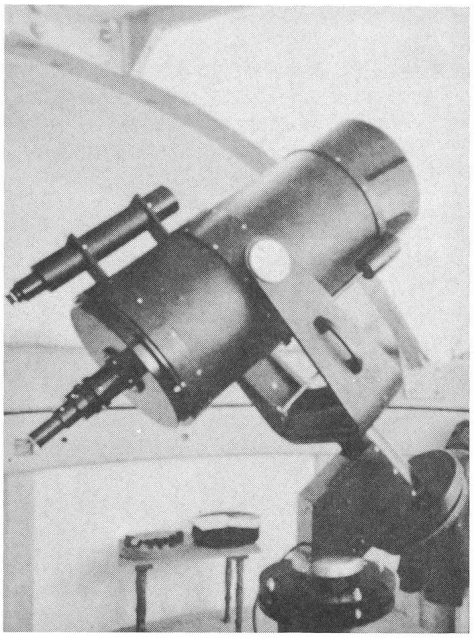
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

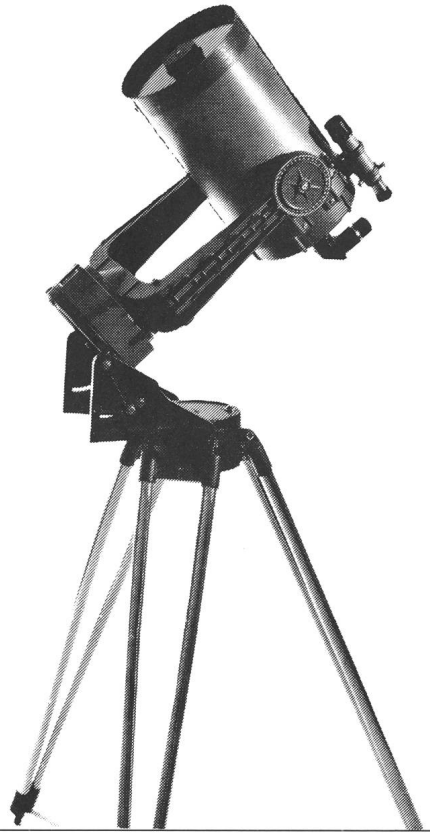
E. Popp
TELE-OPTIK • CH-8731 Ricken

Haus Regula **Tel. (055) 88 10 25**

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800





Celestron

Spiegelfernrohre

Die führende, preiswerte Weltmarke für Astronomie und Naturbeobachtung!
Lichtstark, kompakt und transportabel. Spiegelreflexkameras können leicht montiert werden.
Viel Zubehör: Sonnenfilter, Frequenzwandler, Nachführsysteme usw. —
Spiegeldurchmesser: 9, 12½, 20 + 35 cm.

Prospekte + Vorführung durch:

Generalvertretung:

Christener Optik
Marktgass-Passage 1
3000 BERN
Tel. 031 / 22 34 15

CALINA *Ferienhaus und Sternwarte* *CARONA*

idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen

Programm 1980

8.—12. April, **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie, mit praktischen Übungen an den Instrumenten auf der Sternwarte. — Leitung: Herr Dr. Mario Howald, Basel —
Anreisetag: Ostermontag, 7. April 1980

7.—8. Juni, **Wochenend-Kolloquium,** Thema: Positionsbestimmung von kleinen Planeten
Leitung: Herr Prof. Dr. Max Schürer, Bern

29. September—4. Oktober, **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie, mit praktischen Übungen an den Instrumenten auf der Sternwarte — Leitung: Herr Dr. Mario Howald, Basel

6.—11. Oktober, **Astrophotokurs** — Leitung: Herr Erwin Greuter, Herisau

Auskünfte und Anmeldungen: Herr Andreas Künzler, Postfach 331, CH-9004 St. Gallen, Telefon 071 / 23 32 52

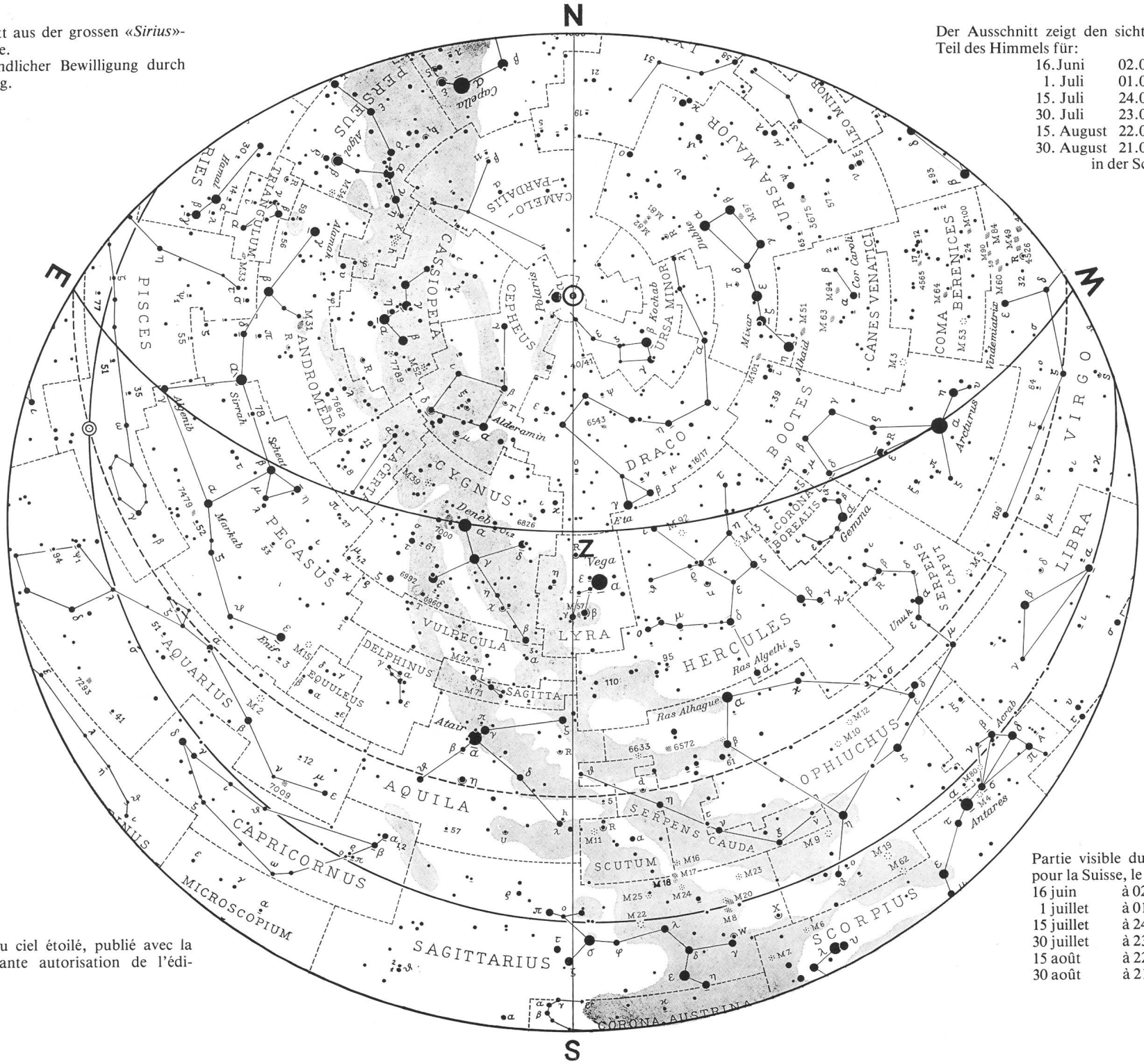
Technischer und wissenschaftlicher Berater: Herr Erwin Greuter, Haldenweg 18, CH-9100 Herisau

Ausschnitt aus der grossen «*Sirius*»-Sternkarte.
Mit freundlicher Bewilligung durch den Verlag.

Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren Teil des Himmels für:

16. Juni	02.00 Uhr
1. Juli	01.00 Uhr
15. Juli	24.00 Uhr
30. Juli	23.00 Uhr
15. August	22.00 Uhr
30. August	21.00 Uhr

in der Schweis



Partie du ciel étoilé, publié avec la bienveillante autorisation de l'éditeur.

Partie visible du ciel, pour la Suisse, le

16 juin	à 02.00 h
1 juillet	à 01.00 h
15 juillet	à 24.00 h
30 juillet	à 23.00 h
15 août	à 22.00 h
30 août	à 21.00 h