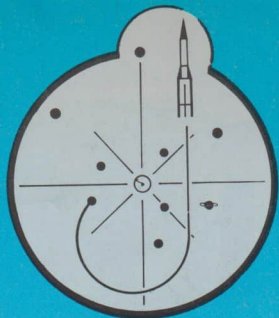


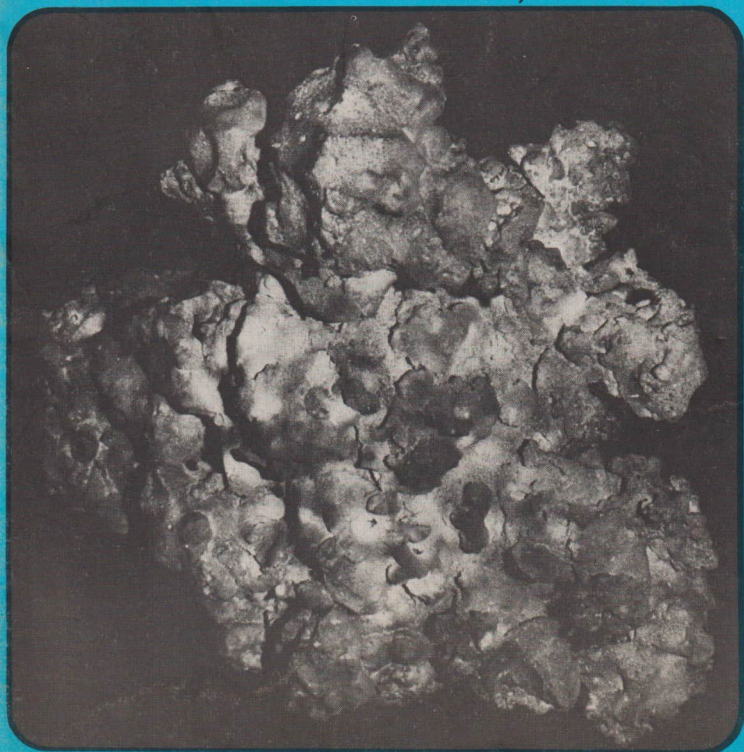
Astronomie UND Raumfahrt



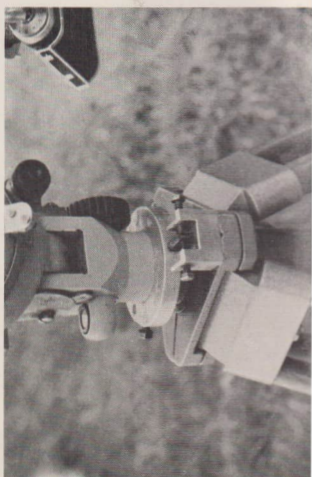
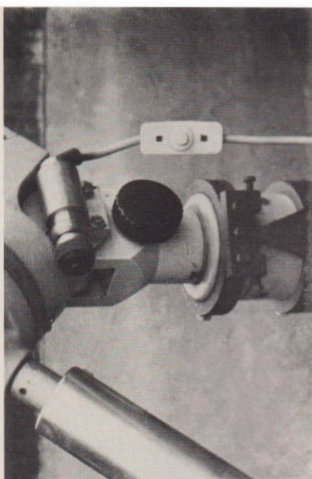
ISSN 0587-565X

EVP 1,50

1990 1



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und Raum-
fahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. Siegfried Marx
Verantwortlicher Redakteur:
OL Heinz Albert

Redaktionsbeirat:

Ing. Andreas Dill, Ing. Achim Grün-
berg, Dr. Jürgen Hamel (stellvertret.
Verantw. Red.), Dipl.-Journ. Jürgen
Helfricht, Dipl.-Phys. Jürgen Rend-
tel, Uwe Schmalzing, Michael Schrei-
ter (Graphik), Dipl.-Phys. Manfred
Woche, StR. Arnold Zenkert,
Dr. Reiner Ziemer, Dr. Bernd Zill

Redaktionsitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Fernsprecher: 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ er-
scheint 1990 mit 6 Heften, Bezugs-
preis im Abonnement, zweimonat-
lich (1 Heft) 1,50 M.

Bezug durch die Post oder den Buch-
handel. Bestellungen aus dem Aus-
land (und der BRD) sind zu richten
an das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der Pari-
ser Kommune 3-4.

Registrier-Nr. 1490 beim Presse- und
Informationsdienst der DDR,
Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruß, Crimmitschau

Manuskripte sind in doppelter Aus-
fertigung (Durchschlag) an den Re-
daktionssitz einzusenden. Für unver-
langte Einsendungen wird keine
Haftung übernommen. Die Redak-
tion behält sich vor, Beiträge zu kür-
zen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie
und Raumfahrt veröffentlichten Bei-
träge ist nur mit Zustimmung der Re-
daktion gestattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

Inhalt

28. Jahrgang (1990) Heft 1

Wie weiter mit der Amateurastronomie in der DDR?	2
S. Marx: Möglichkeiten und Ergebnisse der Röntgenastro- nomie	4
K. Kirsch, M. Reichstein, J. Rendtel: Kometen nach Halley	10
P. und S. Grau, M. Reichstein, J. Rendtel: Solare Erschei- nungen und Polarlichter (13./14. März 1989)	15
K.-H. Mau: Beobachtung von Polarlichterscheinungen	18
Peter Bloch: Polarlicht nach Schichtende	19
St. Wündisch: Beobachtung einer ... Himmelserschei- nung	19
Andreas Kauschke: Nordlicht-Erlebnis	20
T. Rattei, D. Overmann: Astronomischer Jugendclub von Polarlicht gebannt	20
Uwe Pampel: Intensives Polarlicht	20
Ulrich Witt: Das Nordlicht am 17. November 1989	21
Matthias Schmögner: Starkes Polarlicht über Medzev	22
Briefe aus Radeberg und Quedlinburg zu Polarlichtern	21, 22
W. Roloff: Zum mobilen Einsatz einer Fernrohrmontie- rung	22
Berichtigung zu DATA im AuR-Heft 3/1989	24
Karsten Kirsch: Die Kometen der Jahre 1987 und 1988	25

Kurzberichte

F. Schäfer/M. Stark: Namensverleihung nach Dornrösch- schlaf	29
A. Knöfel: IMC '89 und 1. Generalversammlung der IMO	31
Willi Schulze: Samuel Heinrich Schwabe	31
Kalendermedaille erhältlich	32
M. Stark: Jugendlager „Astrofotografie“ 1990	32
Anzeige	21

Bildseiten

Titelbild: Modell eines Kometenkerns, der noch wenig durch
Planetenstörungen und solare Strahlung verändert wurde (frak-
tales Modell). Zu unserem Beitrag S. 10. Modellierung: M. Reich-
stein. Charakteristisch für solche Kerne dürften locker aneinander-
gefügte Aggregate sein, wie es hier dargestellt ist, und von denen
sich größere Teile von der Peripherie unter Streßbedingungen ab-
lösen können, wodurch der Effekt der Kernteilung entsteht.

2. u. 3. Umschl.-S.: Zum mobilen Einsatz einer Fernrohrmontie-
rung (s. S. 22).

4. Umschl.-S.: Die Haloerscheinung vom 25. 12. 1987 um 9.15
MEZ in Jena wurde von JAN WOLARZ auf NC21-Film aufge-
nommen, nach Vorschrift C5168 entwickelt und mit dem Auto-
colorverfahren kopiert. Das Bild zeigt eine Lichtsäule, den 22°-
Halo und einen oberen Berührungsbogen.

Wie weiter mit der Amateur-astronomie in der DDR?

Verband der Amateur-astronomen?

Die Oktoberrevolution 1989 hat alle gesellschaftlichen Strukturen unseres Landes, auch den Kulturbund, vor die Entscheidung gestellt, sich selbst neu zu definieren. Diese Feststellung war Mittelpunkt einer Beratung des Arbeitsausschusses der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt am 8. 12. 1989. Dem Arbeitsausschuß lag dazu ein Papier aus dem Arbeitskreis Sternbedeckungen vor. Es hat folgenden Wortlaut:

„Wir, die Teilnehmer des V. Seminars des AK Sternbedeckungen, erwarten von der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt die Einleitung folgender Maßnahmen:

1. Schaffung eines eigenen Verbandes der Amateurastronomen innerhalb des Kulturbundes der DDR.
2. Schaffung demokratischer Formen, z. B. Wahlfunktionen in den Vertretungen der Amateurastronomie auf allen Ebenen.
3. Eine praxisorientierte, aktuelle Zeitschrift „Astronomie“; Trennung von den Interessen der Raumfahrt, weil es nach unserer Meinung keine „Amateurraumfahrt“ gibt.
4. Ausbau internationaler Verbindungen zu anderen Amateuorganisationen, speziell zur VdS in der BRD.“

(Es folgen 23 Unterschriften.)

Der Arbeitsausschuß stimmt mit diesen Forderungen überein und wird sie als Antrag an den für März vorgesehenen Bundeskongreß des Kulturbundes richten. Er geht in bezug auf den Status eines künftigen Verbandes der Amateurastronomen (ein Name für diesen Verband wird noch zu finden sein) darüber hinaus: Wenn das Vereinigungsgesetz der DDR beschlossen und in Kraft getreten ist, sollte geprüft werden, ob der Verband der Amateurastronomen innerhalb des Kulturbundes oder unabhängig von diesem wirken soll.

Der Arbeitsausschuß schlägt vor, diese Fragen in den kommenden Monaten in den Fachgruppen

und Arbeitskreisen zu diskutieren. Im Sommer 1990 wird eine Sondertagung aller Amateurastronomen der DDR (unabhängig von der Zugehörigkeit zum Kulturbund) stattfinden. Die Teilnehmer dieser Tagung sollen über die weitere Organisationsform entscheiden und für die dann zu schaffende Organisation einen Vorstand und ggf. einen Vorsitzenden wählen.

Damit eingeleitete Vorhaben sinnvoll realisiert werden können, wird die Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt ihre Arbeit bis dahin weiterführen. Sie betrachtet dies als eine notwendige Übergangslösung.

Arbeitsausschuß der Zentralen Kommission
Astronomie und Raumfahrt
Dr. Klaus Lindner, Vorsitzender

Notwendiger Kommentar

In gleicher oder ähnlicher Weise haben sich auch Einzelamateure telefonisch wie schriftlich an die Redaktion gewandt. Wenn wir aus Platzgründen all diese Wortmeldungen unmöglich veröffentlichen können, so sei hier doch auf einige zu bedenkende Realitäten hingewiesen, die die vorgebrachten Forderungen hinsichtlich der Zeitschrift betreffen.

• Wie aktuell kann eine Zweimonatsschrift sein?

– Die Druckerei benötigt vom Eingang des Satzmanuskriptes bis zur Auslieferung des fertigen Heftes an den Postzeitungsvertrieb reichlich drei Monate. Bis der Leser das Heft erhält vergehen dann nochmals bis zu zwei Wochen (regional differenziert). Wie aktuell wären dann z. B. heute (Mitte Dezember 1989) bei der Redaktion eingehende „Demo-Diskussionsbeiträge“, die Anfang bis Mitte Mai 1990 im Heft 2/90 beim Leser sind? Sind sie dann nicht „Schnee vom vergangenen Jahr“? Also ist „aktuell“ für eine solche Zeitschrift doch so zu akzentuieren, daß mehr auf bevorstehende Ereignisse hingewiesen wird (ohne das zu wiederholen, was schon in jedem astronomischen Kalender steht).

Aktuell bedeutet bei unserer Erscheinungsweise auch, daß wir über relativ abgeklärte Ergebnisse neuerer Forschungen informieren, während Fernsehen, Rundfunk und Tages- sowie Wochenzeitungen den jeweiligen „Hit des Tages“ (bzw. der Woche) servieren, der später durchaus noch zu korrigieren sein kann.

• Was verstehen wir bei einer populärwissenschaftlich und doch fachwissenschaftlich orientierten Zeitschrift für alle Bereiche der Astronomie unter „mehr Demokratie“ bei der Auswahl der Beiträge? Doch wohl nicht, daß künftig Heftseiten der Verbreitung der Astrologie oder der UFOlogie zur Verfügung stehen sollen.

Wenn die DDR-Amateurastronomie auch weiterhin eine – von der überwiegenden Leserschaft des In- und Auslandes – ernstzunehmende Zeitschrift unterhalten, gestalten und vertreiben will, die der Unterstützung auch der Fachwissenschaft gewiß sein kann, dann sollte an der Seriosität festgehalten werden und es darf auf den Erfahrungen und Traditionen unserer „AuR“ unbedenklich aufgebaut werden. Auch darin hat AuR bereits Offenheit bekundet, daß sie Beiträge von Amateuren veröffentlichte, deren Inhalte noch nicht „in aller Munde“ und in allen Periodika zu finden waren, denen gegenüber sich noch Viele bedeckt hielten und noch halten. So offen soll AuR von Fall zu Fall auch künftig sein. Das ändert nichts an der Tatsache, daß die Redaktion (nach Anhörung von kompetenten Gutachtern) entscheidet, welcher Beitrag zur Veröffentlichung angenommen und welcher begründet abgewiesen wird.

• Alle Mitglieder der Redaktion vertreten ebenfalls die Forderung, die Trennung der beiden Interessensgebiete Astronomie einerseits und Raumfahrt andererseits umgehend vorzunehmen und dies auch in der Zeitschrift wirksam werden zu lassen. Aber ohne die mit raumfahrttechnischen Mitteln gewonnenen astronomischen Forschungsergebnisse kann keine Informationsquelle für ein breites astronomisch-interessiertes Publikum auskommen. Eine künftige Zeitschrift für Raumfahrt könnte sich weit besser als bei AuR der speziellen Technik zuwenden, die astronomisch ausgerichtete Zeitschrift würde den freier werdenden Platz besser für Beobachtungsanleitungen ... nutzen können, so daß der seit Jahren hin- und herwogende Kampf um die paar Heftseiten auch in „AuR“ friedlich beilegbar wäre.

• Seit Arbeitsbeginn der jetzigen AuR-Redaktion hat sich die Auflagenhöhe und auch die Zahl der Abonnenten fast verdreifacht, die Zahl der ausländischen Bezieher ist konstant geblieben. Es ist also reiflich zu überlegen, ob für eine erfolgreiche Zeitschrift ein neuer Name zwingend notwendig ist. Denn: Eine Zeitschrift mit neuem

Namen (und daher neuer Bestellprozedur etc.) müßte sich ihren Leserkreis erst gewinnen; AuR hat ihn.

• Hoffentlich meinen die Freunde, die nach einer „praxisorientierten“ Zeitschrift verlangen, daß der nach Trennung von bestimmten Raumfahrtinhalten freier werdende Platz für Beobachtungsanleitung und Ergebniserwartung genutzt wird. Solche Bestrebungen wären ganz im Sinne der Redaktion. Zu warnen ist jedoch vor dem Versuch, die Inhalte der Hefte allzusehr zu spezialisieren, an denen – gemessen an der jetzigen Auflagenhöhe – nur kleine Leserkreise interessiert sind. Die Zeitschrift für alle an Astronomie Interessierten kann und darf die wichtigen Funktionen der arbeitskreisinternen und -eigenen Publikationsorgane nicht ersetzen, schon gar nicht übernehmen, soll die Gesamtauflage aller Publikationen nicht ernsthaft gefährdet werden. Vielmehr muß unser Ruf nach mehr Pluralität und Demokratie in den Belangen der Amateurastronomie lauten: Wir brauchen mehr spezielle Publikationsmöglichkeiten, hergestellt mit moderner Vervielfältigungstechnik, die eine jedermann zumutbare Druckqualität garantiert und genügend große Auflagenhöhen zuläßt, so daß sich beide Medienformen sinnvoll ergänzen. Vorausgesetzt – die Amateurastronomen unseres Landes betrachten diese eigenen Fachmedien auch für „würdig genug“, um in ihnen ihre Manuskripte veröffentlichen zu lassen! (AuR z. B. hätte in den letzten beiden Jahren durchaus mehr Manuskripte aus der Feder dieses oder jenes erfahrenen Amateurs vertragen.)

• Schließlich scheint es geraten, sich vor Selbstüberschätzung zu hüten und vordergründige Bewertungen zu unterlassen. Ebenso wie es „keine 'Amateurraumfahrt' gibt“, so gibt es natürlich auch nicht die „Amateurastronomie“. Aber die Astronomie und die Raumfahrt gibt es doch, die sowohl von Wissenschaftlern als auch von Amateuren betrieben, befördert ... werden kann, jeweils mit unterschiedlichen Zielstellungen, -richtungen und Arbeitsmethoden. Wielange der heutige Amateurstatus in der Raumfahrt noch andauert – insbesondere bei uns –, wissen wir nicht.

Um die Amateurastronomie in unserem Lande auf ein noch höheres Niveau zu bringen, bedarf es aber auch einer generell veränderten Situation im Instrumentenangebot u. zw. sowohl in der Vielfalt wie in akzeptablen Lieferzeiten. Das aber ist schon ein ganz neues Thema, dem sich „AuR“ im Jahrgang 1990 widmet.

Für die Redaktion: HEINZ ALBERT

Möglichkeiten und Ergebnisse der Röntgenastronomie

SIEGFRIED MARX

Die Röntgenastronomie ist ein sehr junges Forschungsgebiet der Astronomie, da für den Nachweis kosmischer Röntgenstrahlung außerhalb der Erdatmosphäre beobachtet werden muß. Der Bereich der Röntgenstrahlung umfaßt das Wellenlängenintervall von 0,01 nm bis 10 nm bzw. den Frequenzbereich von $3 \cdot 10^{19}$ Hz bis $3 \cdot 10^{16}$ Hz. Das entspricht nach der Beziehung $E = h \cdot \gamma = hc/\lambda$ (h = Plancksche Konstante, γ = Frequenz, λ = Wellenlänge, c = Lichtgeschwindigkeit) dem Energieintervall von 0,1 MeV bis 0,1 keV.

Die sogenannte harte Röntgenstrahlung, d. h. die energiereichste Röntgenstrahlung ($E > 20$ keV) dringt tiefer in die Erdatmosphäre ein und kann bereits 40 km bis 50 km oberhalb der Erdoberfläche nachgewiesen werden. Dafür können schon Ballonaufstiege genutzt werden. Um die weiche kosmische Röntgenstrahlung ($E < 20$ keV) zu beobachten, müssen Höhen von mehr als 100 km erreicht werden.

Die erste außerirdische Beobachtung von Röntgenstrahlung gelang 1948 mit Hilfe einer Aerobee-Rakete. Es handelt sich um den fotografischen Nachweis solarer Röntgenstrahlung.

Am 12. Juni 1962 stieg eine Nike-Rakete in 230 km Höhe. Sie hatte zwei Geigerzähler an Bord. Damit wurde die isotrope Röntgenhintergrundstrahlung entdeckt und die erste diskrete Röntgenquelle, die später den Namen Scorpius X-1 erhielt, gefunden. Mit Hilfe empfindlicher Detektoren konnte bald danach die Röntgenstrahlung des Krebsnebels, dessen Intensität etwa $1/10$ der Scorpius X-1-Intensität beträgt, nachgewiesen werden. Der absolute Röntgenenergiestrom des Krebsnebels beträgt $5 \cdot 10^{30}$ W, das entspricht dem 10000-fachen des Röntgenflusses von der Sonne.

Durch die Verbesserung der Positionsgenauigkeit der Röntgenquellen konnte Scorpius X-1 1966 mit einem blauen Stern der 13. Größenklasse identifiziert werden. Damit war eine neue Klasse von Sternen, die Röntgensterne gefunden. Ihre Röntgenleuchtkraft übertrifft die optische Leuchtkraft um mehr als das 1000-fa-

che. Mit dem Nachweis der Röntgenstrahlung der Galaxie M87 konnte 1966 erstmals extragalaktische Röntgenstrahlung beobachtet werden.

Der entscheidende Aufschwung der Röntgenastronomie begann 1970 mit der Nutzung von künstlichen Erdsatelliten für Röntgenstrahlungsbeobachtungen. Da der 12. Dezember 1970, der Tag des Starts des ersten speziellen Röntgensatelliten überhaupt von ostafrikanischem Territorium, der Unabhängigkeitstag Kenias ist, erhielt er den Namen UHURU (Freiheit in Kisuheli). Mit diesem Satelliten konnte das Energieintervall zwischen 2 und 6 keV beobachtet werden und es wurden damit 339 Röntgenquellen gefunden. Die nächsten Röntgensatelliten waren HEAO 1 und 2.

In dem sowjetischen Raumlabor KVANT, das an der Raumstation MIR arbeitet, befinden sich mehrere Geräte zum Nachweis kosmischer Röntgenstrahlung. Die HEXE (s. Tab. 1) wurde vom Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik in der BRD gebaut, PULSAR X-1 ist eine Entwicklung des Instituts für Kosmosforschung der SU und TTM eine Gemeinschaftsentwicklung der SU mit westeuropäischen Ländern.

Für den Nachweis von Röntgenquellen sind genau wie bei optischen Beobachtungen strahlungssammelnde und bildzeugende Teleskope notwendig. Reflexion von Röntgenstrahlen an polierten Metalloberflächen wurde früher nur durch „streifende“ oder Totalreflexion erreicht. Der Winkel der Totalreflexion hängt von der Wellenlänge der Strahlung ab. Er beträgt z. B. für Strahlung von 10 keV 17 Bogenminuten. Wenn nun ein Parabolspiegel für die Strahlenbündelung eingesetzt wird, so wird für die Reflexion der Strahlung einer bestimmten Wellenlänge nur ein kleiner Teil der gesamten strahlungssammelnden Fläche benutzt (s. Abb. 1).

Tabelle 1

Startdatum	Satellit
1970 Dez. 12	UHURU (Freiheit)
1977 Aug. 08	HEAO 1 (High Energy Astronomical Observatory)
1978 Nov. 13	HEAO 2 (Einsteinobservatorium)
1983 Mai 28	EXOSAT (European X-Ray Observatory Satellit)
1987 März 31	KVANT zu MIR mit HEXE (High Energy X-Ray Experiment)
	PULSAR-1
	TTM

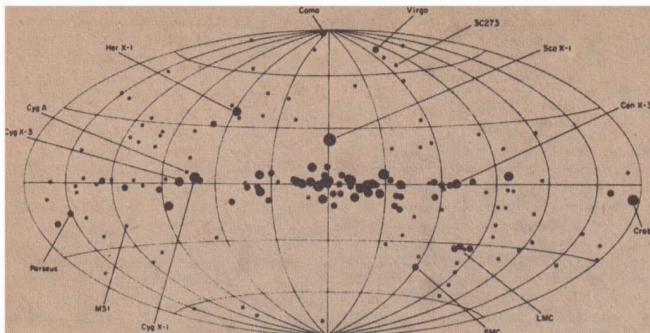


Abb. 1: Der Anblick des Himmels im Röntgenlicht (n. d. UHURU-Katalog, in galakt. Koordinaten). Die Stärke der Punkte ist proportional zum Logarithmus der Intensität, d. h. in Größenklassen.

Bei einer gesamten polierten Fläche von 5000 cm^2 sind 400 cm^2 für Strahlung von $0,25 \text{ keV}$ wirksam und 30 cm^2 für Strahlung von 4 keV .

Die Theorie der Röntgen-Teleskope wurde 1952 von Wolter entwickelt. Deshalb spricht man von „Wolter-Teleskopen“. Da nur Strahlung, die unter einem sehr flachen Winkel einfällt, reflektiert und im Brennpunkt gebündelt wird, kann man mehrere Wolter-Teleskope ineinander schachteln. Oft wird hinter den Paraboloid-sammler noch ein Hyperboloidspiegel gesetzt. Dieser leistet keinen Beitrag zur Strahlungssammlung, er verbessert nur die Strahlenkonzentration im Fokus.

In der Zeitschrift „Science“ erschien 1987 eine Arbeit, daß es gelungen ist, für die Röntgenstrahlung einen Spiegel herzustellen, der wie ein optischer Spiegel arbeitet, d. h. nicht nur unter einem sehr flachen Winkel einfallende Strahlung reflektiert. Das wurde dadurch erreicht, daß ein Glaskörper mittels Scutter-Technik abwechselnd mit Materialien niedriger und hoher Atomzahlen belegt wurde. Insgesamt wurden 15 Wolframschichten von je $0,765 \text{ nm}$ Dicke und 15 Kohlenstoffschichten von je $1,45 \text{ nm}$ Dicke aufgebracht. Dieser Spiegel reflektiert Strahlung vom extrem kurzwelligen UV bis zur Röntgenstrahlung von 2 nm Wellenlänge. Der Reflexionsgrad beträgt maximal 50% . Damit ist die Effektivität aber größer, als bei Wolter-Teleskopen mit der gleichen gesamten reflektierenden Fläche, da bei

ihnen immer nur ein geringer Flächenanteil überhaupt für die Reflexion wirksam ist. Mit einem sphärischen Spiegel von 4 cm Durchmesser und 2 m Brennweite soll eine Röntgenaufnahme der Sonne bei $4,4 \text{ nm}$ mit einer Auflösung von $5''$ bis $10''$ gelungen sein.

Mit einem ähnlichen Spiegel von $6,4 \text{ cm}$ Durchmesser und einem Öffnungsverhältnis von $f/33$, der mit Molybdän- und Siliziumschichten von wenigen Atomdurchmessern Dicke belegt ist, wird in einem schmalen Wellenlängenintervall im Röntgenbereich ein Reflexionsvermögen von 85% erreicht. Damit hat ein solcher Spiegel auch noch eine Filterwirkung und erlaubt schmalbandige Aufnahmen. Mit diesem Spiegel wurden Aufnahmen der Sonne bei $16,7 \text{ nm}$ und $18,8 \text{ nm}$ der Strahlung des acht- und neunmal ionisierten Eisens gemacht. Es konnten damit interessante Materieverteilungen, die durch solare Magnetfelder bestimmt sind, nachgewiesen werden.

Das Einsteinobservatorium (s. Tab. 1) war mit vier ineinandergeschachtelten Wolterteleskopen von 33 bis 56 cm Öffnung ausgerüstet. Der Abbildungsmaßstab betrug 1 mm pro Bogenminute, der maximale Felddurchmesser $25'$. Eine Auflösung von $2''$ wurde aber nur innerhalb eines Feldes von $5'$ erreicht.

EXOSAT war mit zwei abbildenden Röntgenteleskopen von 28 cm Öffnung ausgerüstet.

Die Röntgenteleskope müssen dann natürlich noch mit Strahlungsdetektoren gekoppelt wer-

den. Fotoemulsionen sind nur für Sonnenbeobachtungen möglich. Für alle anderen kosmischen Röntgenquellen sind sie zu unempfindlich. Die Röntgendetektoren nutzen im allgemeinen die ionisierende Wirkung der energiereichen Röntgenstrahlung. Die durch die Ionisierung entstehenden Elektronen werden dann, nachdem sie noch um den Faktor 10^4 bis 10^6 verstärkt werden, gezählt. Solche Röntgendetektoren nennt man Proportionalzähler oder Szintillationszähler. EXOSAT war z. B. mit Gasszintillationszählern ausgerüstet, die für Strahlung von 1,5 bis 80 keV empfindlich waren.

Die „HEXE“ im KVANT-Modul der MIR-Station arbeitet ebenfalls mit Szintillationszählern, allerdings für Strahlung zwischen 20 und 250 keV. Das vom Institut für Kosmosforschung der UdSSR gebaute PULSAR X-1 ist mit einem Szintillationszähler für Strahlung von 50 bis 1000 keV ausgerüstet.

Es gibt aber unterschiedliche Mechanismen für die Entstehung kosmischer Röntgenstrahlung. Nach dem Wien'schen Verschiebungsgesetz ($\lambda_{\max} \cdot T = \text{const}$) hängt die Lage des Strahlungsmaximums ($\lambda_{\max}$) von der Temperatur (T) der Strahlungsquelle ab. Für die thermische Emission von Röntgenstrahlung werden Plasmen mit Temperaturen von 10^6 K bis 10^9 K benötigt. Diese sind im Weltall tatsächlich vorhanden. Man erhält dann Röntgenstrahlung zwischen 0,1 keV und 100 keV.

Kosmische Röntgenstrahlung kann aber auch durch Linienemission hervorgerufen werden. So wurde bei 4,4 nm die elffach ionisierte Siliziumlinie in der Sonnenatmosphäre beobachtet. Auch hochionisierte Atome anderer Elemente emittieren im Röntgenbereich.

Desweiteren kann Röntgenstrahlung als Synchrotronstrahlung relativistischer Elektronen entstehen. Dies wurde z. B. bei schnell rotierenden Neutronensternen, den Pulsaren beobachtet. Obwohl die Röntgenastronomie ein sehr junger Zweig der Astronomie ist, gibt es schon sehr umfangreiche Beobachtungsbefunde, von denen hier nur eine Auswahl dargestellt werden kann. Die Auswertung des ersten UHURU-Kataloges ergab, daß die Verteilung der Röntgenquellen die typische galaktische Struktur wiedergab: ein abgeflachtes System, das mit der Galaktischen Scheibe übereinstimmt, mit Konzentrationen, die als Spiralarmgebiete interpretiert werden können (s. Abb. 2).

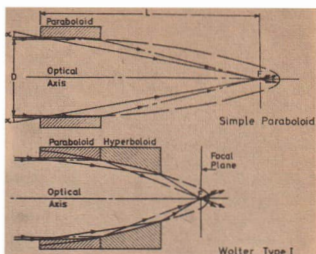


Abb. 2: Schematische Darstellung von X-Ray-Teleskopen. (a) Das einfache Paraboloid. (b) Die Paraboloid-Hyperboloid-Kombination.

Die Identifikation von UHURU-Röntgenquellen mit optischen Objekten zeigte aber auch, daß es neben den galaktischen Röntgenquellen extragalaktische gibt. Dazu gehören der Quasar 3C273, die Galaxien Große und Kleine Magellansche Wolke, der Andromedanebel und die Gebiete der Coma- und Virgo-Galaxienhaufen.

Aus den UHURU-Beobachtungen ergaben sich zwei Typen von galaktischen Röntgenquellen: die Supernovaüberreste und echte Röntgensterne, deren Röntgenleuchtkraft wesentlich größer als ihre optische Leuchtkraft ist.

Die Messungen mit dem Einsteinobservatorium, das mit wesentlich empfindlicheren Empfängern als seine Vorgänger ausgerüstet war, zeigten, daß praktisch alle galaktischen Objekte, d. h. auch alle Sterne im Röntgenbereich Energie abstrahlen, allerdings sehr wenig im Vergleich zur optischen Leuchtkraft. Tabelle 2 macht das deutlich. Als Vergleich zu den Röntgenleuchtkräften sei die optische Leuchtkraft der Sonne gegeben. Sie beträgt $4 \cdot 10^{26}$ W. Daraus folgt, daß alle norma-

Tabelle 2

Objekt	Energiestrom [W]
Hauptreihensterne	$10^{20} - 10^{22}$
Riesensterne	$10^{20} - 10^{23}$
Überriesensterne	$10^{23} - 10^{26}$
Neutronensterne	$10^{30} - 10^{31}$
Supernovaüberreste	$10^{30} - 10^{31}$
Vergleich:	
Sonne (optisch)	$4 \cdot 10^{26}$ W

len Sterne (Hauptreihensterne bis Überriesen) im Röntgenbereich wesentlich schwächer sind, als im optischen Intervall. Starke Röntgenquellen sind die Supernovaüberreste und die Neutronensterne.

Aufgrund ihrer geringen Entfernung von der Erde ist die Sonne die hellste Röntgenquelle am Himmel. Im optischen Licht strahlt die Sonne praktisch konstant. Die Schwankung der optischen Leuchtkraft ist mit $\Delta L = 0,002$ bis $0,005$ äußerst gering. Die Röntgenstrahlung zeigt dagegen mit $\Delta L = 10^4$ eine starke Veränderlichkeit. $\Delta L = 10^4$ entspricht einer Variabilität von zehn Größenklassen. Die optische Energieflußdichte der Sonne beträgt $7 \cdot 10^7 \text{ W/m}^2$. Für die ruhige Sonne wird bei 10 keV eine Röntgenenergieflußdichte von 10 W/m^2 beobachtet, die kurzzeitig auf 10^5 W/m^2 ansteigen kann.

Die Röntgenstrahlung der ruhigen Sonne ist thermischen Ursprungs mit einer Temperatur von 2 bis $3 \cdot 10^6 \text{ K}$, wie man sie in der Korona der Sonne findet. Da es sehr viele sonnenähnliche Sterne gibt, muß man bei ihnen auch eine thermische Röntgenstrahlung erwarten. Heißere Sterne mit höheren Koronatemperaturen senden kurzwelligere Röntgenstrahlung höherer Leistung. Insgesamt sind die scheinbaren Röntgenhelligkeiten der Sterne wegen ihrer großen Entfernungen aber äußerst gering.

Zur Zeit hoher Sonnenaktivität treten Eruptionen auf, die mit starken Magnetfeldern verbunden sind. Dabei werden Elektronen sehr stark beschleunigt. Diese hochenergetischen Elektronen sind dann die Ursache einer nicht-thermischen, harten Röntgenstrahlung von 30 keV hoher Intensität. Ähnliche Röntgenausstrahlung ist in Abb. 3: Die von EXOSAT aufgefundene Röntgenemission um das galaktische Zentrum ist in diesem Kontur-Diagramm dargestellt. Neben einer Reihe diskreter Punktquellen ist deutlich die diffuse Komponente, die sich auf die Scheibenebene beschränkt (Breite $b < 2^\circ$) und bis zu einer Länge von $l < 40^\circ$ ausdehnt, zu erkennen.

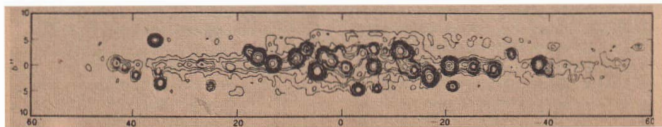
brüche müßten auch bei anderen normalen Sternen vorkommen.

Schon durch Raketenanstiege und vor allem durch die UHURU-Messungen gab es Hinweise darauf, daß es neben den diskreten galaktischen Röntgenquellen auch eine diffuse Röntgenstrahlung gibt. Dies wurde durch HEAO 1 und EXOSAT bestätigt. EXOSAT fand um das Zentrum der Galaxis (innerhalb $|l| < 60^\circ$) bei $E > 2 \text{ keV}$ einen Energiestrom der diffusen Röntgenstrahlung von 10^{31} W .

Wenn man davon ausgeht, daß es sich um echte diffuse Röntgenstrahlung handelt, gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten. Für nichtthermische Strahlung werden zur Erklärung des Energiestromes Elektronen mit 10^{14} eV benötigt, die sich im galaktischen Magnetfeld bewegen und Synchrotronstrahlung aussenden. Aus anderen Beobachtungen, z. B. der kosmischen Strahlung, folgt, daß nicht genügend Elektronen mit so hoher Energie vorhanden sind.

Wenn es sich bei der diffusen Röntgenstrahlung um thermische Emission handeln sollte, wird ein Gas mit 10^7 bis 10^8 K und einer Dichte von $3 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}$ benötigt. Das sind in jedem Fall sehr hohe Werte für interstellares Gas. Eventuell könnte ein solcher physikalischer Zustand lokal durch Schockwellen nach einer Supernovaexplosion entstehen. Insgesamt scheint aber eine echte diffuse Röntgenstrahlung unwahrscheinlich.

Der beobachtete Effekt könnte aber auch hervorgerufen werden durch eine Vielzahl nicht aufgelöster diskreter Quellen, so wie das Band der Milchstraße dem bloßen Auge als ein diffuses Nebelband erscheint. Quellen, die einen Energiestrom von mehr als $3 \cdot 10^{26} \text{ W}$ haben, würden als diskrete Quellen erkannt. Um mit schwächeren Quellen den diffusen Energiestrom von 10^{31} W hervorzurufen, sind mindestens $3 \cdot 10^4$ diskrete Quellen mit weniger als $3 \cdot 10^{26} \text{ W}$ nötig; auch eine sehr hohe Zahl. Die endgültige Klärung der Ursache der diffusen Röntgenstrahlung in Richtung zum galaktischen Zentrum steht also noch aus.



Neben den „normalen“ Röntgenquellen mit einem Energiestrom unter 10^{26} W gibt es auch „echte“ Röntgenquellen mit einem Energiestrom von mehr als 10^{29} W. Bei den „normalen“ ist der optische Fluß größer als der Röntgenfluß, bei den „echten“ Röntgenquellen ist dagegen der Röntgenfluß dominierend. Es werden drei Typen echter Röntgenquellen unterschieden: Pulsierende Röntgenquellen, Röntgenburster (Blitzer) und Supernovaüberreste.

Typische pulsierende Röntgenquellen sind z. B. Her X-1, Cen X-3 und Vela X-1. Von den bekannten pulsierenden Röntgenquellen sind ca. 60 % optisch identifiziert. Die Pulsperioden liegen zwischen 0,7 sec und 835 sec. Es wurde nur eine äußerst langsame Zunahme der Periode beobachtet. Die zeitliche Änderung beträgt $1/1000$ bis $1/100000$ der Pulsperiode. Die Röntgenleuchtkraft der pulsierenden Quellen liegt zwischen 10^{30} W und 10^{32} W. Häufig werden geringfügige Änderungen der Pulsprofile beobachtet. Zwischen diesen Änderungen und den Perioden konnten keine Korrelationen gefunden werden.

Aus den Beobachtungsdaten folgt ferner, daß die pulsierenden Röntgenquellen (Röntgenpulse) enge Doppelsterne sind. Diese Tatsache ergibt sich daraus, daß die Röntgenstrahlung neben der kurzen Pulsperiode einer zweiten, längeren Periodizität unterliegt. So beträgt z. B. bei Cen X-3 die Pulsperiode 4,84239 sec. Außerdem gibt es die sehr konstante Periode von 2,08707 Tagen. Innerhalb dieses Zeitraumes von 2,08 ... Tagen strahlt die Quelle für einen halben Tag nahezu konstant auf sehr niedrigem Niveau und 1,5 Tage konstant auf hohem Niveau. Nach optischen Beobachtungen ist das typisch für einen Bedeckungsveränderlichen. Die Röntgenquelle, die die Ursache der Pulsperiode von 4,84 ... sec ist, „verschwindet“ für einen halben Tag hinter ihrem Begleiter.

Die Tatsache, daß Röntgenpulse Doppelsterne sind, bietet die Basis für die Erklärung ihrer Röntgenstrahlung. Alle Beobachtungstatsachen sprechen dafür, daß die eigentliche Röntgenquelle in dem Doppelsternsystem ein äußerst kompaktes Objekt von etwa einer Sonnenmasse ist. Das sind typische Werte für Neutronensterne mit schneller Rotation. Da nukleare Vorgänge als Energiequelle für die Röntgenstrahlung ausgeschlossen werden können, verbleiben die Rotationsenergie des Neutronensternes oder

potentielle Energie großer Massen. Abschätzungen zeigen, daß die Rotationsenergie nur für wenige Jahre die Quelle der Röntgenstrahlung sein könnte und man deshalb eine relativ schnelle Zunahme der Pulsperiode, die Ausdruck der Rotation ist, beobachten müßte, was nicht der Fall ist. Also verbleibt nur noch die potentielle Energie als Quelle der Röntgenstrahlung. Der Begleiter des kompakten Neutronensternes ist ein Riesenstern (bei Cen X-3 handelt es sich um einen Stern von 15 Sonnenmassen und 7,2 Sonnenradien). Der Abstand der beiden Komponenten ist sehr gering (er beträgt bei Cen X-3 nur 8,7 Sonnenradien). Bei diesen Massen- und Abstandsverhältnissen füllt der Riesenstern sein Rochevolumen aus und es kann von ihm Masse auf den kompakten Begleiter überströmen. Diese Masse bildet um den Neutronenstern einen Massenscheibe, eine sogenannte Akkretionsscheibe. Aus dieser Scheibe stürzt die Materie auf die Oberfläche des Neutronensternes. Da der Neutronenstern ein starkes Magnetfeld hat, wird der Masseneinfall kanalisiert und konzentriert sich auf die beiden Magnetfeldpole. Aufgrund des Masse-Radius-Verhältnisses erreicht die einfallende Masse die Neutronensternoberfläche mit etwa 10^5 km/s. Das führt zu einer enormen Energiefreisetzung. Um einen Röntgenenergiestrom von 10^{30} W zu erzeugen, brauchten pro Sekunde nur 10^{17} g einzufallen, eine sehr kleine Masse. Die Masse unserer Erde würde Energievorrat für 2000 Jahre sein und die Erde hat nur $1/300000$ Sonnenmassen.

Die Pulsperiode ist die Rotationsperiode des Neutronensternes. Die Erscheinung der Röntgenpulse ist damit geklärt.

Neben den Röntgenpulsaren gibt es noch die Röntgenburster (Blitzer). Sie leuchten ohne Periode plötzlich und schnell auf, wobei sie ihre normale Röntgenhelligkeit um das 100fache und mehr erhöhen. Ihre Spitzenröntgenenergieströme betragen 10^{32} bis 10^{33} W. Die Röntgenausbrüche sind manchmal mit optischen Ausbrüchen gekoppelt, die dann aber einige Sekunden später auftreten. Viele Röntgenburster befinden sich in der Nähe des galaktischen Zentrums, die meisten wurden aber in Kugelhaufen gefunden. Daraus kann man den Schluß ziehen, daß es sich um alte Mitglieder der Galaxis handelt. Dafür spricht auch, daß die Röntgenburster optisch viel schwächer als die Röntgenpulse sind.

Eine weitere Beobachtungstatsache ist, daß die Ausbrüche bei einem Burster um so kräftiger sind, je länger die Ruhepausen zwischen den Ausbrüchen sind. Das legt den Gedanken nahe, daß in den Ruhepausen der Energievorrat für den Ausbruch angesammelt wird.

Das Bursterphänomen wird heute folgendermaßen erklärt. Ausgangspunkt ist ebenfalls ein Doppelstern. Eine Komponente ist ein Neutronenstern von ca. 1,5 Sonnenmassen, der Begleiter ein Hauptreihenstern von maximal einer Sonnenmasse. Vom Hauptreihenstern fließt Masse zum Neutronenstern. Dadurch wird eine Akkretionsscheibe aufgebaut, die Anlaß der kontinuierlichen, schwachen Röntgenstrahlung ist. Auf der Oberfläche des Neutronensternes wird immer mehr Materie angehäuft, die schließlich so stark verdichtet wird, daß es zu einer thermonuklearen Reaktion kommt und das angelagerte Material praktisch innerhalb von Sekunden „verbrennt“ und den Röntgenblitz hervorruft. Es handelt sich um ein langsames Entstehen einer katastrophalen Situation.

Die dritte Art von besonderen, diskreten Röntgenquellen sind die Supernoväüberreste. Dabei handelt es sich um die expandierende Hülle, die als Folge der Supernovaexplosion entsteht und den Neutronenstern im Zentrum der expandierenden Hülle. Beide Überreste können Röntgenstrahlungsquellen sein. So wurde der Krebsnebel pulsar im optischen, Radio-, Röntgen- und Gammastrahlungsbereich beobachtet. Bei der Röntgen- und Gammastrahlung handelt es sich um Synchrotronstrahlung, die von hochenergetischen Elektronen abgestrahlt wird.

Man nimmt deshalb an, daß den Neutronenstern, den Supernoväüberrest im Zentrum der Explosion, Elektronen entlang der Magnetfeldlinien verlassen. Diese erreichen wegen der schnellen Rotation mit zunehmendem Abstand vom Neutronenstern schnell nahezu Lichtgeschwindigkeit, werden dadurch zu hochenergetischen Elektronen und Quelle für die Röntgen- und Gammastrahlung. Dadurch wird dem Neutronenstern Rotationsenergie entzogen, und es wurden bei diesen Objekten auch schon Verlangsamungen der Rotation beobachtet.

Die Ursache der Röntgenstrahlung aus der expandierenden Hülle ist eine andere. Durch die Explosion läuft eine Stoßwelle in das umgebende interstellare Gas. Dadurch wird dieses auf 10^5 bis 10^6 K aufgeheizt und wird so zur Quelle thermi-

scher Röntgenstrahlung. Je nach Temperatur liegt diese im Bereich zwischen 0,1 und 100 keV. Im Zusammenhang mit Röntgenstrahlung von Supernovae soll noch kurz auf die Supernova 1987A eingegangen werden. Am 10. 8. 1987, d. h. bereits ca. sechs Monate nach ihrem Aufleuchten, wurde mit der HEXE in KVANT auf MIR Röntgenstrahlung von SN 1987A entdeckt. Diese Röntgenstrahlung kann nicht von dem möglichen zentralen Neutronenstern kommen, da die expandierende Hülle noch viel zu dicht ist und Röntgenstrahlung nicht hindurchläßt. Es wird deshalb von folgender Erklärung ausgegangen. Bei der Supernovaexplosion entsteht das Kobalt-Isotop Co^{56} . Dieses zerfällt spontan. Bei dem Zerfall werden Gammaquanten ausgesandt. Durch Vielfachstreuung in der noch dichten, expandierenden Hülle erleiden die γ -Quanten einen Energieverlust und verlassen die Hülle als relativ weiche (energiearme) Röntgenstrahlung. Der später beobachtete zeitliche Abfall der Röntgenstrahlung paßt sehr gut mit dem Co^{56} -Zerfall zusammen. Dafür spricht auch, daß die Röntgenstrahlung Ende 1988 härter als im August 1987 war. In der nun ausgedehnteren Hülle erleiden die γ -Quanten eine geringere Streuung, damit einen geringeren Energieverlust und härtere Röntgenstrahlung verläßt die Hülle. Die Röntgenastronomie ist noch ein sehr junges Gebiet der Astronomie. Sie konnte sich erst mit der Möglichkeit, extraterrestrisch zu beobachten, entwickeln. Trotzdem hat sie schon viele neue Erkenntnisse gebracht und auch ganz neue Fragen formuliert. Ihre Weiterentwicklung hängt ganz wesentlich von der Weiterentwicklung der für sie speziell notwendigen Empfangs- und Nachweisteknik kosmischer Röntgenstrahlung ab.



Information zum ESOP '90 in Jena

Das IX. European Symposium of Occultation Projects (ESOP) findet vom 24. bis 28. 8. 90 in Jena statt. Außer den beiden Tagen mit wissenschaftlichen Vorträgen sind Exkursionen nach Tautenburg, Weimar bzw. Berlin vorgesehen. Interessenten an diesen Bedeckungserscheinungen, die sich bisher nicht beim Arbeitskreis

Sternbedeckungen angemeldet haben, können weitere Informationen durch das Vorbereitungs-komitee erhalten von: Edgar Otto, Friedrichshöhe 11, Eilenburg, 7280.

*

Kometen nach Halley

Eigenschaften, Entwicklung und Herkunft vagabundierender Eiskörper des Sonnensystems nach dem Forschungsstand bis 1990

KARSTEN KIRSCH, MANFRED REICHSTEIN, JÜRGEN RENDTEL

Die letzten zehn Jahre waren von zahlreichen Aktivitäten zur Erforschung der Kometen geprägt, in deren Mittelpunkt das umfassendste astronomische Beobachtungsprojekt aller Zeiten für einen Himmelskörper, die International Halley Watch, stand.

Auf dem IAU-Kolloquium 116 „Comets in the Post-Halley Era“ im April 1989 wurde dazu eine der jüngsten Bestandsaufnahmen des Informationsgewinnes durchgeführt, der weitere folgen werden. Mit diesem Beitrag wird versucht, einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der Kometenforschung der letzten Jahre in Kurzform zu geben.

Die Fortschritte in den Erkenntnissen betreffen dabei nicht nur die Größe und Substanz der Kometen, insbesondere Halleys, sondern auch allgemeinere Aussagen zu ihrer Herkunft und Entstehung. Entsprechend ihrer herausragenden Bedeutung beginnen wir mit den neuen Erfahrungen, die uns Halleys Wiederkehr von 1986 sammeln ließ. Kaum weniger bedeutsam sind aber auch die anschließend interpretierten Studien über den Aufbau der Oortschen Wolke, über die erstaunlich häufigen Zwergkometen und über den spezifischen Verlauf der Zerfallsprozesse der ursprünglich so sonnenfern entstandenen Eiskörper, die zum interessanten Phänomen der Meteorströme führen können.

1. Was brachte Halleys Wiederkehr?

Die Aufnahmen von Halleys Kern (s. AuR 1987/1 u. 1988/1) haben zwar einerseits das Einkörper- oder Whipplesche Kometenmodell im Prinzip als richtig erkennen lassen, doch scheinen Kometen in der Regel lockerer gebaut und von unregelmäßigerer Gestalt zu sein, als gemeinhin zuvor angenommen worden war. Sie dürften also unter spezifischen Streßbedingungen durchaus zu allerdings nur sehr kurzlebigen Schwärmen auflösbar sein.

Der Durchmesser der Kometenkerne ist sehr verschieden. Der Mittelwert scheint aber über den vor Halleys Wiederkehr erwarteten Werten zu liegen. Die kleinsten beobachteten Kometen sind weniger als 1 km groß, andere erreichen vermutlich Dimensionen von über 100 km. Halley selbst hat Konturen, denen in nur grob erfaßbarer Annäherung drei Achsen von $16 \cdot 8 \cdot 8$ km zugrunde liegen. Erstaunlich ist, daß noch zwei weitere der wenigen Kometen die Aussagen über ihre Gestalt erlauben nach den Angaben von Z. Sekanina ganz ähnlich proportioniert sein sollen. So werden von ihm für Komet P/Tempel 2 je $18 \cdot 11 \cdot 7$ km und für IRAS-Araki-Alcock $16 \cdot 7 \cdot 7$ km als wahrscheinliche Durchmesser angegeben.

Es wird heute in zunehmendem Maße vermutet, daß die Kometenkerne aus Anlagerungen einzelner Kometesimals recht unterschiedlicher Größe hervorgegangen sind (sogenanntes fraktales Modell). Daraus ergibt sich bei frischen oder neuen Kometen, die also noch keiner größeren Sonnennähe ausgesetzt waren, eine sehr unregelmäßig geformte Oberfläche (Titelbild), die nach mehreren Periheldurchgängen durch Abspaltung bzw. Verschmelzung eine immer gedrungener Form annimmt.

Kometenkerne sind also vermutlich selten rund, und Achsenverhältnisse von 1:2 bis 1:3 dürften häufiger zu erwarten sein. Bei mehreren Kometen konnte die Rotation des Korns beobachtet werden. Die Rotationsdauer schwankt zwischen einigen Stunden bis zu mehreren Tagen. Noch immer sind die Rotationsangaben zu Komet Halley umstritten. Am häufigsten wird mit der Rotationsperiode von 54 Stunden gearbeitet, die vermutlich der kurzen Achse des Korns entspricht und vor allem aus den zu unterschiedlichen Zeiten erfolgten Fotos der Halley-Sonden abgeleitet wurde [1].

Die Dichte von Halleys Kern liegt mit $0,2-0,5 \text{ g/cm}^3$ deutlich unter der von Wasser. Kometen sind also sehr locker gefügte Körper. Welche Rolle, in diesem Zusammenhang gesehen, größere Hohlräume spielen, bzw. welche Stabilität sie erreichen, ist noch nicht ganz geklärt.

Halleys Albedo ist mit etwa 0,04 sehr gering. Farbe und Reflexionsvermögen erinnern an die sonnenfernsten Asteroiden und die Monde der äußeren Planeten.

Chemisch sind die Kerne aus verschiedenen gefrorenen Gasen mit silikatischen Einlagerungen aufgebaut. Das Massenverhältnis Staub/Gas ist sehr starken Schwankungen unterworfen.

Wasser bzw. Wassereis ist ein sehr wichtiger, im allgemeinen der dominante Bestandteil der Kometen. Daneben kommen hauptsächlich verschiedene Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen vor. Organische Bestandteile sind in allen Kometen enthalten. Bei Annäherung an die Sonne kommt es zur Sublimation der gefrorenen Gase, die dann auch silikatische Teilchen mitreißen und die Koma und den Schweif des Kometen ausbilden.

Neben den erwarteten silikatischen Staubteilchen wurden durch die Raumsonden-Untersuchungen bei Komet Halley auch solche registriert, die hauptsächlich aus organischen Molekülen bestehen. Sie werden nach den Symbolen ihrer wesentlichen Bestandteile als CHON-Partikel bezeichnet. Bei Sonnenbestrahlung sind sie relativ instabil und bilden eine wichtige Quelle des in der Koma gefundenen Kohlenmonoxids.

Neben den mikroskopisch kleinen Teilchen werden auch solche bis zu Größen von einigen cm freigesetzt. Diese werden auf Grund ihrer zu großen Masse weniger vom Strahlungsdruck der Sonne erfaßt und verbleiben länger in der inneren Koma. Sie zerfallen innerhalb einiger Tage. Dadurch konnte auch kein direktes Radarecho vom Kern Halleys beobachtet werden.

Beobachtungen im IR deuten darauf hin, daß auch amorphes Eis im Kern zumindest einiger Kometen vorkommt. Solches Eis entsteht nur in großer Kälte, ein Indiz dafür, daß die Entstehung mancher Kometen in sehr großer Sonnenferne erfolgte. Die Erwärmung dieses Eises im inneren Sonnensystem führt zu einem Phasenübergang und zum Freiwerden von Energie. Dadurch werden flüchtige Gase explosionsartig verdampft, eine mögliche Ursache für beobachtete Helligkeitsausbrüche.

Der Massenverlust des Kerns beim Periheldurchgang beträgt je nach Größe und Aktivität einige Mio Tonnen bis etwa 100 Millionen Tonnen. Das sind rund 0,01 bis 0,1 % seiner Gesamtmasse. Aus der Masse der Meteorströme Halleys (Eta-Aquariden und Orioniden) folgt, daß der Komet bereits seit etwa 300 Periheldurchgängen auf seiner jetzigen Bahn laufen muß.

Die Aktivität des Kometen ist nicht gleichmäßig über die Oberfläche des Kerns verteilt sondern an bestimmte Aktivitätszentren auf der jeweiligen Tagseite gebunden. Bei Halley waren das maximal 20 % der beleuchteten Seite, bei anderen (älteren) Kometen ist es noch weniger.

Nach häufigen Periheldurchgängen bzw. sonnen-nahen Bahnen mit geringer Exzentrizität kommt es zu einer gewissen Verkrustung bzw. Ansammlung schwerflüchtiger Rückstände an der Oberfläche und damit abnehmender Aktivität. Durch Aufreißen dieser „Kruste“ kann es zu plötzlicher (kurzzeitiger) Aktivitätszunahme kommen. Ein typisches Beispiel dafür ist der Komet P/Schwassmann-Wachmann 1, der bereits öfter sprunghafte Zunahmen der Helligkeit um mehr als 5^m zeigte.

2. Meteorströme und ihre Beziehungen zu Kometen

In Kometen haben wir ein Gas-Staub-Gemisch vorliegen. Die Aktivitätserscheinungen sorgen dafür, daß mit dem Gas auch merkliche Staubmengen aus dem Kern freigesetzt werden. Die Geschwindigkeit dieser Teilchen hängt hauptsächlich von der Größe des Kometen, der Sonneneinstrahlung und der Partikelgröße ab [2]. Große Teilchen ($> 1 \text{ cm}$) fallen meist auf den Kern zurück und tragen zur Ausbildung der dunklen inaktiven Oberfläche bei oder zerfallen allmählich.

Nach dem Verlassen der Koma unterliegen Staubpartikel der Gravitation der Sonne und ihrer Strahlung sowie gravitativen Einflüssen der Planeten.

Die Unterschiede in den Freisetzungsgeschwindigkeiten aus dem kernnahen Bereich sorgen für eine Verteilung der Meteoroiden entlang einer mittleren Bahn. Diese muß nicht mit der des Ursprungsobjektes identisch sein, da eine Vorzugsgeschwindigkeit (vor/nach Perihel, Tag/Nachtseite) für eine bestimmte Abweichung von der Kometenbahn sorgt. Im Falle der mit P/Halley assoziierten Ströme ist die Bahn enger als die des Kometen selbst. Die Verteilung der Meteoroiden

entlang ihrer Bahn erfordert einige zehn Umläufe. Je nach der Lage der Bahn sind solche Partikelringe unterschiedlich stabil. Ein Beispiel für einen alten, stabilen Strom sind die Perseiden mit $i = 114$ Grad. Größere Freisetzungsgeschwindigkeiten und kleinere Partikel sorgen für eine schnellere Verteilung.

Gravitative Störungen der Meteorströme beeinflussen ihre Struktur. Solche Störungen betreffen den planetennächsten Bereich des Partikelringes in besonders starkem Maße. Dadurch bilden sich ungewöhnliche Querschnitte von Meteoroidenringen. Im Falle der Orioniden und Eta-Aquariden ist es eine bänderartige Struktur, wie sie von McIntosh und Hajduk 1983 vorgestellt wurde [3]. Dieses Modell wurde von McIntosh und Jones für die Extrapolation der Stromentwicklung herangezogen [4]. Die Rechnungen bestätigen, daß die Ströme sich seit einer nahen Jupiterbegegnung vor etwa 20000 Jahren ausgebildet haben. Feinstrukturen in den Strömen können dagegen nur durch Teilchen verursacht werden, deren Freisetzung nicht mehr als größenordnungsmäßig 1000 Jahre zurückliegt.

Die Strahlungseinflüsse wirken als „Sortiereffekt“ in einem Strom. Die größeren Partikel driften durch den Poynting-Robertson-Effekt sonnenwärts, die kleinen durch den Strahlungsdruck von ihr weg.

Während die genetischen Kopplungen zwischen Kometen und Meteorströmen offensichtlich sind und geeignete Modelle zu ihrer Beschreibung vorliegen, ist dies bei der Verbindung von Asteroiden und Meteorströmen in geringerem Maße der Fall. Der wohl berühmteste dieser „andersartigen“ Zusammenhänge besteht zwischen den Geminiden und dem Kleinen Planeten 3200 Phaeton. Die Meteoroiden dieses Stromes haben eine merklich höhere Dichte ($1,06 \text{ g/cm}^3$ gegenüber z. B. $0,25 \text{ g/cm}^3$ für die Orioniden). Ihre enge Umlaufbahn führt sie bis auf 0,14 AE an die Sonne heran, wo sie Temperaturen von etwa 1100 K erreichen. Dabei schmelzen bereits Silikate. Flüchtige Bestandteile fehlen diesen Meteoroiden völlig. Gerade bei 3200 Phaeton ist die Frage nach der Möglichkeit des Erlöschens von Kometenkernen akut. Zieht man das Tisserand-Kriterium bezüglich Jupiter heran, muß 3200 Phaeton jedoch als nicht kometenartig betrachtet werden [5].

Fragen eines solchen Zusammenhanges sind damit längst nicht geklärt. Im Tauriden-Komplex

finden wir neben den Meteorströmen den Kometen P/Encke sowie mit 2212 Hephaistos, 2201 Oljato und weiteren derartigen Objekten ebenfalls eine (scheinbare?) Objektmischung vor. Es wurde neuerdings auch der Komet 1967 II Rudniki zum Tauriden-Komplex gerechnet [6, 7], was allerdings stark bezweifelt wird.

Die Beobachtung weiterer Meteorströme, die in Zusammenhang mit eher asteroidalen Objekten stehen, kann zur Beantwortung der Fragen um die Endstadien der Kometenentwicklung beitragen. Listen entsprechender Radianten wurden z. B. von Olsson-Steel publiziert [8].

Ein anderer, noch mit zahlreichen Fragezeichen versehener Umstand ist der, daß offenbar auch von (fast) parabolischen Kometen Meteorströme von regelmäßigem Auftreten vorliegen (1911 II Kies – Alpha Aurigiden; 1739 – Leo Minoriden; 1987 III Nishikawa-Takamizawa-Tago oder 1964 VIII Ikeya – Epsilon Geminiden).

3. Riesen und Zwerge unter den Kometen

Wie klein und wie groß können Kometen eigentlich sein? Auch heute tapen wir bei der Beantwortung dieser Frage noch arg im Dunkeln. Doch es gibt erstaunlich viel Neues zu berichten, und dies betrifft sowohl Informationen über bisher kaum für möglich gehaltene Riesenexemplare, als auch über jene, die sich als Zwerge oder Minikometen gegenüber dem Durchschnitt bezeichnen lassen.

3.1. Chiron: Kein Planetoid sondern ein Komet!

1988 erregten Meldungen Aufsehen, wonach der Sonderling „Chiron“, den C. Kowal erst 1977 entdeckt hatte, unerwarteterweise um etwa eine halbe Größenklasse heller geworden sei als seiner Norm entsprach. Dazu muß man wissen, daß es sich bei diesem sehr bald mit der Asteroidennummer 2060 versehenen Objekt um einen bei dunkler Oberfläche vermutlich zirka 150 bis 250 km großen Himmelskörper handelt, der auf selbständiger Bahn in etwa 50,7 Jahren die Sonne umkreist. Diese mit rund 7° zur Ekliptik geneigte Bahn ist aber relativ exzentrisch und läßt Chirons Sonnenabstand zwischen 8,5 und 18,9 AE schwanken. Gegenwärtig bewegt er sich wieder auf sein also noch innerhalb der Saturnbahn liegendes Perihel zu, welches er 1996 zu durchlaufen hat. Und eben diese Bedingung könnte die Ursache dafür sein, daß der schon seit Jahren ver-

mutete hohe Eisanteil unter seinen übrigen wohl mehr chondritischen Substanzen wieder stärker aktiviert wurde [9]. Chiron verhält sich also wie ein Komet, besser gesagt wie ein Riesenkomet, der mit den leichtflüchtigen Komponenten unter seinen Substanzen sparsam umzugehen versteht, und dessen großenbedingter Eisvorrat bei seinem vergleichsweise sonnenfernen Daueraufenthalt ihm seine Lebensdauer in der Größenordnung von Millionen Jahren verleiht.

Inzwischen haben die Entgasungsprozesse sogar schon eine von der Erde aus identifizierbare Koma entstehen lassen, und die Helligkeitszunahme hat die einer Größenklasse bereits überschritten [10]. In stark abgeschwächter Form zeigt uns 2060 Chiron damit etwas ähnliches wie der bahnverwandte, aber sonnennähere Komet Schwassmann-Wachmann 1, der sich mit 15 Jahren Umlaufzeit ständig zwischen Jupiter und Saturn bewegt und der ebenfalls für einen relativ großen Kometen von vielleicht 40 km Durchmesser oder mehr gehalten wird.

3.2. Zwergkometen im Verband der „Sonnenstreifer“

Kometen mit hochwahrscheinlich nicht zufällig sehr verwandten Bahnelementen werden seit langem als Gruppenkometen bezeichnet. Als ihre in der primären Zusammengehörigkeit wohl sicherste und auch in ihrer Mitgliederzahl reichste Gruppe sind die sogenannten „Sonnenstreifer“ zu bezeichnen. Sie haben diesen Namen auch voll und ganz verdient, denn ihr Perihel durchlaufen sie in weniger als einer Million km Abstand von der Sonne, brauchen andererseits aber wegen ihrer sehr exzentrischen Bahnellipse Jahrhunderte für einen ganzen Umlauf. Der erste Pulk, der ihre Zusammengehörigkeit erkennen ließ, erschien in einem relativ großen zeitlichen Abstand zu einem Vorläufer von 1843 vor etwas über 100 Jahren, vier von ihnen allein im kurzen Zeitraum zwischen 1880 und 1887. Auch der berühmte, durch merkwürdige Kernteilungsphänomene ausgezeichnete große „Septemberkomet“ 1882 II sowie der nur für kaum eine Minute während einer totalen Sonnenfinsternis nahe dem Rand unseres Tagesgestirns sichtbar werdende Komet vom 17. Mai 1882 gehören zu den Mitgliedern der Sonnenstreifer. Sie werden auch „Kreutzgruppenkometen“ genannt, weil Heinrich Kreutz es war, der um die Jahrhundertwende in einer mehrteiligen Studie auf ihre Gemeinsamkeiten hingewiesen hat.

Diesem Pulk vor rund 100 Jahren folgte nun seit 1945 ein weiterer, dessen Durchzug insgesamt gesehen noch keineswegs abgeschlossen zu sein braucht.

Bisher wurden neben vier von der Erde aus beobachtbar gewesen Objekten zwischen 1945 und 1970 (1945 VII, 1963 V, 1965 VIII und 1970 VI) mit Hilfe von Satelliten aber zusätzlich noch 15 Minikometen dieser Gruppe entdeckt. Die sechs ersten davon vom Satelliten „Solwind“ im Zeitraum von 1979 bis zum Dezember 1984, also bis kurz vor der willkürlichen Zerstörung dieses Satelliten im Rahmen eines SDI-Experimentes. Innerhalb des kurzen Zeitraums vom Oktober 1987 bis Juni 1989 hat dann der Solar Maximum Mission (SMM) Satellit 9 weitere Mini-Sonnenstreifer gemeldet (vgl. Tab. 1).

Gemeinsam ist den 15 Zwergen, daß sie vermutlich allesamt ihre superheiße, extrem sonnen-nahe Perihelpassage nicht überlebt haben. Jedenfalls tauchte keiner von ihnen wieder neben der Sonne während der initialen theoretischen Abflugphase auf. Gemeinsam ist diesen Splitter-Sonnenstreifern oder „Pygmy Sungrazern“ (pygmy für die Zwergvölker – Pygmäen – Afrikaner), wie sie J. Bortle nennen möchte, für die es aber noch keine besondere offizielle Typenbezeichnung gibt, noch fernerhin, daß keiner von ihnen hätte von der Erde aus wegen ihrer normalen Lichtschwäche beobachtet werden können.

Ihre absolute Helligkeit m_0 liegt in der Regel nahe den Größen 11 bis 13 und nach den bisherigen Extremwerten zwischen 9,5 und 16,5. Dennoch können sie für Stunden während der perihel-nahen Schwenkphase dicht neben der Sonne praktisch Venushelligkeit erreichen und es müssen schon Sonderbedingungen, wie die seinerzeit im Mai 1882 in Ägypten 74 Sekunden währende totale Sonnenfinsternis herrschen, damit wir darauf aufmerksam werden.

Ziehen wir Bilanz, so läßt sich über die interessante Sonnenstreifergruppe sagen, daß wir recht wahrscheinlich durch sie Zeuge des stufenweisen Zerfalls eines Riesenkometen sind, der schon vor mehreren Jahrtausenden eingeleitet worden sein kann. Die Untersuchungen von Marsden ließen nämlich schon vor über 20 Jahren (1967) erkennen, daß es zumindest zwei Untergruppen gibt und daß am wahrscheinlichsten neben einer ganzen Reihe weiterer Kandidaten der prächtige Komet von 1106 zu den geschichtlich früh registrierten Kreutzgruppenkometen gehört. Als erster

Tabelle 1: Durch Raumsonden entdeckte Kometen der Kreutzgruppe

Name	T	q	Peri	Node	i
SOLWIND 1	1979 08 30.9	0.002	72.06	350.10	142.76
SOLWIND 2	1981 01 27.1	0.005	71.98	349.97	142.74
SOLWIND 3	1981 07 20.3	0.004	73.73	352.23	143.18
SOLWIND 4	1981 11 04.6	0.008	97.20	256.00	143.70
SOLWIND 6	1983 09 25.2	0.008	78.39	357.94	143.50
SOLWIND 5	1984 07 28.5	0.004	62.28	337.30	139.14
SMM 1	1987 10 06.1	0.006	81.00	1.20	144.30
SMM 2	1987 10 18.0	0.006	81.00	1.20	144.30
SMM 3	1988 06 27.8	0.005	84.50	5.50	144.50
SMM 4	1988 08 21.8	0.006	82.50	3.00	144.40
SMM 5	1988 10 12.1	0.005	88.00	9.80	144.80
SMM 7	1988 10 24.9	0.006	88.00	9.80	144.80
SMM 6	1988 11 18.4	0.006	88.00	9.80	144.80
SMM 8	1989 06 02.6	0.006	84.72	5.54	144.63
SMM 9	1989 07 08.8	0.005	91.80	14.20	144.78

uns überlieferter Pulk könnten dann mit einigen Fragezeichen wegen der ungenauen Berichte die vier Kometen 1668, 1689, 1695 und 1702 aufgefaßt werden.

4. Oortsche Wolke und Kometenherkunft in neuer Sicht

Als Oortsche Wolke wird die etwa ein bis zwei Lichtjahre von der Sonne weg in den Raum reichende Sphäre verstanden, in der die solare Anziehungskraft bis auf Ausnahmesituationen größer ist als die der benachbarten Fixsterne und in der sich nach älteren Vorstellungen noch ein Rest von etwa ein bis zwei Milliarden Kometen aufhalten sollte. In der Frühphase der Entstehung unseres Sonnensystems dürften es vor über vier Milliarden Jahren noch viel mehr gewesen sein; aber man nahm an, daß vorzugsweise durch Fixsternbegegnungen ein großer Teil von ihnen zerstreut worden sein müßte, wobei nur der kleinere Teil bis ins zentrale Planetensystem vordrang.

Während die Gesamtmasse dieser Milliarden Kometen bis kurz vor Halleys Wiederkehr noch als kaum mit dem Mars vergleichbar veranschlagt wurde, ergaben neuere Abschätzungen die Vermutung eines in der Stückzahl rund 100 bis 1000mal größeren Bestandes, der einer Masse von bis zum Zehnfachen der Erde äquivalent sein könnte.

Außerdem unterscheidet man heute grundsätzlich eine innere, sehr dicht mit Kometen besetzte Zone der Oortschen Wolke von einer äußeren, die außer durch Fixsternbegegnungen auch sehr stark beim Durchqueren interstellarer Molekül- und Staubwolken in ihrem Kometenbestand dezimiert wird. Für diese äußere Zone stellt die

innere Oortsche Kometenwolke ein fast unerschöpfliches Ergänzungs-Reservoir praktisch seit Bestehen des Sonnensystems dar.

Noch sehr jung sind nun Berechnungen von M. Duncan, T. Quinn und S. Tremaine, wonach im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen die von den Planeten ausgehenden Bahnstörungen an den sogenannten kurzperiodischen Kometen mit Umlaufzeiten unter 200 Jahren keineswegs ausreichen sollen, um ihren bevorzugten progredien oder rechtläufigen Umlaufsinn sowie die starke Konzentration ihrer Bahnen in die Nähe der Ekliptik zu erklären [11]. Es muß also eine gewisse Vororientierung in diese Richtungen gegeben haben, und den Ausweg sieht man in der Annahme eines Stammgebietes zwischen etwa 50 und 500 AE Sonnenabstand jenseits der Neptunbahn, wo sich Kometen aus Eiskondensaten im Scheibenstadium des solaren Urnebels gebildet haben sollen. Zu Ehren von P. Kuiper, der schon um 1951 ähnliche Gedanken äußerte, wurde dieser sonnenächste Entstehungsbereich von Kometen inzwischen als Kuipergürtel bezeichnet.

Literatur: [1] Sagdeev, R. Z. et al.: Rotation Period and Spin Axis of Comet Halley. Proc. 20th ESLAB Symposium on the Exploration of Halley's Comet. ESA SP-250 2 (1986) 335-337. - [2] Gustafson, B. A. S.: Comet ejection and dynamics of nonspherical dust particles and meteoroids. *Astrophys. J.* 337 (1989) 945. - [3] McIntosh, B. A., Hajduk, A.: Comet Halley meteor stream: a new model. *Mon. Not. R. astr. Soc.* 205 (1983) 931. - [4] McIntosh, B. A., Jones, J.: The Halley comet meteor stream: numerical modelling of its dynamic evolution. *Mon. Not. R. astr. Soc.* 235 (1988) 673. - [5] Hartmann, W. K., Tholen, D. J., Cruikshank, D. P.: The relationship of active comets, "extinct" comets, and dark asteroids. *Icarus* 69 (1987) 33. - [6] Olsson-Steel, D. O.: Asteroid 5025 P-L comet 1967 II Rudnicki, and the Thuid meteoroid complex. *Observatory* 107 (1987) 157. - [7] Ziolkowski, K.: Revised orbit of comet 1867 II Rudnicki. *Observa-*

tory 108 (1988) 182. – [8] Olsson-Steel, D. O.: Theoretical meteor radiant of recently-discovered asteroids and comets, and twin showers of known meteoroid streams. *Austr. J. Astron.* 2 (1988) 93. – [9] Stern, S. A.: Implications of Volatile Release from Object 2060 Chiron. *Publ. Astr. Soc. Pacific* 101 (1989) 126–132. – [10] Hartmann, W. K. et al.: Chiron: Anomalous Brightening and Possible Cometary Activity. *IAU Colloquium* 116 „Comets in the Post-Halley Era“ Contributed Paper. – [11] Duncan, M., Quinn, T., Tremaine, S.: The long term evolution of orbits in the Solar System. *Icarus*.



Solare Eruptionen und Polarlichter

Polarlichtbeobachtungen am 13/14. März 1989

P. GRAU, S. GRAU, M. REICHSTEIN,
J. RENDTEL

1. Einleitung

Die Verbindung solarer Vorgänge mit Störungen des erdmagnetischen Feldes ist bereits seit vielen Jahrzehnten bekannt. Bartels führte 1938 zunächst für die Station Niemeck eine dreistündliche Kennziffer ein. Sie erwies sich als geeignetes Maß für den Einfluß der solaren Partikelstrahlung auf das Magnetfeld der Erde und wird seit 1939 als internationale Maßzahl Kp verwendet. Sie reicht von 0 bis 9. In unseren Breiten ist ab $K_p \geq 7$ das Auftreten von Polarlichtern möglich. Es gibt auch Ausnahmen.

Untersuchungen zeigten, daß in 1000 Drei-Stunden-Intervallen gerade einmal $K_p = 8_0$ auftritt, $K_p = 9_-$ nur unter 10000 solcher Intervalle. Die höchste Kennziffer 9_0 trat bis 1984 nur zweimal auf [4].

Polarlicht wird durch den Sonnenwind verursacht. Das Aurora-Oval befindet sich unter normalen, ungestörten Bedingungen bei 67° nördlicher (geomagnetischer) Breite in der Nacht und 77° am Tage. Dort erscheinen fast täglich Polarlichter. Soweit die „Normalsituation“.

In der Nacht vom 13. zum 14. März 1989 waren in unseren mitteleuropäischen Breiten außergewöhnlich intensive und vielfältige Polarlichter zu beobachten. Da praktisch alle Formen auftraten, halten wir eine Beschreibung für allgemein interessierend.

Den Ausführungen liegen Stichpunkte zugrunde, die bereits während der Beobachtungen angefertigt wurden. Eine fotografische Wiedergabe gelang trotz einiger Versuche wegen zu geringer Empfindlichkeit der zur Hand gewesenen Filme leider nicht. Zusätzlich wurde der Versuch unternommen, durch eiligst angefertigte Aquarelle wenigstens einen Teil der „Aurora-Impressionen“ einzufangen. Diese „Colorskizzen“ der charakteristischsten Szenen stammen von Stefanie Grau, welche nach Ansicht der beiden anderen Beobachter den tatsächlichen Befunden sehr nahe kommen (vgl. [7]), und wir glauben auch, daß sie ergänzend und – wohl auch besser als Worte – einen Eindruck vom allgegenwärtigen ästhetischen Reiz, der unser kosmisches Schauspiel begleitet, zu vermitteln vermögen.

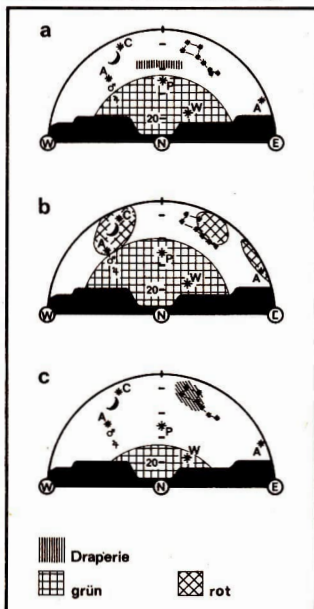
2. Die Beobachtungen

Alle hier wiedergegebenen Polarlichterscheinungen wurden im Norden von Halle (Nähe der Galgenbergschlucht) beobachtet. Die geographischen Daten lauten: 51° 30,5' N und 11° 59' E; 120 m ü. NN. Die Felsenwände der Schlucht schirmen zwar einerseits das Stadtlcht hervoragend ab, behindern aber andererseits z. T. auch die Sicht bis zu 20° über dem Horizont. In den Sternkarten-Skizzen (Abb. 1 a–c), die eine Vorstellung über die Ausdehnung der beobachteten Polarlichterscheinungen geben sollen, ist die Sichtbehinderung durch die schwarze Horizontbegrenzung gekennzeichnet. Weitere 10° des horizontnahen Himmels waren zu Beginn der Beobachtungen durch Reste einer in Auflösung befindlichen Schichtwolkendecke verhangen. Ansonsten war die Nacht zum gegebenen Zeitpunkt wegen eines Kaltluftzustromes relativ sternenklar, so daß man für die Verhältnisse in unserem Ballungsgebiet sogar von guten Sichtbedingungen sprechen kann.

Nahe dem Zenit steht der Große Bär, der Bootes mit Arktur ist in ENE aufgegangen. In NNE war später Wega zu sehen. Nordwestlich in etwa 60° Höhe steht der Mond zwischen Capella und Algol. Er befindet sich in zunehmender Phase einen Tag vor dem ersten Viertel und hatte ein außergewöhnlich helles und weißes Licht. (Ebenfalls in NW unterhalb des Mondes waren der rötliche Mars und Jupiter zu sehen.)

Der geomagnetische Index K ist ein quasi-logarithmisches Maß einer Station jeweils für 3 h-Intervalle und wird in 10 Stufen eingeteilt: Von $K = 0$ (magnetisch ruhig) bis $K = 9$ (magnetischer Sturm). Es gibt eine Reihe von Bezugsstationen in mittleren Breiten. Die obere Grenze für $K = 0$ beträgt $5nT$, die untere für $K = 9$ ist $500nT$. Der globale Index K_p wird aus den K -Werten ausgewählter Stationen (mit Wichtung nach Breite und Ortszeit) gebildet und in 28 Klassen eingeteilt. Diese werden mit $0_0, 0_+, 1_-, 1_0, \dots, 9_0$ bezeichnet.

Abb. 1: Beobachtete Polarlichterscheinungen am 13./14. März 1989 (Einzelheiten im Text).



3. Chronologie der Polarlichtbeobachtungen

22³⁰ Uhr – Abb. 2: Vom Standort in Richtung NNW wird eine auffallend gelbgrüne Streifung am Himmel erkennbar, die Stephanie Grau zuerst sieht, wodurch sie zum Initiator aller folgenden Beobachtungen wird. Es handelt sich bei den zuerst bemerkten Phänomenen offenbar um typische „Draperien“, deren an den Faltenwurf von Vorhängen erinnernden Konturen aber schon bald wieder verblassen.

Fast gleichzeitig erscheint am Nordhimmel horizonznah eine grüne Färbung, die zunächst noch lokal von einigen dunklen Wolkenstreifen verdeckt wird. Im Vergleich zu späteren Beobachtungen wirkt die schwache grüne Färbung noch irgendwie stumpf und ist nicht ganz sicher als Selbstleuchten der Atmosphäre auszumachen.

Erscheinungen ab 22.35 Uhr – Abb. 1a: Circa 20 Minuten später hat sich die grüne Färbung des Nordhimmels verstärkt, wird heller und ist nun eindeutig als selbstleuchtendes Polarlicht zu identifizieren. Dies erstreckt sich als großflächiger Halbkreis über den nördlichen Himmel und reicht – am Horizont von Wolken bedeckt – bis zum Polaris. Auch außerhalb des von der Orientierungsskizze erfaßten Bereichs, vor allem in Richtung zum Zenit, deuten sich an verschiedenen Stellen fleckenhaft schwach rötliche Verfärbungen der Atmosphäre an.

Erscheinungen um 22.40 Uhr – Abb. 3: Die „Halbkreisfläche“ gewinnt an Intensität und erreicht eine hellere, gelblichgrüne Färbung. Auch die Rotfärbung im Zenit nimmt zu und ist nun deutlicher in den Nuancen als weinrot anzusprechen. In großräumiger Verteilung lassen sich Lichtspuren erkennen, die an goldgelbe Fäden erinnern, die vom Nordhorizont bis zum Zenit verlaufen können.

Erscheinungen um 22.45 Uhr: Die weinrot leuchtenden Polarlicht-Bereiche im Zenit werden zunehmend stärker und übertreffen bald die Leuchtkraft der grünen Halbkreisfläche (oder diese verliert schon an Leuchtkraft?). Es lassen sich drei aktive Zentren unterscheiden: in ENE über dem Bootes, im Bereich des Großen Bären und im NW zwischen Fuhrmann und Perseus in Umgebung des Mondes. Das weinrote NW-Licht dehnt sich über Mars und Jupiter aus. Seine



Abb. 1: Das Gebäude der Volkssternwarte „Erich Bär“, Radeberg, wie es sich nach der Rekonstruktion präsentiert.

Zum Beitrag „Namensgebung nach Dornröschenschlaf“ (S. 29)

Abb. 2: Kuppel der Volkssternwarte bei Nacht mit den Strichspuren des Großen Wagen, aufgenommen am 2. 11. 1989 von 18.34 MEZ bis 18.44 MEZ auf Fomapan 800 mit einem Objektiv 1,8/50, das auf 4 aufgeblendet wurde.



Abb. 3: Venus und Mond am 2. 11. 1989 gegen 17.45 MEZ über Radeberg, aufgenommen vom Gelände der Volkssternwarte.

Rechts am Horizont sind die Lichter des Fernsehturms Dresden Wachwitz zu erkennen.

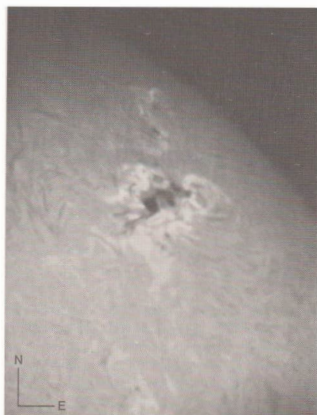
Belichtungszeit: 2 Sekunden auf NP 27 mit Tessar 3.5/ 165.





Zum Beitrag S. 15: Polarlichtbeobachtungen Texte zu diesen Abb. s. S. 18

2	
3	4
5	6





▲ Zum Beitrag v. P. Bloch, S. 19



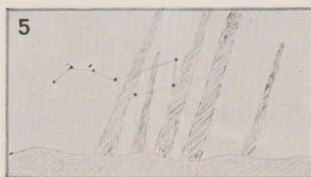
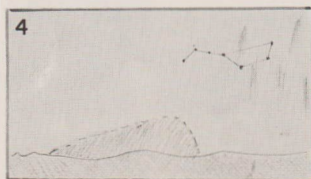
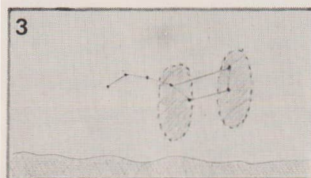
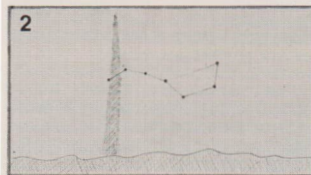
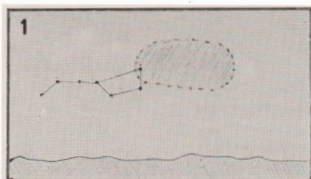
s. Text v. U. Wohlrab, S. 18 ▼



Z. Beitrag S. 20: Aufn. vom 20.10.89 um 19.40 MEZ mit MTL-5 auf NP 22-Film.

Aufn. von 19.45 MEZ; gleiches Objekt und gleicher Film. (Fotos: A. Krauschke)





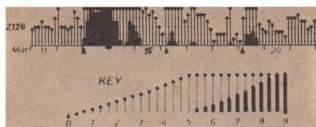


Abb. 7: Planetare magnetische Kennziffer K_p für 3 h-Intervalle (hrsg. vom Institut für Geophysik, Göttingen), und Schlüssel für die Darstellung.

Leuchtkraft ist jetzt dominierend; es treten lila und rostrote Töne auf und weißliche Streifungen, die aus dem Horizont aufsteigen und sich im Bogen nach Süden wenden.

Erscheinungen um 22.50 Uhr – Abb. 1b und 4: Das rote Polarlicht im NW erreicht seine maximale Leuchtkraft. Es überstrahlt alle bisherigen Polarlichtaktivitäten und seine Helligkeit entspricht jetzt der des Mondes, der vollkommen von weinrotem Leuchten eingeschlossen ist. Auch die weißen Streifen sind stärker geworden.

Erscheinungen um 22.55 Uhr: Die Polarlichtaktivitäten lassen schnell nach. Die grüne halbkreisförmige Fläche ist bis auf ein Restleuchten am Horizont verschwunden. Das eben noch dominierende rote Polarlicht in der Umgebung des Mondes verliert sich ebenso schnell, nur noch am Großen Bären ist ein weinroter Fleck erkennbar.

Eindrücke gegen 23.00 Uhr: Alle farbigen Polarlichtaktivitäten sind erloschen. Plötzlich und nur für etwa eine halbe Minute sichtbar, ziehen durch den Großen Wagen Bündel von weiß-grünlichen Lichtfäden. Sie verlaufen annähernd parallel zueinander vom Zenit nach N und sind nicht viel länger als die Ausdehnung des charakteristischen Sternbildes. Die Fäden scheinen mit ihren Längsachsen umeinander zu wirbeln, und der Gesamteindruck erinnert sehr an leuchtende Glasfasern. Danach sind alle Polarlichtaktivitäten erloschen. Das ruhige, sehr weiße Mondlicht beherrscht nun wieder die Szene.

Erscheinungen gegen 23.15 Uhr: Im NE werden Wolkenbänke sichtbar, die im hellen Mondlicht leicht grünlich schimmern.

23³⁰: Vom Nordhorizont ausgehend, ist erneut ein grünes, halbkreisförmiges Leuchten zu beobachten; auch rote Verfärbungen über der grünen Berandung treten wieder auf. Der um 22³⁰ Uhr beobachtete Zustand scheint sich zu wiederholen. Das Rot nahe dem Zenit wird für Minuten

stärker, dann sehr schnell wieder schwächer und verschwindet gemeinsam mit dem Grün. Bis 1⁰⁰: Es werden keine weiteren Polarlichtaktivitäten mehr beobachtet.

4. Ursachen und Hintergründe

In den Zeiten um die Sonnenfleck-*Maxima* sind große Fleckengruppen keine Seltenheit. Am 6. März 1989 erschien am Ostrand der Sonne die sehr komplexe Fleckengruppe NOAA 5395 (Abb. 5 und 6).

Sie verursachte am selben Tag ab etwa 14.⁰⁰ UT einen hochenergetischen Röntgenflare (X15 nach [3]), der auch im Weißlicht beobachtbar war (vgl. [1]). Auch an den Folgetagen ereigneten sich noch mehrere Röntgenflares und es wurde ein erhöhter Protonenfluß registriert. Am 12. März gegen 21 h UT passierte NOAA 5395 den Zentralmeridian der Sonne. Ihre Maximalausdehnung betrug in E-W-Richtung fast 110000 km, in N-S-Richtung etwa 236000 km. Zuvor, am 10. 3. um 18.⁵⁸ UT, ereignete sich erneut ein starker Flare (X4⁺S₃ 399 min lang[3]), der auch im Radiobereich bemerkenswert war ($> 20000 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ auf 8800 MHz).

Am 13. 3. um 01.²⁸ UT begann ein schwerer geomagnetischer Sturm (ssc), um 07.⁴⁵ UT war ein Maximum des Protonenflusses feststellbar und starke Typ III-Radioburste wurden abends registriert. Ab 21.²⁵ UT kam es schließlich in weiten Bereichen Europas zu den beschriebenen Polarlichtern. Ursache war das Eintreffen der Stoßfront des Röntgenflares vom 10. 3. nach 54,4 h Laufzeit. Die Meßzahl K_p erreichte in zwei Intervallen den Wert 9₀ (Abb. 7), auch am 13. 3. tagsüber bereits in zwei 3 h-Intervallen 9₊. Damit dürfte der 13. 3. 1989 einer der Tage mit stärkster Störung des Erdmagnetfeldes gewesen sein, und die Intensität und Vielfalt der Polarlichterscheinungen bestätigen dies eindrucksvoll.

Übrigens zerfiel diese aktive Region nach dem 17. 3. 1989 sehr schnell und war in den darauffolgenden Rotationen nicht mehr nachweisbar.

Literatur: [1] Bretschneider, H.: Protuberanz im weißen Licht beobachtet. *Astron. Raumf.* 27 (1989) S. 92–93. – [2] N. N.: Kurzinformationen zu Aurora vom März 1989, z. T. bildreich, in: *Sky und Teleskop*, vol. 77, 1989, S. 494, 590 u. 681 (Gallery), und vol. 78, 1989, S. 243 (Satellitenbild vom 13. März). – [3] N. N.: *Solar Geophysical Data*, Nr. 536, Pt. 1 (April, 1989). – [4] Schröder, W.: *Das Phänomen des Polarlichts*. Darmstadt, 1984. – [5] Akasofu, S.-I.: *Polarlichter*. Spektrum d. Wiss. Juli 1989, S. 44–51. – [6] Wittmann, A. D. u. Schreiber, H.: *Das Polarlicht* am 11. Januar 1989. *Sterne u. Weltr.* 3. 1989 S. 186–187. – [7]

Wittmann, A. D., Schreiber, H., Casas, R., Wöhl, H., Brandt, P. N., Vazquez, M.: Sonnenflecken und Polarlichter im März 1989. *Sterne u. Weltr.* 6, S. 354–361.

Zur Bildseite II

Abb. 2: Draperien um 22.30 MEZ

Abb. 3: Helles Segment am Nordhimmel um 22.40 MEZ

Abb. 4: Rote Aurora mit hellen Strahlen um 22.50 MEZ (Bilder: S. Grau).

Abb. 5: Chromosphärisches Bild der Sonnenflecken-Gruppe NOAA 5395 am 7. März 1989 um 09.55 MEZ mit einem 1b Flare (Aufn.: J. Rendtel, Sonnenobservatorium Einsteinurm, Potsdam).

Abb. 6: Ha-Aufnahme der aktiven Region NOAA 5395 am 9. März 1989 um 13.38 MEZ; vor und nach der Aufnahme ereigneten sich weitere Flares (Aufn. wie Abb. 5).



Daten zu den Fotos Bild-S. III mitte

Nordlicht vom 20. Oktober 1989 von UWE WOHLRAB mit Flektogon 2,4/35 auf UT21-Film; Kopie über PC7.

Bild 1 (2. Reihe links): Aufnahme in nordwestlicher Richtung gegen 20.06 MEZ. Belichtung ca. 4 min (Aufhellungen am unteren Bildrand infolge dreier Straßenlampen).

Bild 2 (rechts): Aufnahme im Norden, gegen 20.10 MEZ. Belichtung ca. 3 min.

Bild 3 (3. Reihe links): Aufnahme in nördlicher Richtung, gegen 20.15 MEZ. Belichtung ca. 4 min.

Bild 4 (rechts): Aufnahme in nordöstlicher Richtung, gegen 20.21 MEZ. Belichtung ca. 4 min.

Hinweis: Aus Platzgründen müssen in diesem vorliegenden Heft ausnahmsweise der DATA-Artikel, die Vorschau auf Heft 2/1990 und das Verzeichnis der Autorenanschriften entfallen. Die Gerüchte über eine Einstellung unserer Zeitschrift entbehren jeder Grundlage. Mit einem neuen Heftpreis ist ab Heft 4/1990 zu rechnen.

Die Redaktion

Beobachtung von Polarlichterscheinungen

Während der Beobachtung des Kometen 1989o konnten am 15. 8. 89 am Nordhimmel Leuchterscheinungen beobachtet werden, welche sich später als Nordlichter herausstellten.

Die Sichtbedingungen waren in der Zeit nach Mitternacht ganz klar, der Mond war kurz vorher untergegangen; um 3.00 MEZ zog es sich schlagartig zu.

Der Zeitpunkt des Beginns der Nordlichttätigkeit konnte nicht festgestellt werden, da die Beobachtung erst 2.20 MEZ begann. Möglicherweise traten die Leuchterscheinungen die ganze Nacht auf. Anfangs wurden die Erscheinungen für Lichtkegel von Autos oder andere künstliche Lichtquellen gehalten. Erst die Zeitungsnotiz vom 15. 8. 89 über die am 13. 8. erfolgte sehr starke Sonneneruption erhärtete die Vermutung, daß es sich um Polarlichter gehandelt hatte. Die überwiegend weiß-gelblichen Leuchterscheinungen wurden anfangs wenig beachtet. Vereinzelt traten auch bläuliche Erscheinungen auf. Rote und grüne Farbtöne wurden nicht bemerkt.

Zu den Abbildungen der Bildseite IV (linke Spalte) und dem Sonnenfoto (rechts oben):

Abb. 1: Zustand um 2.25 MEZ. Diffuse, nicht fest umrissene leuchtende Fläche, ovale Form, weiß. Leuchtet irgendwie von innen heraus. Auf die Erscheinung wurde man aufmerksam durch einen „scheinwerferähnlichen“ Lichtstrahl am nördlichen Horizont.

Abb. 2: Zustand um 2.33 MEZ. Spitz auslaufender schmaler scheinwerferartiger Leuchtstreifen. Auch die gesamte Himmelsfläche war erleuchtet (ähnlich wie beim Wetterleuchten).

Abb. 3: Zustand um 2.35 MEZ. In Ursa Major bildeten sich zwei gelblich-weiße Flecken oder Flächen. Sie waren nicht scharf begrenzt und vergrößerten sich allmählich fließend in ihrer Ausdehnung. Sie schienen zu driften und verblaßten allmählich.

Abb. 4: Zustand von 2.35 bis 2.40 MEZ: Deutlich bläulich aufflammendes Leuchten direkt am Nordhorizont, kurz danach Bildung diffuser Leuchtflächen in Ursa Major.

Die ganze übrige Himmelsfläche leuchtete, so daß man einzelne Wolken ausmachen konnte.

Abb. 5: Zustand um 2.45 MEZ. Kurz vorher weiteres blaues Aufleuchten am Nordhorizont. Bald darauf vom Horizont aufsteigende (fingerartig) strahlig-spitz auslaufende, gelblich wirkende Leuchtstreifen.

Wegen der gleichzeitigen Kometenbeobachtung wurden nicht alle Erscheinungen aufgezeichnet. Zum Schluß störte auch die Dämmerung am Osthimmel. Weitere Beobachtungen und Fotos konnten wegen der plötzlichen Bewölkung nicht mehr gemacht werden.

Das **Sonnenfoto** vom 15. August 1989 um 10.50 MEZ auf NP27-KB-Film (mit Telemotor, Exa 1a, Okularprojektion mit Okular 16-O. 1/175 s belichtet und SFO-Filter) zeigt am Westrand der Sonne die Fleckengruppe, von der die oben erwähnte starke Sonneneruption ausging, die dann die Polarlichterscheinungen auslöste.

KARL-HEINZ MAU



Polarlicht nach Schichtende

Werte Redaktion! Mit Interesse las ich in AuR 3/89 den Beitrag „Polarlicht beobachtet“ von K. Häußler. Ich habe dieses schöne Naturschauspiel gleichfalls beobachtet und auch fotografiert. Die Zeiten lagen in Halle-Neustadt jedoch anders. Als ich am 13. 3. 89 nach Schichtschluß gegen 22.40 MEZ nach Hause kam, begann dieses Ereignis. Über dem nördlichen Horizont lag so etwas wie eine Wolkenbank. Es war aber keine, da man Sterne darin sehen konnte. Über dieser dunklen Stelle begannen sich Strahlen von weiß-grünlicher Farbe auszubreiten (1. Phase; s. Bild-S. III oben links). Diese bedeckten gegen 22.50 MEZ den halben Himmel. (Leichte, hochstehende Bewölkung und Mondschein.) Diese weißgrünen Strahlen wechselten dann gegen 23 Uhr in eine herrliche karminrote Farbe (2. Phase). Dieser Zustand blieb dann im Wechsel von rot nach weiß und wieder rot bis gegen 23.15 MEZ und verblaßte, so daß gegen 23.30 MEZ nur noch ein diffuses Leuchten (weiß) am nördlichen Horizont zu sehen war. ... Mit genauen Zeiten kann ich leider nicht dienen, dazu war ich viel zu aufgeregt. ... Ich hätte mich ja schon früher gemeldet, doch nahm ich an, daß die Könnner auf dem Gebiet bestimmt besseres Bildmaterial geliefert haben. ... Vielleicht können Sie mit meinen beiden Dias etwas anfangen. Leider sind darauf die ausgeprägten Strahlen

nicht ganz scharf abgebildet, da sie einer laufenden Veränderung unterlagen und ich auf Zeitaufnahme gestellt hatte.

PETER BLOCH



Beobachtung einer für Mitteleuropa seltenen Himmelserscheinung.

Am 20. 10. 89, um 20.05 MEZ, ging ich aus meinem Wohnhaus ins Freie und bemerkte sofort, daß der Himmel im Norden ungewöhnlich hell war. Es war jedoch nicht völlig klar, größere Wolkenfelder verdeckten die Erscheinung. So konnte ich nicht gleich deuten, was diese Erscheinung darstellt.

Zwischen den Wolken strahlte der Himmel in einem purpur-roten Licht. Infolge des zur Beobachtungszeit herrschenden starken Windes verzogen sich die Wolken am nördlichen Himmel schnell. Dem Blick des Beobachters bot sich dann ein faszinierendes Schauspiel. Das purpurrote Licht, in welchem der ganze nördliche Himmel strahlte, fing an, sich an einer Stelle im Bereich des Kleinen Wagens zu konzentrieren. Anschließend bildeten sich ca. sechs bis sieben nebeneinanderstehende purpurne Säulen. Nach etwa zwei Minuten veränderten die jeweils äußersten Säulen ihre Farbe; sie ging über grün hin zu gelblich-grün. Dies dauerte aber nur etwa 30 Sekunden, dann begann sich am linken oberen Rand der purpurnen Erscheinung ein gelblich grüner leuchtender Fleck zu bilden, welcher sehr kompakt war und dessen Helligkeit ständig zunahm. Dieses helle gelbliche Objekt bildete einen sehr schönen Kontrast zu der purpurnen Erscheinung, besonders an der Grenze der Objekte.

Die purpurne Erscheinung löste sich dann in ihrer Kompaktheit auf und verteilte sich über den nördlichen Himmel bis zum Sternbild Fuhrmann. Vor das helle gelbliche Objekt zogen dann Wolken, das Licht des Objektes strahlte aber durch die Wolken hindurch. Man hatte den Eindruck der Mond befindet sich an dieser Stelle. Das gelbliche Objekt veränderte gegen 20.25 MZ seine Position und bewegte sich von seiner Ausgangsposition nordöstlich des Großen Wagens in westliche Richtung an eine Position die sich in der

doppelten Verlängerung der Deichsel des Großen Wagens befindet. Dort zeigte sich dann noch einmal für ca. 2 Minuten eine wellenförmige Struktur, bis gegen 20.40 MEZ von dem ganzen Naturschauspiel nichts mehr zu sehen war.

STEFFEN WÜNDISCH



Nordlicht-Erlebnis

Meine Beobachtungen wurden am 20. Oktober 1989 in Burow (Mecklenburg) zwischen 19.15 und 20.30 MEZ durchgeführt. Aufmerksam wurde ich auf die Erscheinung gegen 19.15 MEZ, als der Himmel ungewöhnlich hell war, obwohl die Dämmerung schon lange vorüber war. Das weiße Licht wurde immer intensiver und einzelne „Streifen“ wurden sichtbar. Nachdem feststand, daß es sich um Nordlicht handelte, fuhr ich an den Ortsrand und stellte meinen Fotoapparat auf. Da ich keinerlei Erfahrungen mit der Belichtungszeit bei Nordlichtern hatte, belichtete ich zwischen 30 Sekunden und 2 Minuten. Die Ergebnisse liegen bei und lassen einiges erkennen. (Von den acht Fotos geben wir auf Bild-S. III zwei davon wieder, s. u. – Red.)

Ich erlebte am Ortsausgang in der Dunkelheit ein einmaliges Naturschauspiel, das in seiner Intensität wohl selten vorkommt. (Meiner Meinung nach nur zu vergleichen mit einer erlebten Sonnenfinsternis.)

Vom Farbenspiel und der Pracht war ich einfach überwältigt. Regelrechte „Scheinwerfer“ roten und weißen Lichts strahlten auf. Leider hatte ich keinen Farbfilm zur Hand.

Das Nordlicht erstreckte sich fast über den gesamten Himmel. Das intensiv rot gefärbte, scheinwerferartig gebündelte Licht kam aus dem Zenit, z. T. sogar darüber hinaus. Bis zu diesem Zeitpunkt hätte ich es nicht für möglich gehalten, daß ein Nordlicht ein so intensiv tiefrotes und scharfgebündeltes Licht hervorbringt. In Horizontnähe war das Licht von weißer bzw. weiß-blauer Färbung. Schwingungen oder eine Art „Zittern“ des Lichtes waren erkennbar. Das Nordlicht war in ständiger Bewegung. Einzelne Lichterscheinungen hatten nicht länger als ein bis zwei Minuten Bestand. Bemerkenswert war gegen 20.20 MEZ eine „Wolke“ aus weißem Licht genau im Zenit. Sie hatte elliptische Form und verschwand nach einigen Minuten.

Zusammenfassend schätze ich ein, daß Nordlichter dieser Intensität sonst wohl nur in hohen Breiten zu beobachten sind. Ich kann mir jetzt die Farbenpracht intensiver Polarlichter besser vorstellen und bin glücklich, ein solches erlebt zu haben.

ANDREAS KAUSCHKE



Astronomischer Jugendclub von Polarlicht gebannt

Am Freitag, den 20. Oktober 1989, ereignete sich über dem DDR-Gebiet ein ungewöhnlich intensives Polarlicht. Es konnte dank des Aufklarens von 19.30 bis 21.00 MEZ in Radebeul beobachtet werden. Die gesamte Mannschaft hat vom Sternwartendach aus gebannt das Naturschauspiel verfolgt. Es wiederholte sich zwar am Samstag in abgeschwächter Form, doch zur betreffenden Zeit (gegen 19 Uhr) war es in Radebeul noch bedeckt.

Unsere Aufnahmen vom Freitag: Zu Beginn gegen 20.00 MEZ herrschten rötliche Formationen von maximal 30° bis 40° Ausdehnung in Höhe und Breite vor, verteilt über UMa und Auriga. Dazwischen waren manchmal kleinere Strukturen zu sehen. Später, gegen 20.25 MEZ, kamen grüne Streifen am Nordhorizont hinzu. Man konnte denken, daß dort der Mond hinter Cs-Bewölkung aufginge. Die gesamten Aufnahmen (8, von denen wir zwei auf Bild-S. IV bringen – Red.) wurden mit ein bis zwei Minuten Belichtungszeit auf NP27-Film angefertigt, was die Intensität demonstriert. Zum Ende des Vorganges (gegen 20.45 MEZ) war nur noch ein kleiner werdender grülicher Fleck westlich von UMa bis Bootes zu sehen, der bald verschwand.

Daten der zwei Aufnahmen **Bild-S. IV re. u.:** Exa 1b (2,8/50), NP27 kontrastentwickelt in A71; Abzüge der beiden Positive auf BN111 in A71 entwickelt.

THOMAS RATTEI, DANIEL OVERMANN



Intensives Polarlicht

Zeit: Sonnabend, 21. Okt. 1989 von 19.20 bis 19.35 MEZ. In Richtung Norden befand sich der hellste Teil der Erscheinung. Intensiv rötliche Färbung, die mit gelblichweißen Strahlenbün-

deln durchdrungen ist und in Richtung Zenit verlaufen.

Ausmaß der Erscheinung: Von ca. 10° über fast den gesamten Nordhorizont bis in maximal 40° Höhe reichende Fläche. In NW-Richtung war ebenfalls eine – aber viel schwächere – Erscheinung des Polarlichtes sichtbar. Die Erscheinung änderte schnell sein Aussehen. Gegen 19.35 MEZ klang die Färbung des Himmels ab.

Um 19.30 MEZ konnte außerdem ein sehr helles Meteor gesichtet werden. Radiant: Großer Bär; Helligkeit: ca. -5^m ; Rauchschweif war sichtbar. Das Meteor bewegte sich nur mit geringer Geschwindigkeit.

UWE PAMPEL



Zur Bild-S. IV, 2. Abb. v. o.: Porlarlicht-Aufnahme mit fish eye 3,5/30 auf NP27 in Golm, westlich Potsdam von $20^h20^m45^s$ MEZ bis $20^h30^m07^s$ MEZ (nachgeführt).

Intensive Erscheinung zwischen 20.00 und 20.43 MEZ mit roten Flächen im Norden und Nordosten. Grüne „Wolke“ bei Polaris, mit Schattenwurf!

JÜRGEN RENDTEL



Brief von der Volkssternwarte „Erich Bär“ Radeberg

... Übrigens haben wir in der Zeit von 18 bis 20 Uhr am 17. 11. 89 ein phantastisches Nordlicht beobachtet. Eine solch schöne Erscheinung habe ich persönlich noch nie gesehen. – Als besondere Zugabe erschien gegen 19 Uhr hoch am Nordhimmel eine Feuerkugel (ca. -3^m bis -4^m). Nur die dazugehörige Fleckenaktivität auf unserer Sonne war so weltbewegend nicht.

MATTHIAS STARK

Das Nordlicht am 17. November 1989

Am späten Nachmittag wurde der Himmel wolkenfrei. Das ließ auf einen Sternenabend hoffen. So baute ich gegen 18.30 meine Balkonbeobachtungsstation auf, um nach „meinen“ Veränderungen zu sehen. Aber noch ehe es dazu kam, fielen mir um 18.40 zwei dunkelorange-farbige Flecken auf, der eine Ursae majoris, den ganzen „Wagen“ bedeckend (Mitte ca. 18° NNW. 15° Höhe), der andere von Auriga bis Perseus reichend (40° bis 55° NNO, 20° bis 40° Höhe). Aus beiden traten nach oben kurzlebige helle weiße Strahlen heraus. Etwa nach zehn Minuten verblaßte die Erscheinung und ich konnte mein Programm beginnen. Nach der Abendbrotpause stand ich ab 20 Uhr wieder am Fernrohr. Die Sicht war nicht mehr ganz so gut wie vorher. Auch ließ der nun aufgegangene Mond den Himmel blasser erscheinen. Aber der ganze Himmelsbereich von NW bis NNO zeigte sich bis etwa 30° Höhe hell, vergleichbar einer Mitternachtsaufhellung des nördlichen Himmels im Juni, aber oben auffällig begrenzt. Gegen 20.40 wurde der Drachenkopf (ca. 45° NW, Höhe 30° bis 40°) dunkelrot, dann der Lyrabereich (ca. 80° NW, Höhe 25°), was etwa 10 Minuten andauerte. Gegen 22 Uhr begann der ganze Himmel oberhalb des hellen Horizontbereichs von NNO bis NNW dunkelorange zu leuchten bis hinauf zum Polarstern. Dieser Teil des Schauspiels wurde auch von Herrn Martin Dentel von der Schulsternwarte Bernau aus gesehen. Auch jetzt entstanden kurzlebige weiße Strahlen aus diesem Gebiet heraus. Die Erscheinung verblaßte nach etwa zehn Minuten. Noch einmal bildete sich um 22.24 für ein paar Minuten ein roter Fleck, nun im Cygnus (ca. 80° NW, Höhe 25°). Bis zum Ende meiner Beobachtungen um 23.30 gab es keine weiteren Leuchterscheinungen zu sehen.

Die Entfernung von der Sonne betrug am 17. 11. etwa 147.9 Millionen km. Die von der Sonne bei einer Eruption abgestrahlten Protonen erreichen bei einer Geschwindigkeit von mehr als 1000 km/s (Angabe siehe F. Sigel, „Schuld ist die Sonne“) nach rund 41 Stunden die Erde. Demnach könnte eine ausgedehnte, aber nur aus kleinen Flecken bestehende Gruppe, die ich am 16. 11. 89 bei einer Sonnenlänge L von 2170^4 bis 2120^1 beobachtete, für das Nordlicht verantwort-

lich gewesen sein. Am 20. 10. 89 passierte rechnerisch zwischen 0.15 und 9.20 eine große Fleckengruppe den Sonnenmeridian, die der Vorläufer der Gruppe vom 16. 11. gewesen sein könnte. Beobachten konnte ich die große Gruppe am 22. 10. 89.

Eventuell wurde auch damals ein Polarlicht ausgelöst, am Abend des 21. 10. 89. Gibt es Beobachtungen darüber?

ULRICH WITT



Starkes Polarlicht über Medzev

Ein für diese Breiten (Lage von Medzev: 21° östl. Länge, 48,5° nördl. Breite) ungewöhnlich starkes und großflächiges Nordlicht war über Medzev (Landkreis Košice – Ostslowakei) am 17. November 1989 zu beobachten. Es war ziemlich lange zu sehen. Der Verfasser beobachtete das Schauspiel in drei Zeitabschnitten und zwar von 17.55 Uhr bis 18.10 Uhr, von 19.00 Uhr bis 19.20 Uhr und von 21.55 bis 22.20 Uhr. Die Beobachtung mußte wegen der kalten Witterung zweimal unterbrochen werden (Zeiten in MEZ). Der blutrotgefärbte Himmel reichte von Nordwest bis Nordnordost mit einer Höhe von etwa 60° über dem Horizont. Bis etwa 10° über dem Horizont im Norden war der Himmel grünlich gefärbt. Bei der zweiten Beobachtung waren im Nordlicht im Nordwesten deutliche, gefächerte Strukturen, die bis in die genannte Höhe reichten, zu sehen. Auch die Intensitätsschwankung während der einzelnen Beobachtungen war deutlich. Es herrschten sehr klare Luftverhältnisse. Eine Nachfrage bei den Sonnenbeobachtern der Sternwarte in Prešov hat ergeben, daß gut zwei Tage vorher dort im Zentralgebiet der Sonne zwei nahegelegene Fleckengruppen des Typs F beobachtet worden sind. Möglicherweise ist es zwischen diesen Gruppen zu einer Interaktion gekommen, die zu einer Eruption führte, deren Folge das geschilderte Nordlicht war. Ergänzend sei noch angemerkt, daß das letzte Polarlicht in Medzev im Jahre 1957, welches der Verfasser auch gesehen hatte, beobachtet worden ist.

MATHIAS SCHMÖGNER

Zum Schluß noch ein Brief:

Polarlicht auch in Quedlinburg

... Zum Artikel „Polarlicht beobachtet“ in der AuR Heft 3/1989 möchte ich noch meine Beobachtung hinzufügen. Am 11. Januar 1989 beobachtete ich gegen 18.45 MEZ bei klarem Himmel eine leichte Rotfärbung im Bereich 5° bis 12° über dem Nordhorizont.

Die Lichterscheinung erstreckte sich zwischen Kleinem Bär (UMi) und dem Stern Albireo im Schwan (Cyg). Nahe beim Stern Wega lag das Maximum, nach Osten und Westen ließ die Helligkeit fast gleichmäßig nach. Es blieb etwa 20 bis 25 Minuten lang sichtbar mit gleichmäßiger Rotverfärbung.

Leider habe ich in diesen Tagen keine Sonnenbeobachtung durchgeführt, so daß ich die Aktivität der Sonne als Ursache für das Phänomen nicht nennen kann. ...

WALTER GRUBE



Zum mobilen Einsatz einer Fernrohrmontierung

WOLFGANG ROLOFF

Die vielfach schlechten Sichtverhältnisse am heimischen Beobachtungsplatz zwingen den beobachtenden Sternfreund, Alternativen zu finden. Ein Haupthindernis für die ungetrübte Beobachtungsfreude besteht in den Nebenlichtverhältnissen, die überwiegend von den Straßenlampen verursacht werden. Sie sind mit der größte Störfaktor der Sternfeldfotografie.

Die seit einigen Jahren bekanntgewordenen Kombinationen spezieller Lichtfilter und Aufnahmeemulsionen zur Unterdrückung des kurzwelligen Lichts können Abhilfe schaffen. Sie begrenzen den zur Verfügung stehenden Wellenlängenbereich und legen dabei den Schwerpunkt des Aufnahmelichts in Bereiche, die nicht eindeutig den gängigen fotometrischen Systemen der Astronomie zuzuordnen sind. Das ist nicht immer erwünscht.

Darum wird hier der mobile Einsatz einer Ib-Montierung des VEB Carl-Zeiss Jena beschrieben, der eine Alternative darstellt, da er es ermöglicht, Orte mit noch guten Sichtverhältnissen aufzusuchen.

Die Probleme bei der genauen Aufstellung eines Fernrohrachsensystems sind vielen Sternfreunden vom stationären Betrieb her bekannt (s. AuR 27 [1989] 1), sie wachsen im mobilen Einsatz noch an und liegen vor allem in

- den Geländegegebenheiten des Aufstellungspunktes und dessen Bodenbeschaffenheit;
- der kurzen Zeit, die bis zur Erreichung der Beobachtungsbereitschaft zur Verfügung steht;
- der geringen Starrheit eines transportablen Stativs und in der größeren Fehleranfälligkeit eines kleinen Achsensystems.

Die konstruktiven Besonderheiten müssen diese berücksichtigen und möglichst aufheben. Dabei ist die Transportierbarkeit von Anfang an zu berücksichtigen.

Bei der hier gezeigten Lösung wurde ein, trotz geringer Gewichts schon recht standsicheres, Holz-Dreibeinstativ 3v mit verschiebbaren Beinen (wie es im Vermessungswesen eingesetzt wird) konstruktiv modifiziert. Zunächst wurde die Anzahl der Beinklemmungen verdoppelt, so daß sechs Klemmen in günstigem Abstand Halt bieten.

Der Einsatz eines Zentralrohres mit oberem 20 mm-Steckzapfen zur Aufnahme der Ib-Montierung hat neben der Adaption dieser Technik die Aufgabe, zusätzliche Starrheit einzubringen, die über den Dreiecksverband mittels kleiner Spannschlösser zu den Stativbeinen hin erreicht wird. Diese Spannschlösser ermöglichen nebenher die unterschiedliche Spreizung des Stativs.

Ein weiteres Spannschloß gestattet die genau dosierte Veränderlichkeit der Länge des nach Süden weisenden Stativbeines und dient somit der Korrektur der anfänglichen Aufstellungsfehler in der Polhöhe. Solche Spannschlösser sind Zubehör im Sportboot- und Seglerbedarf.

Die nach der Kompaßorientierung nur näherungsweise erreichte Lage der Stundenachse wird mit den Bauteilen Justierblock und -hebel in die exakte Nord-Süd-Richtung gebracht. Hierbei ist der Justierblock fest mit dem Stativ, der Spannring und der in ihm sitzende Justierhebel aber mit dem Schaft der Montierung verbunden. Die

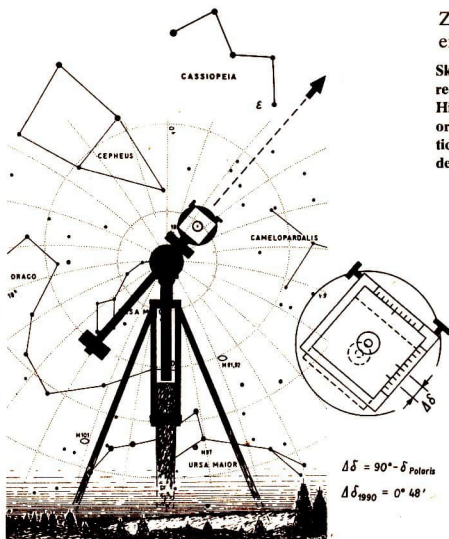
Justierschrauben arbeiten auf Druck gegeneinander, also spielfrei.

Die original vorhandene Dosenlibelle der Ib-Montierung ist im Gelände nur nützlich, wenn sie einmal bei richtiger Polhöhe und Aufstellung justiert wurde. Dann kann man Neuaufstellungen im Umkreis einiger Kilometer nach ihrem Einspielen ausführen.

Naturngemäß ist es sinnvoll, den Beobachtungsplatz nicht ständig zu wechseln, sondern die Vertrautheit mit den Gegebenheiten an einer Stelle für die zügig zu erreichende Beobachtungsbereitschaft zu nutzen. Dabei ist ein fest mit dem Montierungsschaff verbundenes Richtglas (s. Abb. 4 im Bildteil) sehr nützlich, wenn die Lage des Strichkreuzes im Geländebild festgehalten wird. Es empfiehlt sich, hierzu eine Skizze anzufertigen oder eine Marke im Gelände zu schaffen. So kann man am gleichen Ort wiederholte Aufstellungen leicht reproduzieren und gegebenenfalls von Tag zu Tag überprüfen und korrigieren.

Etwas schwieriger ist das Umsetzen des Instruments über einen größeren Breitenunterschied hinweg. Auch hier ist es vorteilhaft, von der einmal gefundenen, richtigen Justierung auszugehen und diese zumindest teilweise mit eindeutigen Beziehungen zu übertragen. Eine wesentliche Information ist dann die rechtzeitige Kenntnis des Breitenunterschieds der Beobachtungs-orte, möglichst auf die Bogenminute genau. Sie ermöglicht, die Polhöhen-einstellung schon vor der Reise zu verändern, wobei die weitere Beziehung zur Dosenlibelle zu sehen ist. Wer diese Arbeit mit Hilfe eines Meßinstrumentes erledigt, kann große Annäherung erzielen; das erleichtert die weitere Verfahrensweise.

Auch die Justierung der Stundenachse im Meridian kann vorbereitet werden. Im hier beschriebenen Fall der Arbeit mit der Ib-Montierung wurden die Möglichkeiten des Leitrohres und des mit ihm verbundenen Okularkreuzschlittens genutzt und die Lage des wahren Himmelspols und des Polarsterns an den Skalen des Kreuzschlittens kenntlich gemacht. Da Polaris 1990 um $0^{\circ}48'$ in der Deklination vom Pol abweicht, kann er auf einfachste Art nur im Stundenwinkel 0^{h} und 12^{h} , also direkt über oder unter dem Pol zur Ausrichtung im Meridian genutzt werden. Für den praktischen Gebrauch ist das zu selten. Sind aber die zu den anderen Extremlagen des Polsterns 6^{h} und 18^{h} gehörigen Skalenablesungen festgelegt, dann ergeben sich zunächst zwei weitere Mög-



Zum mobilen Einsatz einer Fernrohrmontierung

Skizze zum Justierverfahren mit Blick von Süd zum Himmelspol und der Lageorientierung der Deklinationsachse entsprechend dem Stand des Polarsterns.

lichkeiten und dazwischen beliebig viele durch Berechnung für jeden Zeitpunkt.

-Man kann auch anders vorgehen: Je nach östlicher oder westlicher Lage des Polarsterns zum Pol wird die Deklinationsdifferenz von 48' im linearen Maß an der Horizontalskala des Kreuzschlittens eingestellt. Sie beträgt bei 1100 mm Brennweite 14 mm (für das Jahr 1990). Dann wird das Fernrohr auf die Deklination 90° gerichtet und die Deklinationsachse in die Lage des Großkreises mit der Rektaszension von Polaris gebracht. Dieser Großkreis führt in die Nähe von ε Cassiopeiae. Es genügt die augenscheinliche Orientierung. Der Polarstern ist dann durch Drehung um den 20 mm-Steckzapfen des Stativs auf das Strichkreuz zu bringen. Voraussetzung ist, daß das Instrument frei vom Kollimationsfehler ist, d. h., die optische Achse des Fernrohrs steht senkrecht zur Deklinationsachse. Die Restungenauigkeiten werden mit der bekannten Scheiner'schen Methode, die für sich allein angewendet wesentlich länger dauern würde, beseitigt. Der

Verfasser benötigte im Herbst 1989, während des Beobachtungsaufenthaltes am NAO Bulgariens auf dem Roschen, ca. 20 Minuten, um diese Justierarbeiten durchzuführen und erfolgreich zu fotografieren. Der Justierzustand blieb für die Gesamtdauer von einer Woche unverändert.

✱

Berichtigung zum DATA-Beitrag „Sonnenfinsternisse“, Teil 2

Im AuR-Heft 3/1989 muß es auf Seite 82 unter „3. Zusätzliche Daten“ in der 10. Zeile richtig heißen:

$$u^2 = a^2 + b^2.$$

Wir bitten unser Versehen bei der Korrektur entschuldigen zu wollen.

Die Kometen der Jahre 1987 und 1988

KARSTEN KIRSCH

Im Hinblick auf die Neu- und Wiederentdeckungen war das Jahr 1987 das bisher erfolgreichste überhaupt. Insgesamt 33mal wurden Kometenentdeckungen an das Telegrammbüro der IAU gemeldet und mit einer vorläufigen Bezeichnung versehen. Bei Kometen ist dabei die Jahreszahl der Entdeckung und ein fortlaufender kleiner Buchstabe üblich, der dann die Reihenfolge der Entdeckung bzw. der Meldung an die Telegrammzentrale angibt. Das Alphabet gibt aber nur 26 Buchstaben her. Deshalb mußte dieser Modus erweitert werden. Bereits auf der IAU-Tagung im November 1985 in Indien wurde darüber beraten. Als Bedingung gilt, daß man an Hand der Bezeichnung sofort erkennen soll, worum es sich bei dem Objekt handelt. Die Jahreszahl mit einem fortlaufenden Großbuchstaben bezeichnet z. B. Supernovae, die Jahreszahl mit zwei Großbuchstaben (manchmal auch noch eine Ziffer dahinter) stehen für neue Planetoiden. Für Kometen soll im Fall von mehr als 26 Entdeckungen im Jahr das Alphabet wieder bei a beginnen und eine 1 dahinter stehen. Der 27. Komet des Jahres 1987 wäre also 1987a1, dann käme 1987b1. Sollten einmal mehr als 52 Kometen entdeckt werden, würde der 53. dann die Bezeichnung Jahreszahl und a2 bekommen. Bei den 33 Kometen des Jahres 1987 handelt es sich um 17 periodische Kometen die wiederentdeckt werden konnten und 16 Neuentdeckungen (in der Tabelle mit * gekennzeichnet) von denen vier ebenfalls periodische sind.

Amateurastronomen waren in neun Fällen erfolgreich, auch das ist ein neuer Rekord.

Während des Jahres 1988 wurden insgesamt 18 Kometen entdeckt oder wiederentdeckt. Damit blieb dieses Jahr deutlich hinter dem bisherigen Rekordjahr 1987 zurück.

Zum damaligen Rekord von 33 Kometen trugen in erster Linie die 17 periodischen Kometen bei, die erwartet und wiederentdeckt wurden. 1988 waren es dagegen nur drei derartige Objekte. Von den 15 Neuentdeckungen (in der Tabelle mit * gekennzeichnet) war für Amateure vor allem 1988a Liller interessant, der über einen längeren Zeitraum hinweg beobachtet werden konnte.

Drei Kometen wurden durch Amateurastronomen entdeckt, alle durch systematische Kometensuche.

In Tabelle 1 sind neben der vorläufigen Bezeichnung des Kometen, die Angaben zum Entdecker, Tag, Koordinaten und Helligkeit der Entdeckung, der Zeitpunkt der Perihelppassage, die Periheldistanz und die größte visuelle Gesamthelligkeit des Kometen gegeben.

Zu einigen Kometen hier noch ergänzende Bemerkungen:

1987c: Dieser Komet hat eigentlich fünf unabhängige Entdecker, alles japanische Amateurastronomen. Einem Beschluß der IAU zufolge, werden bei Kometen jedoch maximal drei Namen angegeben. Die Entdeckungsmeldung des vierten Beobachters (Mitsuma) erreichte nur 20 Minuten nach der von Tago die Telegrammzentrale der IAU.

1987g: Die Wiederentdeckung des Kometen erfolgte bereits am 29. Dezember 1986. Da das Objekt auf den Aufnahmen äußerst lichtschwach war, warteten die Entdecker erst noch eine Bestätigungsaufnahme ab, die sie am 25. Januar 1987 durchführen konnten.

1987i: Auch dieser Komet wurde erst nach Bestätigungsaufnahmen am 17. März an das Telegrammbüro der IAU gemeldet.

1987o: Es handelt sich hier um den neunten Kometen, den Carolyn Shoemaker (gemeinsam mit Eugene Shoemaker) entdeckte. Damit ist sie die Frau mit den meisten Kometenentdeckungen und überholte die bisherige Rekordhalterin Caroline Herschel. Beachtlich ist auch der kurze Zeitraum. Ihren ersten Kometen fanden die Shoemakers 1983. Kometenentdeckungen sind dabei Nebenprodukt bei der Suche nach Planetoiden.

1987s ist der 13. Komet des australischen Amateurs und immer steht sein Name allein. Bradfield ist damit der erfolgreichste Kometenentdecker unseres Jahrhunderts und wird nur übertroffen durch: Jean-Louis Pons (1761–1831) mit 22, William R. Brooks (1844–1921) mit 18 und Edward E. Barnard (1857–1923) mit 14 Entdeckungen. Gefolgt wird Bradfield von Leslie Peltier, Minoru Honda und Antonin Mrkos mit je 12 Entdeckungen.

1987b1: Gefunden wurde der Komet erst am 18. Oktober, konnte aber auf Aufnahmen des Entdeckers bis 9. Oktober zurückverfolgt werden.

1987 cl: Der eigentliche Entdecker ist James Scotti, der den Kometen bereits am 29. Dezember 1986 mit dem 0.91 m Teleskop am Kitt Peak Observatorium beobachten konnte. Das Objekt war aber äußerst lichtschwach, so daß erst eine Bestätigungsaufnahme abgewartet werden mußte.

1987 g1: Die Entdeckungsmeldung kam zunächst von den Shoemakers. Nach ersten Bahnrechnungen zeigte sich, daß der Komet identisch ist mit einem am 25. Oktober von Paul Jensen (Kopenhagen) beobachteten diffusen Objekt. Jensen wurde nachträglich als Mitentdecker aufgenommen.

1988 a: William Liller ist ein erfolgreicher Novajäger aus Chile. Auf Fotografien für das Nova-Suchprogramm PROBLICOM entdeckte er den Kometen.

1988 d: Die Bahn dieses Kometen ist eigentlich typisch für kleine Planeten. Mit 0.32 ist die Exzentrizität ziemlich niedrig und auch $q = 2.4$ AE fällt in den Planetoidengürtel.

1988 e, 1988 g: Die Bahnen dieser beiden Kometen sind bis auf die Perihelzeit fast identisch. Die Unterschiede betragen in Knoten, Perihellänge und Bahnneigung weniger als 0.2 Grad und in der Periheldistanz weniger als 0.005 AE. Die Kometen laufen praktisch in der gleichen Bahn mit 76 Tagen Abstand voneinander. Die Vermutung eines gemeinsamen Mutterkörpers wird durch Rechnungen von Z. Sekanina (Jet Propulsion Laboratory) bestätigt, die Teilung des Kometen fand schon in hunderten Astronomischen Einheiten Sonnenabstand statt.

1988 j: Es handelt sich um den vierten Kometen des kalifornischen Amateurs. Wie auch bei seinen beiden vorigen Kometen kam dieser der Sonne ziemlich nahe, bis auf etwa 20 Millionen Kilometer. Die Helligkeitsprognosen klangen phantastisch, 0 bis -1 mag. wurden erwartet. Wie jedoch häufig bei solch sonnennahen Objekten blieb auch dieser weit hinter den Berechnungen zurück. Vor dem Periheldurchgang war bereits ein Defizit von einigen Größenklassen zu verzeichnen und danach fiel er innerhalb weniger Wochen unter 20 mag. Die beiden einzigen Aufnahmen nach dem Perihel überhaupt gelangen Michael Jäger, einem Amateur aus Österreich.

1988 l, 1988 m, 1988 n, 1988 p, 1988 q: Der Solar Maximum Mission Satellit wurde 1980 gestartet und 1984 durch die Besatzung von STS-11 (Challenger) repariert. Im Sommer 1988 wurden auf

Fotos der Sonnenkorona vom Oktober des Vorjahres zwei Kometen entdeckt, fünf weitere dann auf Aufnahmen von 1988. SMM setzt damit die Entdeckungen von SOLWIND fort, der es auf sechs neue Kometen brachte.

Alle diese Objekte haben sehr ähnliche Bahnelemente. Die Gruppe wurde benannt nach Heinrich Kreutz, der als erster die Zusammenhänge vor rund 100 Jahren erkannte. Die sehr gestreckten Bahnellipsen führen die Kometen bis auf etwa 0.005 AE an die Sonne heran, was in Folge der thermischen und gravitativen Belastung zur Teilung größerer und völligen Auflösung der kleineren Kometenkerne führt. Wegen der sehr kleinen Periheldistanz werden die Kometen häufig auch als „Sonnenstreifer“ bezeichnet. Die Umlaufzeiten betragen einige hundert Jahre, allerdings konnten bisher bei keinem „Sonnenstreifer“ Beobachtungen aus zwei Periheldurchgängen sicher nachgewiesen werden. Gesicherte visuelle und fotografische Beobachtungen liegen bisher zu neun solcher Kometen vor, der bekannteste der letzten Zeit ist 1965 VIII Ikeya-Seki. Mit Hilfe der Satellitentechnik konnten nun bereits 13 weitere, allerdings viel kleinere Objekte dieser Art gefunden werden. Keiner von ihnen hat die enge Begegnung mit der Sonne und den damit verbundenen Streß überlebt.

Weitere aktuelle Bemerkungen zu Kometen der letzten Jahre

1987 XXIX Bradfield zeigte zwischen dem 15. und 25. Februar 1988 einen sehr schönen Gegenschweif. Am 11. und 13. Januar wurde sein Kern von manchen Beobachtern länglich oder aus zwei Komponenten bestehend gesehen. Diese mögliche Kernteilung ist jedoch umstritten, andere Beobachter konnten dergleichen nicht feststellen.

1987 VII Wilson hatte Anfang Februar 1988, also zehn Monate nach dem Periheldurchgang, eine Kernteilung. Diese wurde zuerst mit dem 2.2 m Teleskop auf Mauna Kea und später auch von anderen Sternwarten beobachtet.

1984 XIV P/Wild 2: Das Jet Propulsion Laboratory der NASA hat jetzt diesen Kometen als Ziel für eine mögliche CRAF (Comet Rendezvous Asteroid Flyby) Mission gewählt. Das ursprüngliche Ziel war P/Tempel 2, mußte aber wegen Geldmangel gestrichen werden. Wenn es im Etat 1990 Geld für CRAF gibt, könnte der Start im

Oktober 1994 erfolgen, die Ankunft bei P/Wild 2 wäre im Februar 2001. Zwischendurch würden einige Asteroiden aus der Nähe betrachtet.

1987 X P/Grigg-Skellerup: Auch dieser Komet wird vielleicht durch eine Raumsonde erforscht. Die ESA wird die Halley-Sonde Giotto im Februar 1990 einer genauen Überprüfung unterziehen. Nach der Analyse der Daten vom Halley-Encounter ist die Sonde noch weitgehend funktionsfähig, auch die anfänglich totgeglaubte Kamera arbeitet noch. Das mögliche Rendezvous mit P/Grigg-Skjellerup wäre dann im Sommer 1992.

1985 III P/Honda-Mrkos-Pajdusakova + 1985 XIII P/Giacobini-Zinner: Auch für die beiden japanischen Halley-Sonden werden neue Missionen erwogen. Nach Bahnkorrekturen im letzten Jahr werden beide zur Erde zurückkehren und können zu neuen Zielen geschleudert werden. Sakigake könnte im Februar 1996 bis auf 10000 km an P/H-M-P und im November 1998 bis auf eine Million km an P/G-Z herankommen.

1986 III P/Halley war im Mai 1988 etwa 17 mag hell und hatte noch eine Koma. Zu dieser Zeit war er 8.4 AE von der Sonne entfernt. Rund

50 CCD-Aufnahmen mit dem 1 m Teleskop der ESO wurden zu einer Aufnahme mit fast 12 Stunden Belichtungszeit addiert und dabei Sterne und Bildfehler gelöscht. Der Kern zeigte die 23. Größenklasse, die Helligkeit schwankte rotationsbedingt um den Faktor 2. Er befand sich exzentrisch in einer Koma mit 45 Bogensekunden Durchmesser (300000 km). Vor dem Perihel war die Koma erst bei 5 AE Sonnenabstand sichtbar.

1987 VII IRAS-Araki-Alcock ist $16 \cdot 7 \cdot 7$ km groß und rotiert in 2.14 Tagen. Nur 0.2 bis 1 Prozent der Oberfläche waren aktiv. Zu diesem Ergebnis kommt Z. Sekanina nach der Auswertung aller verfügbaren Beobachtungen in verschiedenen Spektralbereichen.

1987 g P/Tempel 2: Auch hier hat Sekanina die Größe des Kerns bestimmt: $18 \cdot 11 \cdot 7$ Kilometer. Damit ist jetzt für drei Kometen die Kerngröße relativ genau bekannt (Halley $18 \cdot 7 \cdot 8$). Bei aller gebotenen Vorsicht scheint sich doch eine Durchschnittsgröße und Form anzudeuten. (!!!)

Literatur: Intern. Astron. Union Circ. 1987 Nr. 4292–4525. – dto. 1988 Nr. 4530–4698. – Marsden, B. G., Catalog of cometary orbits. New Jersey 1983 und 1986. – ders., Minor Planet Circ. 1987 Nr. 11614–12815.

Vorläufige Bezeichnung und Name	Entdecker und Institut bzw. Teleskop	Tag, Koordinaten und Helligkeit	Periheltermin	q	m _{max}
1987a • Levy	David Levy, Tucson, Arizona 40 cm Reflektor	Jan. 5 17 ^h 18 ^m +11 ^o 20' 10 ^m	1986 Dez. 17.5	0.9 AE	10 ^m
1987b • P/Wiseman-Skiff	Jennifer Wiseman, Brian Skiff, Lowell Obs., Anderson Mesa Station	Jan 19 7 44 -0 14 14	1986 Nov. 22.8	1.5	14
1987c • Nishikawa-Takamizawa-Tago	Noboru Nishikawa, Kesao Tagamizawa, Akihiko Tago, Japan, 15 cm Refl.	Jan. 19 0 2 + 5 0 9	1987 März 17.3	0.9	7
1987d • Terasako	Masanori Terasako, Hamamatsu, Japan, 15 cm Feldstecher	Jan 24 23 16 -30 32 8	1986 Dez. 24.9	0.4	7
1987e P/Wild 3	Tom Gehrels, James V. Scotti, 0.91 m Tel., Kitt Peak, Arizona	Jan 29 14 16 + 3 3 19	1987 Sep. 1.1	2.3	15
1987f P/Bus	dies.	Jan. 29 7 21 +18 40 19	1987 Dez. 19.5	2.2	17
1987g P/Tempel 2	dies.	Dez. 29 11 20 +12 53 20	1988 Sep. 16.7	1.4	8
1987h P/Howell	Alan Gilmore, Pamela Kil-martin, Mount John Univ. Obs., N. Seeland	März 6 19 48 -22 4 18	1987 Apr. 14.5	1.6	13
1987i P/Klemola	James Gibson 1.5 m Tel. + CCD, Mt. Palomar	Feb. 16 18 41 -14 15 19	1987 Juli 22.6	1.8	12
1987j • Torres	Carlos Torres Cerro el Roble, Chile	März 28 13 52 -49 10 15	1987 Apr. 10.3	3.6	14

1987k	P/d'Arrest	K. J. Meech, D. C. Jewitt 2.1 m Tel. + CCD, Kitt Peak	März 31 10 29	+ 18 39 23	1989 Feb. 4.1	1.3	8
1987l	P/Reinmuth 2	James Gibson 1.5 m Tel. + CCD, Mt. Palomar	Apr. 11 19 40	-24 56 19	1987 Okt. 25.7	1.9	15
1987m	P/Brooks 2	ders.	Apr. 11 21 29	-10 37 20	1987 Okt. 16.5	1.8	13
1987n	P/Harrington	Tom Gehrels, James V. Scotti, 0.91 m Tel., Kitt Peak, Arizona	Mai 1 19 33	-15 58 20	1987 Okt. 31.8	1.6	15
1987o	Shoemaker	Carolyn und Eugene Shoe- maker, 0.46 m Schmidt, Mt. Palomar	Apr. 25 16 48	+ 6 30 16	1986 Nov. 17.2	5.5	16
1987p	P/Borrelly	Alan Gilmore, Pamela Kilmartin, Mount John Univ. Obs., N. Seeland	Juni 5 0 33	-29 8 19	1987 Dez. 18.3	1.4	7
1987q	P/Russell 2	P. Jakabson, J. Johnston	Juli 1 20 18	-40 52 20	1987 Jul. 4.1	2.2	15
1987r	P/Reinmuth 1	Tom Gehrels, James V. Scotti 0.91 m Tel., Kitt Peak, Arizona	Juli 22 3 32	+11 31 20	1988 Mai 9.9	1.9	17
1987s	Bradfield	William A. Bradfield Australien	Aug. 11 14 10	-23 21 9	1987 Nov. 7.3	0.9	5
1987t	P/Jackson-Neu- min	James Gibson 1.5 m Tel. + CCD, Mt. Palomar	Juli 25 4 44	+12 46 18	1987 Mai 24.5	1.4	15
1987u	Rudenko	Michael Rudenko 15 cm Refr., Amherst, Massachusetts	Aug. 21 14 8	+34 0 10	1987 Okt. 9.5	0.6	7
1987v	P/Gehrels 1	James V. Scotti 0.91 m Tel., Kitt Peak, Arizona	Aug. 29 4 9	+26 37 17	1987 Aug. 10.2	3.0	17
1987w	P/Helin	Eleanor F. Helin 1.22 m Schmidt, Mt. Palomar	Aug. 24 1 22	+ 4 2 17	1987 Aug. 12.1	2.6	16
1987x	P/West-Kohou- tek-Ikemura	James V. Scotti 0.91 m Tel., Kitt Peak, Arizona	Sep. 27 9 52	+26 53 17	1987 Juli 27.3	1.6	14
1987y	Levy	David H. Levy 20 cm Newt., Arizona	Okt. 11 14 38	+17 18 9	1987 Sep. 9.2	0.5	9
1987z	P/Shoemaker- Holt	Carolyn und Eugene Shoe- maker, Henry Holt, 0.46 m Schm., Mt. Palomar	Okt. 18 1 7	+ 8 50 14	1988 Mai 21.3	3.1	14
1987a1	P/Mueller	Jean Mueller, 1.22 m Schmidt, Mt. Palomar	Okt. 18 1 13	+12 26 17	1987 Dez. 5.1	2.7	17
1987b1	McNaught	Robert McNaught, 85 mm Teleobj., Australien	Okt. 9 13 31	-56 16 9	1987 Dez. 11.9	0.8	7
1987c1	P/Longmore	James Gibson, 1.5 m Tel. + CCD, Mt. Palomar	Nov. 3 10 27	+33 39 20	1988 Okt. 12.2	2.4	17
1987d1	Ichimura	Yoshimi Ichimura 12 cm Feldstecher, Japan	Nov. 22 3 58	-19 12 9	1988 Jan. 10.1	0.2	2
1987e1	P/Tempel 1	James V. Scotti, 0.91 m Tel., Kitt Peak, Arizona	Okt. 27 8 53	+25 19 21	1989 Jan. 4.5	1.5	14
1987f1	Furuyama	Sigeru Furuyama, Ibaraki, Japan 30 cm Newt., fot.	Nov. 23 5 12	+24 27 12	1988 März 3.1	1.7	9
1987g1	Jensen-Shoe- maker	Paul Jensen, C. und E. Shoemaker 0.46 m Schmidt, Mt. Palomar	Nov. 24 0 18	- 0 37 17	1988 Jan. 18.8	3.3	17
1988a	Liller	William Liller 0.2 m Schmidt, Vina del Mar, Chile	Jan. 11 23 ^b 51 ^m	-28 ^o 18'11 ^m	1988 März 31.1	0.8	6 ^m

Vorl. Bezeichnung und Name	Entdecker und Teleskop	Tag, Koordinaten und Helligkeit	Perihelitermin	q	m _{max}
1988b • Shoemaker	Carolyn und Eugene Shoemaker 0,46 m Schmidt, Mt. Palomar	Jan. 23 10 28 +35 02 16	1987 März 19.9	5.0	16
1988c • Maury-Phinney	Alain Maury, Jeff Phinney 1,22 m Schmidt, Mt. Palomar	Feb. 15 10 34 +34 14 18	1987 Dez. 26.7	1.9	18
1988d • P/Hartley 3	Malcolm Hartley, 1,2 m Schmidt, Siding Spring	Feb. 19 10 12 -03 01 16	1987 Juli 15.9	2.4	16
1988e • Levy	David H. Levy, 0,4 m Refl., Tucson, Arizona	März 19 21 30 +16 12 11	1987 Nov. 30.0	1.2	11
1988f • P/Finlay	Alan Gilmore, Pamela Kil-martin Mount John Univ. Obs., Neu Seeland	Apr. 21 23 26 -06 22 17	1988 Juni 06.1	1.1	14
1988g • Shoemaker-Holt	C. und E. Shoemaker, Henry Holt 0,46 m Schmidt, Mt. Palomar	Mai 13 22 18 +24 03 11	1988 Feb. 14.2	1.2	11
1988h • Shoemaker-Holt-Rodriguez	Carolyn Shoemaker, Henry und R. Holt, Tim Rodriguez, 0,46 m Schmidt, Mt. Palomar	Juni 11 20 15 +18 22 13	1989 Juni 12.4	2.5	10
1988i • P/Churyumov-Gerasimenko	James Gibson, J. Pedersen 1,5 m Tel. + CCD, Mt. Palomar	Juli 6 18 26 +24 13 18	1989 Juni 18.4	1.3	14
1988j • Machholz	Don Mochholz, 27 × 120 Feldstecher, San Jose, Cal.	Aug. 6 04 41 +00 39 9	1988 Sep. 17.6	0.2	9
1988k • P/Kopff	E. Alvarez, M. Belton, K. Meech, 2,2 m Tel., Mauna Kea, Hawaii	Feb. 11 08 42 +19 20 22	1990 Jan. 20.4	1.6	12
1988l • SMM 3	Solar Maximum Mission Satellit Koronographen-Kamera	Jun. 27 06 20 +22 46 -1	1988 Juni 27.8	0.0	-1
1988m • SMM 4	derselbe	Aug. 21 09 57 +12 02 -3	1988 Aug. 21.8	0.0	-3
1988n • SMM 5	derselbe	Okt. 11 13 03 -07 31 -4	1988 Okt. 12.1	0.0	-4
1988o • P/Ge-Wang	Y.-I. Ge, Q. Wang 0,6 m Schmidt, Xinglong Station, China	Okt. 11 03 04 +06 31 16	1988 Mai 23.7	2.5	16
1988p • SMM 6	Solar Maximum Mission Satellit Koronographen-Kamera	Nov. 18 15 33 -19 53 1	1988 Nov. 18.4	0.0	1
1988q • SMM 7	derselbe	Okt. 24 13 52 -12 22 -4	1988 Okt. 24.2	0.0	-4
1988r • Yanaka	Tetsuo Yanaka, 25 × 150 Feldstecher, Japan	Dez. 29 16 36 +1 08 9	1988 Dez. 11.8	0.4	9



Namensverleihung nach Dornröschenschlaf

FRANK SCHÄFER,
MATTHIAS STARK

Jubiläen sind Anlaß, Rückschau zu halten. Der 25. Jahrestag der Einweihung der Radeberger Volkssternwarte war dazu angetan, dies kritisch zu tun. Auf Anregung des 1981 verstorbenen Sternfreundes Erich Bär

entstand bereits 1951 ein Astronomieverein in unserer Stadt. Zwei Jahre später wurde die Kulturbundfachgruppe Astronomie ins Leben gerufen. Mit Unterstützung dieser Gruppe entstand die erste Radeberger Sternwarte als Privateinrichtung weit vor den Toren der Röderstadt. Nach Aufgabe der Einrichtung aus privaten Gründen wurde 1956 der Bau einer größeren Einrichtung in Stadtnähe angeregt. Nachdem 1959 das Projekt erarbeitet war, begann 1961 der Bau im damaligen Nationalen Aufbauwerk (NAW). Zahlreiche Radeberger Sternfreunde wie H. D. Naumann, H. G. Schröder sowie Betriebe legten mit Hand an.

Der erste Bauabschnitt wurde am 6. Juni 1964 der Nutzung übergeben. Dieser bestand aus einer 3 m Kuppel, einem Vorraum und einem Arbeitsraum für ca. 15 Personen. Der geplante Weiterbau im zweiten und dritten Bauabschnitt blieb wegen Desinteresse der

Stadtväter bis heute aus. Ebenso fehlt noch immer Wasser- und Abwasseranschluß.

Das Instrumentarium der Sternwarte bestand zur Zeit der Einweihung aus privaten Geräten Erich Bär's, der auch die Leitung der Einrichtung übernahm. Öffentliche Veranstaltungen und Himmelsbeobachtungen im Rahmen der Fachgruppe sowie Exkursionen standen auf dem Programm. Schon bald nach begonnener Nutzung der Einrichtung durch den Astronomieunterricht kam es zwischen dem Lehrer und dem Sternwartenleiter zu Meinungsverschiedenheiten, die soweit führten, daß Erich Bär, der Begründer unserer Sternwarte, durch Einbau eines neuen Schlosses im wahrsten Sinne des Wortes ausgeschlossen wurde. Er gab die Einrichtung auf und somit wurde die Leitung der Sternwarte dem Astronomielehrer übergeben. Unverständlich bleibt bis heute die Haltung der verantwortlichen Stellen zu diesem Vorfall. Unter der neuen Leitung wurden neue Instrumente angeschafft, so unter anderem drei Cassegrain-Teleskope 150/2250 sowie ein Refraktor 100/1000. Seit Anfang der siebziger Jahre schlief dann die Sternwarte einen tiefen Dornröschenschlaf. Außer schulastronomischen Aktivitäten geschah kaum etwas an der Sternwarte, amateurastronomisch wurde nicht gearbeitet. Anfang der achtziger Jahre wurde von uns ein Astronomischer Jugendclub gegründet, da eine Beschäftigung über den Rahmen der Schüler-AG hinaus an der Sternwarte nicht möglich war. Nach längerem Bemühen wurde uns die Mitnutzung der Sternwarte ermöglicht. Große Unterstützung erhielten wir von Seiten der Abt. Volksbildung beim örtlichen Rat sowie dem Kulturbund. Im Jahre 1986 gab der Lehrer für Astronomie die Leitung der Sternwarte endgültig auf.

Im Rahmen der wieder arbeitenden FG Astronomie im Kulturbund entschlossen wir uns 1987 zu einer umfangreichen Rekonstruktion der Sternwarte im Rahmen der VMI. Neuer Putz, neue Fenster und neugestaltete Räume prägen jetzt das Gesicht der Einrichtung.

Das Jubiläum der Sternwarte wurde im Juni 1989 mit der Durchführung einer Bezirksastronomietagung zum Thema „Astrofotografie“ begangen. Zur Ehrung und zum Andenken an unseren Sternfreund Erich Bär wurde am 25. Oktober 1989 dieser Name an unsere kleine Sternwarte verliehen. Der Geist, den der am 7. Mai 1905 geborene Erich Bär in unsere Fachgruppe hineintrug, soll und wird durch uns weiterleben. Seine lange Zeit in Vergessenheit geratene Arbeit für die Astronomie, seine Liebe zur Sternkunde soll durch diese Namensverleihung gewürdigt werden.

„Die Sternwarte ist meine Lebensaufgabe“ stellte er 1966 in einem Interview fest. Leider war es ihm nicht vergönnt, in seinen letzten Lebensjahren die Sternwarte noch einmal zu betreten. Wir sind aber überzeugt, daß wir mit unserer Arbeit an der Einrichtung ganz in seinem Sinne tätig sind.

Dazu gehört auch die Öffentlichkeitsarbeit an unserer Volkssternwarte, die viel neues, unkonventionelles bereithält.

So führen wir wöchentlich öffentliche Beobachtungsabende, die erfreulichen Zuspruch finden, durch. Ausgewählte Probleme der Astronomie werden einmal monatlich in einem „Öffentlichen Fachgruppenabend“ behandelt.

Das Einspielen elektronischer und klassischer Musik über eine Tonanlage in die Kuppel während öffentlicher Beobachtungen soll die emotionale Wirkung für unsere Besucher erhöhen. Sie stellt für uns eine neue Komponente der Öffentlichkeitsarbeit dar.

Der Einsatz elektronischer Musik in unserer Volkssternwarte soll an zwei weiteren Beispielen veranschaulicht werden. So erarbeiteten wir, einer Anregung der Zittauer Sternfreunde folgend, ein 45minütiges Programm, das unter dem Namen „Super slide show“ zahlreiche Besucher fasziniert. Dabei handelt es sich um

eine Reise durch den Kosmos zu den Klängen elektronischer Musik und Classic-Rock mit vielen Farblichtbildern. Erfolgreich war dieses Programm z. B. schon im Planetarium der Volkssternwarte Radebeul zu sehen. Weiterhin werden während öffentlicher Führungen Tonbandeinspiele mit elektronischer Musik durchgeführt.

Eine echte Selbstbeteiligung unserer Besucher ist ebenfalls möglich. Kürzlich konnte z. B. jeder Besucher unter Anleitung an den Instrumenten der Sternwarte sein „persönliches“ Mondfoto anfertigen. Auch die amateurastronomische Arbeit kommt nicht zu kurz. Unsere Mitarbeiter sind auf vielen Gebieten der Liebhaber-astronomie tätig. So arbeitet unser Sternfreund Frank Wächter aktiv im Arbeitskreis Planeten mit. Zahlreiche hervorragende Zeichnungen des Jupiter sind durch ihn schon entstanden. Sternbedeckungen durch den Mond werden von den Sternfreunden Uwe Szczepurek und Matthias Stark beobachtet, welcher ebenfalls regelmäßig Sonnenbeobachtungen durchführt. Im Arbeitskreis Kometen arbeitet Sternfreund Frank Schäfer mit.

Desweiteren entstanden einige theoretische Arbeiten an unserer Sternwarte, so z. B. zur Geschichte der Astrofotografie, zur Biografie B. H. Bürgels und zur Verwendung von Entwicklern im Fotolabor des Astroamateurs.

Auch die Anleitung einer Schüler-AG und die Veröffentlichung von Beiträgen zur Astronomie in der Lokalpresse gehören zu unserer Arbeit.

Das besondere Interesse der Radeberger Sternfreunde liegt jedoch auf dem Gebiet der Astrofotografie. So ist es nicht verwunderlich, daß unter Leitung von Frank Schäfer ein Arbeitskreis Astrofotografie im Bezirksfachausschuß Astronomie und Raumfahrt Dresden in diesem Jahr seine Arbeit aufgenommen hat.

Dieser Arbeitskreis (AKA) wurde am 3. Juni 1989 auf der thematischen Bezirksstagung Astrofotografie in Radeberg gegründet und soll eine bisher vorhandene Lücke in der amateurastronomischen Arbeit schließen. Viele Sternfreunde sind auf den verschiedensten Gebieten astrofotografisch tätig, ohne jedoch in einem speziellen Arbeitskreis (Sonne, Kometen ...) mitzuwirken. Diese Amateure in einem Gremium von Gleichgesinnten zu erfassen, ist nun Ziel dieses AKA.

In erster Linie dient der Arbeitskreis dem Erfahrungsaustausch unter den Sternfreunden und der Anleitung ihrer astrofotografischen Arbeit. Für die Leitung des AKA konnten wir erfahrene Astrofotografen, so Dietmar Kittä, Wolfgang Schwinne und Achim Grünberg, gewinnen. Es besteht auch eine recht gute Zusammenarbeit mit dem KSO Tautenburg und der Sternwarte Sonneberg. Sie dient hauptsächlich der fachlichen Unterstützung unserer Arbeit, soll aber, wo dies möglich ist, auch Unterstützung der Feuchte durch Amateurbesucher sein. Daß dies möglich ist, wurde schon mehrfach durch aktive Sternbeobachtung bewiesen.

Das Hauptaugenmerk in unserer Tätigkeit legen wir auf eine möglichst häufige fotografische Sonnenbeobachtung. In der kurzen Zeit, die der Arbeitskreis existiert, wurden hier schon sehr gute Ergebnisse erreicht. Diese Ergebnisse werden dem AK Sonne

zur Verfügung gestellt. Eine ähnliche Zusammenarbeit wird mit dem AK Kometen realisiert. Alle im AKA eingehenden fotografischen Beobachtungen von Kometen werden an die Zentralstelle dieses Arbeitskreises weitergeleitet.

Auch alle anderen fotografischen Beobachtungen unserer Mitglieder werden gesammelt, archiviert und wenn möglich, einer Auswertung zugänglich gemacht. Dazu werden vom AKA spezielle Meldevordrucke herausgegeben. An erster Stelle steht aber nicht die Auswertbarkeit unserer Aufnahmen, sondern vielmehr die Freude an der amateurastronomischen Tätigkeit und an gelungenen, ästhetisch schönen Fotos. So wird zur Zeit eine Ausstellung erarbeitet, die die schönsten Aufnahmen unserer Mitglie-

der zeigen wird. Diese Ausstellung wird in Dresden am Altmarkt und an verschiedenen Sternwarten unseres Bezirkes zu sehen sein.

Damit auch der Erfahrungsaustausch nicht zu kurz kommt, werden Exkursionen und jährliche Zusammenkünfte des AK organisiert. So führte uns am 10. 11. 1989 eine Exkursion an die Sternwarte Sonneberg, um einerseits den Fachleuten ein wenig über die Schulter sehen zu können und andererseits Aufgaben der gemeinsamen Arbeit von Fach- und Amateurastronomen zu beraten.

Für 1990 ist ein zentrales Jugendlager Astrofotografie und eine Anleitung für aktive Beobachter am KSO Tautenburg geplant.



IMC '89 und 1. Generalversammlung der IMO

Vom 5. bis 8. Oktober 1989 trafen sich in Balatonföldvár (Ungarn) 67 Amateure und Berufsastronomen aus elf Ländern zur International Meteor Conference '89. Die DDR war mit vier Mitgliedern des Arbeitskreises Meteore präsent. Mit den Vorträgen „Zuordnung von visuell beobachteten Meteoriten zu Meteorströmen“ (R. Koschack), „Feuerkugel-Raten“ (J. Rendtel) und „Das Nationale Feuerkugelüberwachungsnetz der DDR“ (A. Knöfel), der Ausrichtung des „Visual Workshop“ (Leitung: R. Koschack) und Kurzbeiträgen zur 1. Generalversammlung der IMO beteiligten sie sich am umfangreichen Tagungsprogramm.

Ein Schwerpunkt der IMC '89 war die Festlegung von einheitlichen Methoden zur visuellen Beobachtung und Auswertung, die nach Vorträgen, zum Teil kontroversen Diskussionen und des Workshop zu diesem Thema gefunden werden konnten. Diese Methode der visuellen Beobachtung wird schon seit einigen Jahren in vielen Ländern (darunter auch in der DDR durch den AKM) angewendet und ermöglicht den direkten Vergleich von Beobachtungen aus den verschiedensten Regionen. Es fanden weiterhin Workshops zur teleskopischen Meteorbeobachtung und zur Nutzung von Computern bei der Auswertung und Archivierung von Beobachtungsdaten statt.

Besonders aufmerksam verfolgten die Anwesenden den Vortrag von Alexandra Terentjeva (AdW der UdSSR) über Hauptprobleme der visuellen Meteorbeobachtung. Dabei ging es um die Wichtigkeit der Beobachtung und der Berechnung der räumlichen Teilchendichte der kleinen Ströme. Außerdem wurde die große Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit betont. Nur durch diese ist es möglich, Aussagen über die Struktur von Meteorströmen zu erhalten. Abschließend ging die Referentin auf die seltenen, bei Feuerkugeln auftretenden Staubschweife ein, die durch die Sonne (bei Sonnendepressionen von 12° ... 18° ähnlich wie bei Leuchtenden Nachtwolken) angestrahlt werden. Desweiteren wies sie auf die „blue meteor trains“ hin, die durch Luftionisation oberhalb von 100 km entstehen.

Eine noch recht junge Methode zur Registrierung von Meteoriten durch den Einsatz von Videotechnik stellte Marc C. de Ligne (Niederlande) vor. Mit Hilfe relativ einfacher Verstärker wird ein Signal erzeugt, das es ermöglicht, Meteorite bis + 7^m sicher zu erfassen. Außerdem kann durch die Bildfolge (ähnlich wie beim Einsatz eines Shutter) die Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung des Meteors bestimmt werden und (das sollte nicht unterschätzt werden) es sind genaue Bahnvermessungen möglich.

Stark beachtet wurde auch ein Vortrag von Gennadij V. Andreev (Universität Tomsk, UdSSR) zur Untersuchung des Tunguska-Ereignisses; eine Einladung zu Expeditionen mit ausgewählten

Zielen in das betreffende Gebiet wurde mit Interesse entgegengenommen.

Internationale Zusammenarbeit spielt bei der Gewinnung wissenschaftlich verwertbarer Beobachtungen auch bei Amateurastronomen eine große Rolle. Daneben sind natürlich gute Kontakte mit Fachastronomen notwendig, wenn die Beobachtungsergebnisse der Amateure nutzen. Außerdem geht es um Hinweise für Projekte und eine fachliche Anleitung. Auf dem Gebiet der Meteorastronomie gibt es diese Zusammenarbeit schon seit längerer Zeit. Um diese Kontakte noch zu forcieren, wurde am 1. Mai 1988 die International Meteor Organization (IMO) gegründet. Mitglieder sind sowohl Amateure als auch Berufsastronomen auf dem Gebiet der Meteorastronomie. Der IMO wurde die Unterstützung der Kommission 22 der IAU zugesagt.

Innerhalb der IMC '89 fand die 1. Generalversammlung dieser Organisation statt. Die provisorische Leitung der IMO wurde entlastet und die gewählte Administration nahm für die folgenden vier Jahre ihre Arbeit auf. Erster Präsident ist Jürgen Rendtel (DDR) und erster Generalsekretär Paul Roggemans (Belgien). Im Concil sind 17 Amateure und Fachastronomen aus Australien, Belgien, der BRD, Großbritannien, Japan, Kanada, den Niederlanden, Ungarn und der UdSSR vertreten. Die durch die IMO gewählten Direktoren von Fachkommissionen stellten ihre Programme vor: Visuelle Kommission – Ralf Koschack (DDR), teleskopische Kommission – Malcolm Currie (Großbritannien), Feuerkugeldatenzentrum (FIDAC) – André Knöfel (DDR), Radiokommission – Jeroen van Wassenhove (Belgien), Computerkommission – Christian Steyaert (Belgien).

In Gesprächen zwischen den Vorträgen, in den Pausen und während einer Exkursion nach Tihany wurden viele Kontakte geknüpft und weitere gemeinsame Arbeiten (z. B. eine verstärkte Zusammenarbeit der Fotonetze der BRD und der DDR) verabredet. Mit großer Mehrheit wurde beschlossen, in Zukunft solche Veranstaltungen jährlich durchzuführen. Die IMC '90 wird vom 6. bis 9. September 1990 in Violau b. Augsburg (BRD) stattfinden.

ANDRÉ KNÖFEL



Samuel Heinrich Schwabe Apotheker – Astronom – Botaniker

Stadt und Kulturbund Dessau hatten am 27. Oktober 1989 zu einem wissenschaftlichen Kolloquium in das „Leipziger Torhaus“ eingeladen. In würdigen Rahmen wurde in dieser Veranstaltung des Mannes gedacht, der als Entdecker des Sonnenfleckenzyklus gilt und dessen Geburtstag sich am 25. Oktober 1989 zum 200. Male jährt.

Nach der Eröffnung des Kolloquiums sprach zunächst der Direktor des Museums für Stadtgeschichte über die Zeit, in der Schwabe geboren wurde, sowie über sein Leben und Wirken in Dessau. Der Heimatstadt ist Schwabe bis an sein Lebensende treu geblieben. Er verstarb im Alter von 86 Jahren und ist mit seiner Frau auf dem Historischen Friedhof begraben. Das Lebenswerk dieses bedeutenden Forschers wurde und wird von der Stadt Dessau anerkannt, indem sie nicht nur seinen Nachlaß pflegt, sondern auch eine Apotheke und die Astronomische Station in der Peterhofstraße nach ihm benannte.

Anschließend sprach Dr. Jürgen Hamel von der Archenthal-Sternwarte Berlin über die Bedeutung Schwabes als Entdecker der Sonnenfleckenperiode. Schwabe war ein äußerst fleißiger Beobachter und muß wohl jeden Sonnenstrahl genutzt haben, um



Postkarte zum 200. Geburtstag von S. H. Schwabe. Auf dem Sonnenbild ist eine Fleckengruppe dargestellt, wie sie Schwabe am 15. März 1858 zeichnete.

mehr als 300 Beobachtungen jährlich zu bekommen. In der Diskussion wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, daß er vielleicht doch Helfer hatte. Wie dem auch sei, nur aus der Gruppenzahl und den fleckenfreien Tagen erkannte er die Sonnenfleckenperiode in guter Näherung von etwa 10 Jahren. Wird die Schwankungsbreite der Zykluslänge berücksichtigt, so ordnet sich dieser Wert sehr gut dem von Wolf abgeleiteten und noch heute üblichen Wert von 11,1 Jahren ein.

Am Nachmittag besuchten die Teilnehmer des Kolloquiums die Samuel-Heinrich-Schwabe-Ausstellung im Museum für Naturkunde und Vorgeschichte. In übersichtlicher Anordnung waren Dokumente und Geräte aus Schwabes Leben und seiner Zeit ausgestellt. Auch konnten eine Broschüre über Schwabes Leben und Wirken sowie Postkarten und Briefe mit einem Sonderstempel erworben werden (s. Abb.).

Über moderne Vorstellungen zum Verständnis der Sonnenflecken und des Aktivitätszyklus sprach Dr. Jürgen Kurths vom Zentralinstitut für Astrophysik. Dem Teilnehmerkreis entsprechend stellte der Referent allgemeinverständlich sehr gut die Erscheinungsformen auf der Sonne und neue Auffassungen zur Entstehung der Sonnenflecke und ihrer Statistik dar. Fand Schwabe die zyklische Dynamik der Sonnenfleckenperiode heraus, so werden heute mit Hilfe der nichtlinearen Dynamik und von Überlegungen zum deterministischen Chaos die Beobachtungsdaten analysiert. Das Prinzip dieser mathematischen Methode ist in [1] beschrieben.

Schwabe war aber nicht nur Astronom, sondern von Beruf Apotheker und trug mit botanischen Forschungen zum Verständnis der Flora des Landes Anhalt bei. In zwei abschließenden Vorträgen wurde dem Rechnung getragen.

Eine gelungene Veranstaltung für die der Stadt und dem Kulturbund Dessau sowie den Amateurastronomen dieser Stadt gedankt sei.

WILLI SCHULZE

Literatur: [1] J. Kurths: Mathematische Methoden der Datenanalyse. In: Die Sterne 65 (1989), 243.



Kalendermedaille erhältlich

Eine interessante Kalendermedaille, die dem Übergang vom 2. zum 3. Jahrtausend unserer Zeitrechnung gewidmet ist, bietet der VEB Präwema Markneukirchen seit Beginn diesen Jahres allen Interessenten an. Bereits Ende des 17. Jahrhunderts wurden die ersten Medaillen dieser Art entwickelt. Sie sind besonderen



kalendrischen Ereignissen gewidmet und gehören mit ihren Prägebildern zu den Zeugen ihrer Zeit. Verwendet wurden sie u. a. als Geschenke und zur Werbung.

Die neue Kalendermedaille ist in poliertes Kupfer geprägt. Auf der Vorderseite gibt es die Regeln für die beweglichen Feiertage eines Jahres und deren Daten zwischen 1990 und 2009 an. Die Rückseite stellt das Sonnensystem und die Position der Planeten am 1. 1. des Jahres 2000 dar.

Die Gravur gestaltete Ernst Jarosch, den astronomischen Inhalt erarbeiteten die Mitarbeiter der Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“ in Rodewisch. Die Medaille ist im Einzelhandel zum Preis von 30,45 Mark nur an dieser Einrichtung erhältlich. Käufer adressieren ihre Bestellungen an die

Schulsternwarte, Rützengrüner Str. 41 A, Rodewisch, 9706.



Jugendlager „Astrofotografie“

Der Arbeitskreis Astrofotografie im Bezirk Dresden organisiert in Zusammenarbeit mit den Sternwarten Jonsdorf, Zittau und Radeberg im Zeitraum vom 13. bis 21. Oktober (Herbstferien) ein Jugendlager zum Thema „Astrofotografie“. Willkommen sind Interessenten aus allen Teilen unseres Landes, die Interesse an der Fotografie des Sternhimmels und an der Laborarbeit haben. Die Altersgrenze beträgt 14–18 Jahre, die Teilnehmerzahl ist auf 15 begrenzt. Die Übernachtung erfolgt in einer Blockhütte in Jonsdorf in der romantischen Umgebung des Zittauer Gebirges. Zur Verfügung stehen die Instrumente der Sternwarten Zittau und Jonsdorf, die Laboreinrichtung der Sternwarte Zittau sowie ein weiteres Fotolabor in Jonsdorf. Neben Vorträgen zur Astrofotografie, der Laborarbeit und praktischen Beobachtungen sind weiter geplant: eine Exkursion zur Sternwarte Gröbitz, Wanderungen durch das Gebirge, sportliche Betätigung sowie die Teilnahme an einer öffentlichen Veranstaltung der Sternwarte Zittau. Mitzubringen sind auf alle Fälle ein Herz für die Astrofotografie, gute Laune und die eigene Fotoausrüstung.

Die Teilnahmemeldungen nimmt ab sofort die Volkssternwarte „Erich Bär“, Stolpener Straße, PF 84-40, Radeberg, 8142 entgegen.

Wir bitten um folgende Angaben: Name, Vorname, Anschrift, Alter, bisherige Teilnahme an Jugendlagern, besondere Interessen und Vorschläge für eigene Kurzreferate.

Die Bearbeitung der Teilnahmemeldungen erfolgt unabhängig von der Reihenfolge ihres Posteinganges. Liegen mehr als 15 Bewerbungen vor, entscheidet eine Kommission der drei genannten Einrichtungen über die Teilnahme. Letzter Einsendetermin ist der 30. Juni 1990 (Datum des Poststempels).

MATTHIAS STARK

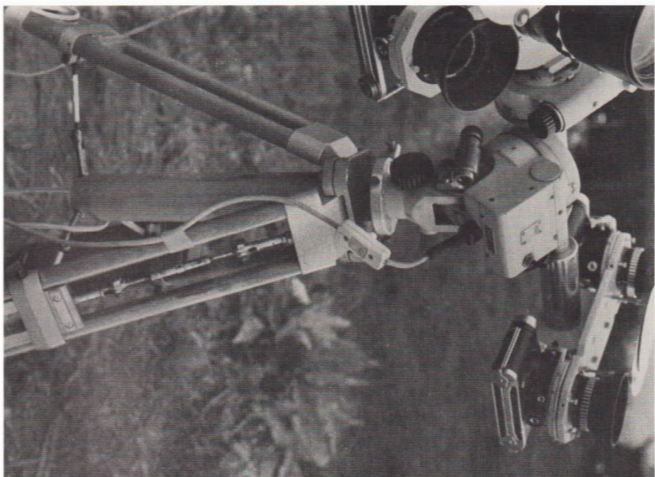


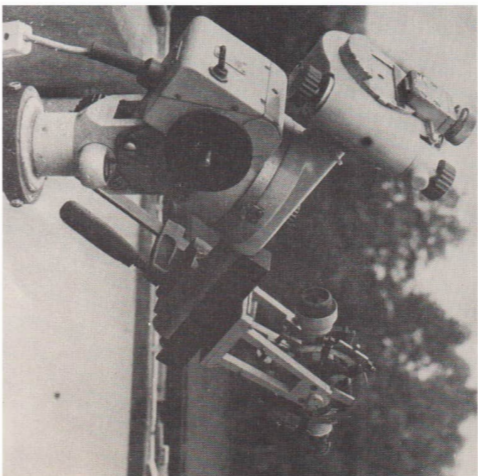
Abb. 1: Mobiles Beobachtungsinstrument zur Sternfeldphotografie am NAO Bulgarets. (Abb. 1-4 s. 2. Umschl.-S.)

Abb. 2: Leitrohr MTO 1100 mit Okularkreuzschlitten und Führungsookular an der modifizierten Ib-Montierung.

Abb. 3.: Justiervorrichtung im Azimut.

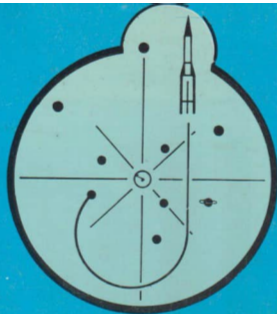
Abb. 4: Richtglas zur Überwachung des Justierzustandes.

Abb. 5: Modifiziertes Stativ 3v mit Zentralrohr und Justiervorrichtung für die Polhöhe.





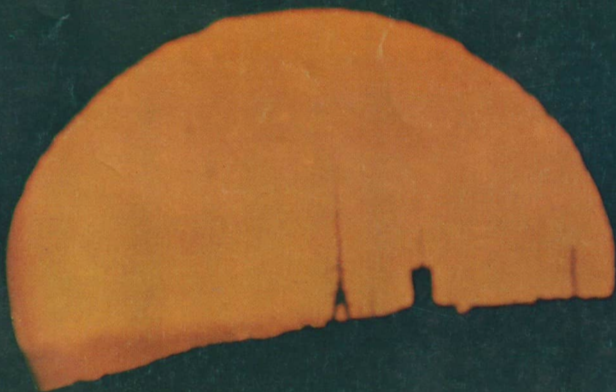
Astronomie UND Raumfahrt



ISSN 0587-565X

EVP 1,50

1990 2

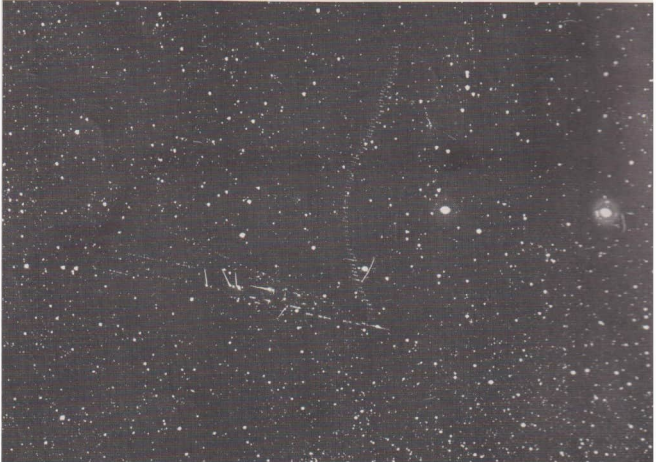


HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Abb. 1 Ausschnitt aus einer Aufnahme (ZU 21) vom 28. Oktober 1989. 1 cm ~ 36'. Links über der Mitte α Ari.

Abb. 2 Ausschnitt aus einer Aufnahme (ZU 21) vom 28. Oktober 1989. 1 cm ~ 14'. Der helle Stern rechts ist β Ori.



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und Raum-
fahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. Siegfried Marx

Verantwortlicher Redakteur:

OL Heinz Albert

Redaktionsbeirat:

Ing. Andreas Dill, Ing. Achim Grün-
berg, Dr. Jürgen Hamel (stellvertret.
Verantw. Red.), Dipl.-Journ. Jürgen
Helfricht, Dipl.-Phys. Jürgen Rend-
tel, Uwe Schmalang, Michael Schrei-
ter (Graphik), Dipl.-Phys. Manfred
Woche, StR. Arnold Zenkert,
Dr. Reiner Ziener, Dr. Bernd Zill

Redaktionsitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Fernsprecher: 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ er-
scheint 1990 mit 6 Hefen, Bezugs-
preis im Abonnement, zweimonat-
lich (1 Heft) 1,50 M.

Bezug durch die Post oder den Buch-
handel. Bestellungen aus dem Aus-
land (und der BRD) sind zu richten
an das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der Pari-
ser Kommune 3-4.
Registrier-Nr. 1490 beim Presse- und
Informationsdienst der DDR,
Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruß, Crimmitschau

Manuskripte sind in doppelter Aus-
fertigung (Durchschlag) an den Re-
daktionsitz einzusenden. Für unver-
langte Einsendungen wird keine
Haftung übernommen. Die Redak-
tion behält sich vor, Beiträge zu kür-
zen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie
und Raumfahrt veröffentlichten Bei-
träge ist nur mit Zustimmung der Re-
daktion gestattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

Inhalt

28. Jahrgang (1990) Heft 2

Hans-Erich Fröhlich, Die Architektur des Universums	34
Andreas Dill, Die totale Sonnenfinsternis 22. Juli 1990	39
Karsten Kirsch, Periodische Kometen 1990	40
Wolfram Fischer, Kritik am Öffnungsdenken	42
H.-D. Naumann, Navigationssatelliten, kurze Übersicht	47
ders., Hermann Oberth gestorben	50
Jürgen Helfricht, Wenn Sternwarten sterben	51
Sonnenfleckenrelativzahlen September bis November 1989	53

Probleme/Lösungen

Inge Häusele, Gerold A. Richter, Vorsicht, Blitzschlag!	53
---	----

Beobachtungshinweise

Hermann Berger, Die Marsopposition 1988	54
Jupiter ohne Monde (AD)	57
Sehr enge Konjunktion zwischen Parthenope und Victoria	57
Frank Andreas, Sonnenfotos hoher Auflösung	58

Frage und Antwort	59
-----------------------------	----

Kurzberichte: ESOP VIII	60
-----------------------------------	----

Zu Gast auf der BOHETA'89 • Astroferien in Crimmit- schau	62
--	----

Rezensionen	63, 64
-----------------------	--------

Astrobilder-Krimi, Auflösung aus Heft 4/1989	64
Vorschau auf Heft 3/90	40
In eigener Sache • Unsere Autoren	64

Redaktionsschluß: 20. 2. 1990

Auslieferung an den PZV: 30. 08. 1990

Bildseiten

Titelbild: Viele lange Jahre für DDR-Bürger sehnächtiges Ziel
ihrer Wanderlust. Nun endlich wirklich wandernd und nicht nur
durchs Fernrohr erreichbar. Das Foto sandte uns Anfang der 80er
Jahre K.-H. Mau aus Wegeleben, – heute veröffentlichtbar.

2. **Umschl.-S.:** Ausschnitte aus zwei ZU 21-Aufnahmen vom
28. 10. 1989 der Sternwarte Sonnenberg (Fotos: I. Häusele,
G. Richter), *oben:* Links über der Mitte α Ari. Norden ist rechts.
unten: Der helle Stern rechts ist ϵ^1 Ori. Norden ist oben.

3. **Umschlag-S.:** 3 Fotos sowjetischer Amateurastronomen (Text
siehe dort).

4. **Umschlag-S.:** Nordamerika-Nebel (NGC 7000). Aufn. vom
28. 8. 84 in Krampfer von M. Nitschke und A. Jaeger mit 2,8/
180 CZ-Sonnar, 33 min auf Ektachrome 400 (Kodak) belichtet,
auf 800 ASA entwickelt.

Die Architektur des Universums

HANS-ERICH FRÖHLICH

Dem Kosmologen mag die Welt homogen und isotrop vorkommen. Nicht so dem Astronomen: Ihm haben es gerade die „Unregelmäßigkeiten“ angetan, die Strukturen im Kleinen wie im Großen: Sterne, Sternsysteme, Haufen von Sternsystemen ...

Es sind diese drei Pünktchen, um die es im folgenden geht. Wer wüßte nicht gerne, was die größten Strukturen im Universum sind? Diese Frage ist keinesfalls nur für das Guinness Buch der Rekorde von Interesse; sie fordert vielmehr den Theoretiker heraus, der sich mit der Strukturbildung befaßt. Muß doch eine Theorie, die Anspruch auf Richtigkeit erhebt, zumindest auch zeigen können daß zur Schaffung dieser Gebilde die kosmische Evolution überhaupt fähig war – und das in der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit.

Als Bausteine des Universums gelten die Galaxien. Schauen wir uns an, welche Gebäude die Natur mit ihnen errichtet hat.

Aus der Verteilung der Galaxien am Himmel läßt sich kaum etwas über ihre räumliche Zuordnung erfahren. Dieses Dilemma kennt schon der Stelarastronom: In der Projektion geht vieles unter, und die scheinbare Helligkeit einer Galaxie ist so wenig wie die eines Sterns ein verlässliches Entfernungsmaß. Wie weit ein Sternsystem von uns entfernt ist, wir sehen es ihm nicht an, es sei denn, es ließe sich in Einzelsterne auflösen, was aber begrifflicherweise nur bei recht nahen Exemplaren der Fall sein wird. Haben wir dann das Glück, unter dem Gewimmel von Riesen und Überriesen, auf einen Bekannten zu stoßen, einen Delta-Cephei-Stern etwa, dann ist die Messung der Entfernung dank der bekannten Eigenschaften dieser Sterne (Perioden-Leuchtkraft-Beziehung) möglich.

Der Lokale Superhaufen

Wenn eben noch davon die Rede war, aus der Verteilung der Galaxien am Himmel ließen sich „kaum“ Rückschlüsse auf die wahre Verteilung im Raume ziehen, so ist das einschränkende „kaum“ nicht ohne Bedacht gesetzt. Schauen wir

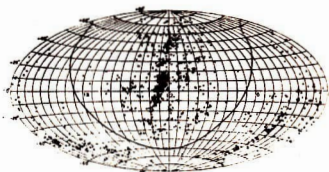


Abb. 1: Die Verteilung von Galaxien heller 13. Größe über den gesamten Himmel, dargestellt im Äquatorialsystem. Extinktionsbedingt scheinen nahe dem galaktischen Äquator (Linie) Galaxien zu fehlen, aber auch sonst ist die Verteilung inhomogen.

uns doch einmal die Verteilung der 1280 Galaxien (heller 13. Größe) des Shapley-Ames-Katalogs aus dem Jahre 1932 im äquatorialen Koordinatensystem an (Abb. 1). Zunächst fällt eine nahezu galaxienfreie Zone (beiderseits der Linie) ins Auge. Hier haben wir uns das Band der heimatischen Milchstraße zu denken. Wegen des in der galaktischen Ebene angehäuften interstellaren Staubs ist uns dort die Sicht nach „draußen“ verwehrt. Wichtiger aber ist, daß die Anordnung der Galaxien in höheren galaktischen Breiten, wo die Extinktion gering ist, an das Milchstraßenphänomen selbst erinnert: Häufen sich im Band der Milchstraße die Sterne, so tun die Galaxien, zumindest die helleren und deshalb im Mittel näheren, ihrerseits ein Gleiches. Sie bilden eine Art „Supergalaxis“, welche den Himmel ebenfalls in zwei Hälften teilt, wobei der supergalaktische Äquator den galaktischen nahezu senkrecht in den Sternbildern Cassiopeia und Centaurus schneidet. Besonders auffällig: die Galaxienkonzentration mit dem Schwerpunkt beim Virgo-Galaxienhaufen. Bis vor kurzem galt deshalb der Virgo-Haufen als das dynamische Zentrum des „Lokalen Superhaufens“.

Die Interpretation des supergalaktischen Phänomens liegt auf der Hand, ist die gleiche wie im Falle der Milchstraße: Auch die näheren Milchstraßensysteme selbst sind in einer (nunmehr wahrhaft) gigantischen, mehr oder weniger schalenförmigen Struktur angeordnet. Wir gehören dazu, können also nicht von „oben“ bzw. „unten“ auf die Supergalaxis „drauf“blicken.

Moderne Galaxienkataloge, wie zum Beispiel der Uppsala-Katalog (UGC), worin Positionen und Helligkeiten (bzw. Winkeldurchmesser) von

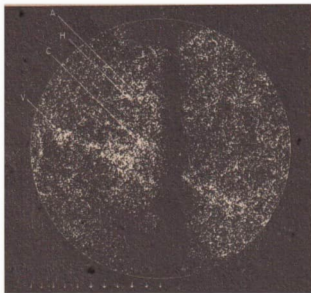


Abb. 2: Abbildung einer Himmelshälfte mit dem Zentrum bei $l = 307^\circ$, $b = 9^\circ$ (galaktische Koordinaten). Jeder Punkt eine Galaxie! Die „verbotene Zone“ ist staubbedingt. Der supergalaktische Äquator tritt deutlicher als in Abb. 1 hervor. Virgo-, Centaurus-, Hydra- und Antlia-Haufen sind markiert.

über Zehntausend Galaxien aufgelistet sind, lassen an der Existenz des Lokalen Superhaufens keinen Zweifel mehr (Abb. 2). Er, von G. de Vaucouleurs schon lange propagiert, war der erste Hinweis darauf, daß zum Inventar des Universums noch weit Größeres zählt als simple Galaxienhaufen, wie z. B. der Virgo-Haufen.

Die „Fluchtgeschwindigkeit“ als Entfernungsmaß

Nachdem sich in den 70er Jahren die Vorstellung von einem Lokalen Superhaufen (nicht ohne Widerstand) durchgesetzt hatte, war die Suche nach weiteren derartigen Haufen nur folgerichtig. Der Weg, den es einzuschlagen galt, war klar: Von möglichst vielen Galaxien sind neben ihren Positionen am Himmel Entfernungen zu bestimmen, um endlich zu einer räumlichen Vorstellung von ihrer Anordnung zu gelangen. Die Schwierigkeiten, die einem solchen Unterfangen entgegenstehen, sind erheblich. Käme uns nicht die Natur selbst zur Hilfe, es wäre geradezu aussichtslos. Bekanntlich expandiert der Kosmos als Ganzes, eine Tatsache, an die zu gewöhnen wir 60 Jahre Zeit hatten. Da es keinen ausgezeichneten Punkt geben darf, von dem diese Expansion hätte ausgehen können, muß die Geschwindigkeit, mit der

eine x-beliebige Galaxie sich von einer anderen entfernt, dem augenblicklichen Abstand zwischen beiden streng proportional sein. Dieses, das Hubblesche Expansionsgesetz erlaubt mithin, aus der „Fluchtgeschwindigkeit“ einer Galaxie auf ihre Entfernung zu schließen, falls nur der Proportionalitätsfaktor, der beide Größen miteinander verknüpft, bekannt ist. Nun, um den genauen Zahlenwert dieses Hubble-Parameters streitet man noch heute. Während der eine behauptet, er müsse bei $50 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$ liegen, schwört ein anderer, er sei doppelt so groß. Für uns, die wir nur nach einem Abbild der großräumigen Materieverteilung aus sind, ist der Zahlenwert glücklicherweise nebensächlich. Er legt ja „nur“ den Maßstab fest, am Bild selbst ändert er nichts. (So muß es Kepler ergangen sein, dem ja die von ihm gefundenen Gesetze einen genauen Plan des Planetensystems bescherten, der aber die Länge einer Astronomischen Einheit noch nicht kannte.) Um sich bezüglich des Maßstabs nicht festlegen zu müssen, ziehen es viele Astronomen vor, statt eine Entfernung anzugeben, lieber gleich die Fluchtgeschwindigkeit zu benutzen, die eigentliche Meßgröße. Falls wir dennoch einmal eine Entfernungs- bzw. Größenangabe wagen, beziehen wir uns auf $H = 50 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$.

Die Fluchtgeschwindigkeit selbst ist mit Hilfe des Doppler-Effektes meßbar: Entfernt sich eine Lichtquelle von uns, wie das ja Galaxien üblicherweise tun, wird das Spektrum (die über der Wellenlänge aufgetragene Lichtintensität) dieser Lichtquelle gestreckt, Spektrallinien wandern zum Roten hin. Der entgegengesetzte Fall beschert eine Stauchung, also Blauverschiebung. Die prozentuale Verschiebung ist gleich dem Verhältnis aus Radialgeschwindigkeit und Lichtgeschwindigkeit (sofern die Geschwindigkeit nicht zu groß ist).

Vom Prinzip her ist die Erforschung der großräumigen Struktur somit denkbar einfach: Man bestimme von möglichst vielen Galaxien die Fluchtgeschwindigkeiten und nehme diese als Maß für den jeweiligen Abstand. Wie es scheint, reduziert sich damit unser Anliegen auf ein rein technisches Problem. Daß dem keineswegs so ist, wird sich später zeigen.

In der Pionierzeit der extragalaktischen Forschung wurden z. T. mehrere Nächte benötigt, um ein Spektrum zu fotografieren. Heute, im Zeitalter moderner elektronischer Detektoren,

gelingt es, in nur einer Stunde mehrere Spektren gleichzeitig zu registrieren. Dank moderner Technik ist das Gewinnen von Spektren fast schon Routine geworden. Von Zehntausend Galaxien liegen derzeit Fluchtgeschwindigkeitswerte vor. Es ist dieses Datenmaterial, worauf unsere derzeitige Kenntnis der großräumigen Struktur fußt.

Bevor wir entsprechende Karten unserer extragalaktischen Umgebung betrachten, sei noch die Frage erörtert, inwiefern der Fluchtgeschwindigkeit als Entfernungsmaß eigentlich zu trauen ist.

Da der schwerkrafterzeugende Stoff eben nicht homogen im Kosmos verteilt ist, vielmehr klumpig (wie, wüßten wir ja gerne), sind Abweichungen von der rein kosmologischen Expansion im „Kleinen“ unvermeidlich. In der Nähe größerer Materieballungen wird die Schwerkraft die Expansion zumindest bremsen, wenn sie sie nicht gar schon in ihr Gegenteil, eine Kontraktion, hat umschlagen lassen. In gravitativ gebundenen und bereits virialisierten (d. h. sich gesetzt habenden) Strukturen wie den Galaxienhaufen erreichen die Mitglieder z. T. recht hohe Individualgeschwindigkeiten von mehreren Hundert Kilometern pro Sekunde. Da wir einer Galaxie ihre Pekuliargeschwindigkeit längs der Sichtlinie keineswegs ansehen, können im Einzelfall beträchtliche Fehler bei der Entfernungsschätzung unterlaufen, zumal falls, wie von einigen Autoren vermutet, im Kosmos großräumige Strömungen mit Geschwindigkeiten von einigen Tausend Kilometern pro Sekunde gang und gäbe wären. Da der kosmologische Beitrag an einer gemessenen Fluchtgeschwindigkeit mit der Entfernung zunimmt, dürften für sehr große Distanzen (100 Mpc und darüber hinaus) die Störeffekte allerdings unerheblich sein. Bei kosmologisch kleinen Abständen ist Vorsicht aber geboten. Der Andromedanebel z. B. kommt auf uns zu!

Coma- und Perseus-Superhaufen

Läßt man den Blick senkrecht zur galaktischen Ebene nach „oben“ (Norden) schweifen, stößt er bei 7000 km/s (140 Mpc) auf den Coma-Haufen. In Abells Galaxienhaufenkatalog trägt er die Nummer 1656. 17° westlich liegt gleichweit von uns entfernt ein weiterer prominenter Haufen: A 1367. Beide Haufen scheinen durch eine Galaxienbrücke miteinander verbunden zu sein, wie

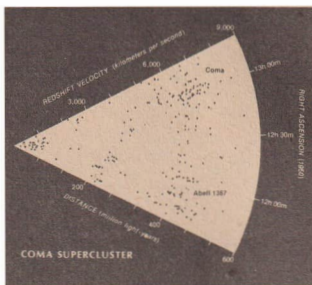


Abb. 3: Die Galaxienbrücke zwischen Coma-Haufen und A 1367. Im Ursprung des Keils (Öffnungswinkel übertrieben groß dargestellt) ist der Beobachter zu denken. Die Fluchtgeschwindigkeit dient als Entfernungsmaß.

Coma Supercluster = Coma-Superhaufen;
Redshift velocity = Fluchtgeschwindigkeit (km/s);
Distance = Entfernung in Mio ly; Right Ascension = Rechtsazension (1950.0).

aus dem Keildiagramm (Abb. 3) ersichtlich. Die Brücke selbst zerfällt in fünf kleinere Galaxiengruppierungen, Grüppchen, deren Fluchtgeschwindigkeiten um maximal 190 km/s differieren. Das sind weniger als 3 % des Mittels! Inzwischen weiß man, daß das Filament, das den Coma-Haufen mit A 1367 verbindet, wesentlich länger ist. Es läßt sich sowohl östlich als auch westlich weiter verfolgen. Seine Gesamtlänge: mindestens 160 Mpc!

Noch imposanter dürfte ein Galaxienstrang sein, der vom Perseus-Haufen (5000 km/s) ausgeht und wahrscheinlich auf der anderen Seite der Galaxis bis zum Zentauren reicht. Er erstreckt sich fast über den halben Himmel!

Sowohl der Coma-Superhaufen wie auch der Perseus-Superhaufen sind durch gewaltige „Leeren“ von uns getrennt.

Das „Riesenloch“ im Bootes

Als sie Galaxienfluchtgeschwindigkeiten in drei kleinen Himmelsfeldern nahe dem oberen Teil des Sternbilds Bootes analysierten, bemerkten Kirshner und Mitarbeiter 1981 einen gigantischen „Hohlraum“, ein galaxienfreies Gebiet von etwa 100 Mpc Ausdehnung. Man muß wohl da-

von ausgehen, daß diese „Löcher“ – das Bootes-Loch sollte kein Einzelfall bleiben – die großräumige Struktur des überschaubaren Universums entscheidend mitprägen, jedenfalls nicht weniger als die sichtbaren Superklumpungen. Ja, wer einmal Gelegenheit hatte, bei Computersimulationen zur gravitativen Strukturbildung zuzuschauen, dem dürfte sich geradezu der Gedanke aufgedrängt haben, es seien recht eigentlich die „Löcher“, die für das Antlitz des Universums im Großen verantwortlich zeichnen. Entstehend aus Dichteminima der ursprünglichen nahezu homogenen Materieverteilung, blähen sie sich nämlich im Laufe der Zeit immer weiter auf, dabei die Gestalt von Kugeln annehmend und die Materie

quasi in die „Ecke“ drängend. So mag es zu den beobachteten länglichen bzw. scheibenförmigen Superhaufen gekommen sein. Das jedenfalls ist der Eindruck.

Die CfA-Durchmusterung

Am Harvard-Smithsonian-Center-for-Astrophysics hat man ergeizige Pläne. Man möchte alle Galaxien heller 15. Ster GröÙe spektroskopieren, um die extragalaktische Umgebung bis zu einem Abstand von 15000 km/s (d. h. 300 Mpc) zu sondieren. EinigermäÙen vollständig wird man allerdings nur bis 10000 km/s sein. Teilstücke dieses gewaltigen Unternehmens sind bereits abgeschlossen, so beispielsweise ein Kugelkeil von nur 12° Schnittwinkel aber vielen Rektaszensionsstunden Länge (Abb. 4). Nahe dem Zentrum befindet sich der uns schon bekannte Coma-Haufen mit seinen Anhängseln zur Rechten und zur Linken. Daß der Coma-Haufen länglich verformt erscheint, wobei die große Achse auf den Betrachter weist, muß uns nicht wundern. Es sind die hohen Pekuliargeschwindigkeiten, der im Coma-Haufen gebundenen Galaxien, die diesen „Finger-Gottes-Effekt“ vortäuschen.

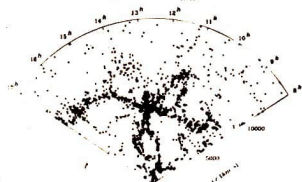
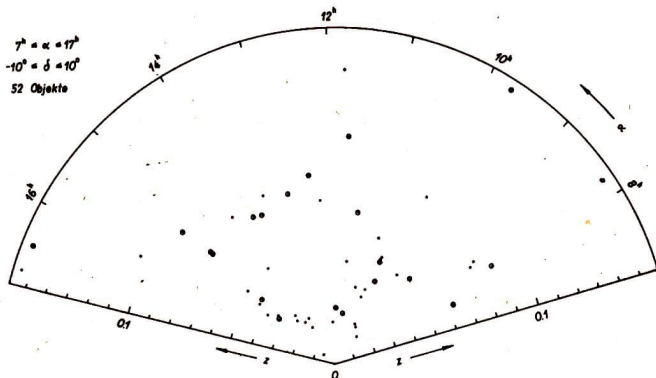


Abb. 4: Der gezeigte Ausschnitt umfaßt in Rektaszension 9 Stunden, aber nur 12° in Deklination. Im Zentrum der Coma-Super-Haufen. Die „Leeren“ sind augenscheinlich. $c \cdot z$ (km/s) = Fluchtgeschwindigkeit (km/s).

Abb. 5: Der sogenannte „Hexenring“, eine 300 Mpc große Struktur, gebildet aus Galaxienhaufen.



Löcher, in der Regel sphärisch, mit Durchmessern von meist 30 bis 50 Mpc, prägen das Bild, eine „schaumartige“ Struktur suggerierend.

Tiefe Einblicke

Will man, anstatt in die Breite zu gehen, Tiefe gewinnen, empfehlen sich ganze Galaxienhaufen als Testobjekte. Im Vergleich zum CfA-Projekt läßt sich dadurch die Reichweite verdreifachen – bis zu einem Sechstel des Welthorizonts! Leider ist die Anzahl der Haufen gering. Der Abell-Katalog von 1958 zählt ganze 2712 Eintragungen. Inzwischen liegt zwar die Süderweiterung vor, trotzdem bleibt die statistische Signifikanz der gefundenen großräumigen Strukturen naturgemäß gering. Untersuchungen in dieser Richtung werden auch von K.-H. Schmidt am Zentralinstitut für Astrophysik betrieben. Abbildung 5 zeigt den berühmten „Hexenring“, ein Gebilde, bestehend aus Galaxienhaufen, von immerhin 300 Mpc Durchmesser!

Nicht nur in die Tiefe, auch in die Vergangenheit blickt man, versucht man, in kleinen Feldern Galaxien bis zur Grenreichweite zu spektroskopieren. Dies haben 1987 Koo und Kron getan. In zwei kleinen Feldern von der anderthalbfachen Fläche des Vollmondes konnten sie bis zur 22.(!) Große Rotverschiebungen von Galaxien bestimmen. Auch diese sehr weitreichenden Untersuchungen bestätigen, was wir schon ahnten: Die kosmische Materie ist außerordentlich inhomogen im Raum verteilt. Wohin wir auch schauen, der Sichtstrahl schneidet immer wieder gigantische „Vakuolen“ (Leeren, Löcher).

Die kosmische Materieverteilung – ein Fraktal?

Irgendwie ist der Kosmos „porös“. Ähneln er aber Seifenschium oder eher einem Schweizer Käse (mit einem durchgängigen Tunnelsystem)? Es ist diese Frage nach der großräumigen Topologie, die zu beantwortenden neue statistische Verfahren der Datenanalyse erheischt. Die großräumige Materialverteilung festzustellen geht weit über das rein Technische hinaus, ist letztlich auch ein Problem der mathematischen Statistik! Erst die Theorie macht den ganzen Datenwust verständlich.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Vermutung, die großräumige Materieanordnung sei

Ein Fraktal ist ein diffiziles Gebilde. Es verfügt über beliebig kleine Strukturen und erinnert in nichts an gewöhnliche geometrische Objekte wie Geraden, Dreiecke, Pyramiden etc. Die Länge einer Küstenlinie beispielsweise strebt gegen Unendlich, versuchte man, jede noch so kleine Bucht „mitzunehmen“. Zumindest für selbstähnliche Fraktale ist das Maßstabsproblem hinfällig: Ein solches Gebilde gewährt immer den gleichen Anblick, unabhängig von der gewählten Vergrößerung bzw. Verkleinerung, mit der man es betrachtet.

allein topologisch nicht erschöpfend beschreibbar. Je größer nämlich die untersuchten Volumina sind, desto voluminöser erweisen sich bei gleicher relativer Auflösung im Mittel die „Löcher“. Auf diesen Sachverhalt, der den Vergleich mit einem Fraktal (s. Kasten) herausfordert, haben erst kürzlich Einasto und seine Mitarbeiter von der Tartu Sternwarte (Estland) hingewiesen.

Nun, die Idee von einem fraktalen Kosmos ist so neu nicht. Geboren wurde sie vor 80 Jahren, um des sogenannten Gravitationsparadoxons Herr zu werden: In einem unendlichen, gleichförmig mit Materie erfüllten Kosmos sollten auch unendliche Gravitationsbeschleunigungen auftreten. Damals, bevor der Kosmos als expandierendes Gebilde erkannt worden war, glaubte man allerdings, es sei der Stoff, der irgendwie hierarchisch geordnet sei. Kleinere Systeme vereinten sich zu größeren, „luftigeren“, so daß letztlich die mittlere Materiedichte gegen Null strebe, je höher das betrachtete System in der Hierarchie stehe.

Heute hingegen hat es den Anschein, als träfe eine solche Beschreibung eher auf die „Löcher“ zu. Irgendwo muß dieser Spuk allerdings ein Ende haben, denn wir sind davon überzeugt, der Kosmos habe eine endliche, sogar relativ hohe mittlere Materiedichte. Wie groß sind also die größten „Löcher“ in der Galaxienverteilung? Aus Einastos Daten ist dies noch nicht ersichtlich. Sollte an der Vermutung etwas dran sein, die kosmische Materieverteilung ähnele über viele Größenordnungen einem (Multi-)Fraktal, hätte sich der Himmel damit endgültig des Nimbus des Regulären, Geordneten begeben. Das kosmische Chaos

(oder sollte man lieber vom chaotischen Kosmos reden, wenn schon Gegensätzliches miteinander verknüpft werden muß?) hielte dann den Vergleich mit gewöhnlichen, irdischen Objekten der Natur, jedenfalls was seine „Zerrissenheit“ anbelangte, durchaus aus: Küstenlinien, dem Astwerk von Bäumen, Regenwolken ...



Die totale Sonnenfinsternis am 22. Juli 1990

ANDREAS DILL

Am Sonntag, dem 22. Juli 1990, wird nach einer Pause von fast zwei Jahrzehnten wieder die Totalitätszone einer Sonnenfinsternis Teile Europas überqueren. Damit bietet sich auch für viele Amateure eine Gelegenheit, unter nicht allzu hohem Aufwand in die Zone der totalen Verfinsternung zu reisen, um dort diese eindrucksvolle Erscheinung zu beobachten und zu erleben. Die im folgenden gegebenen Daten sollen die Planung von Reisen in den europäischen Teil der Totalitätszone unterstützen.

Verlauf der Totalitätszone

Der Kernschattenkegel des Mondes berührt die Erdoberfläche zuerst im Finnischen Meerbusen der Ostsee und wandert danach mit sehr hoher Geschwindigkeit durch den Südosten Finnlands, wobei er auch die Hauptstadt Helsinki einhüllt.

Anschließend durchquert er die Karelische ASSR und streift die Südostspitze der Halbinsel Kola. Danach läuft er viele tausend Kilometer über die Flächen des Weißen Meeres, tangiert dabei mehrmals das Festland der UdSSR und gelangt dann nördlich der Halbinsel Kamtschatka auf den Stillen Ozean. Etwa 2000 km nordöstlich von Hawaii verläßt er die Erdoberfläche. Für Beobachter im fernen Nordosten Sibiriens erreicht die Totalität eine Maximaldauer von 153 Sekunden, die Maximalbreite der Totalitätszone von 209 km wird erst auf dem Pazifik erreicht.

Die beiden Diagramme geben den Verlauf der Finsternis an zwei ausgewählten Stationen.

Tabelle 1 enthält Daten, die es jedem Leser ermöglichen, sich die Zone selbst in Karten einzzeichnen. Um das zu erleichtern, sind die Daten hier nicht, wie sonst meist üblich, nach der Zeit, sondern nach der geografischen Länge geordnet. In den weiteren Spalten sind die geografischen Breiten der Stellen verzeichnet, an denen die Zentrallinie sowie die nördliche und südliche Grenze der Totalitätszone den gegebenen Längengrad schneiden. Für die Zentrallinie findet sich außerdem der Zeitpunkt der Passage des Längengrades (in Weltzeit!) sowie die Dauer der Totalität und die Höhe der Sonne während der Totalität für einen Beobachter in diesem Punkt. Außerdem ist die Breite der Totalitätszone an dieser Stelle gegeben.

Verlauf der Finsternis an ausgewählten Orten

Wir geben hier den zeitlichen Ablauf der Sonnenfinsternis für vier Städte innerhalb der Totalitäts-

Tabelle 1: Totalitätszone in Europa

Zentrallinie					Grenzkurven				
					Nord	Süd			
östl. Länge	nördl. Breite	UT			Dauer	Höhe	Breite	nördl. Breite	nördl. Breite
o	o	h	m	s	s	o	km	o	o
24	59.9047	1	53	22	84	0.1	166	60.9579	-
28	61.7839	1	53	35	89	2.9	170	62.8657	60.7481
32	63.5621	1	54	08	93	5.5	173	64.6617	62.5070
36	65.2204	1	54	57	96	7.9	176	66.3270	64.1556
40	66.7459	1	56	00	100	10.2	178	67.8497	65.6805
44	68.1324	1	57	13	104	12.3	180	69.2251	67.0743
48	69.3794	1	58	32	107	14.2	181	70.4549	68.3347
52	70.4910	1	59	56	110	15.9	183	71.5451	69.4640
56	71.4745	2	01	22	112	17.6	184	72.5050	70.4678
60	72.3389	2	02	50	115	19.0	185	73.3449	71.3535

zone, wobei zur Berechnung der Zeiten folgende geografische Koordinaten in Meeresspiegellhöhe angenommen wurden:

Stadt (Land)	östl. Länge	nördl. Breite
Tallin (UdSSR)	24,6	59,4
Helsinki (Finnland)	25,0	60,1
Joensuu (Finnland)	29,8	62,6
Belomorsk (UdSSR)	34,6	64,6

Gegeben sind die Weltzeiten des I. Kontaktes (Beginn der partiellen Phase), des II. Kontaktes (Beginn der Totalität), des Maximums der Finsternis, sowie des III. und IV. Kontaktes (Ende der Totalität und der partiellen Phase). Hinter jeder Zeit findet sich die dazugehörige Höhe der Sonne über dem Horizont (ohne Berücksichtigung der Refraktion).

	Tallin				Helsinki			
	h	m	s	°	h	m	s	°
I	1	02	39	-4	1	02	58	-3
II	1	52	09	0	1	52	24	1
Max.	1	52	36	0	1	53	06	1
III	1	53	02	0	1	53	46	1
IV	2	44	24	5	2	45	06	6

	Joensuu				Belomorsk			
	h	m	s	°	h	m	s	°
I	1	02	33	0	1	02	19	3
II	1	53	03	4	1	53	47	7
Max.	1	53	48	4	1	54	35	7
III	1	54	33	4	1	55	22	7
IV	2	46	59	9	2	48	50	12

Klimatische Verhältnisse

Besonders für Beobachter am Anfang der Zone findet die totale Phase nur wenige Grad über dem Horizont statt, in Tallin wird man die Totalität gar bei Sonnenaufgang sehen. Wie man sich denken kann, sind solch niedrige Sichtlinien besonders anfällig gegen Störungen durch Nebelbänke oder selbst durch lockere Bewölkung. Langjährige Statistiken des Bewölkungsgrades geben zum Finsterniszeitpunkt und für eine Horizonthöhe von 10 Grad folgende Wahrscheinlichkeiten für klaren Himmel in Sichtrichtung: Helsinki 42 %, Lahti/Mikkeli/Joensuu 38 %, Karelische ASSR abnehmend auf 35 %.

Noch wesentlich schlechter sind übrigens die Wetteraussichten weiter östlich.

Herkunft der Daten

Alle Daten dieses Beitrages wurden mit Hilfe der neuen Besselschen Elemente in [1] errechnet (s. a. AuR 2/89, S. 58f.).

Dabei wurde für die Zeitdifferenz TD-UT ein Betrag von 58 s angenommen. Die meteorologischen Daten lieferte J. Rendtel. Detailliertere Daten können im Bedarfsfall beim Verfasser nachgefragt werden.

Literatur: [1] Jean Meeus: Elements of Solar Eclipses 1951 - 2200. - Richmond/Va. 1989. - Solar Eclipse in Finland 1990. Prospekt von Urss Astronomical Assoc.

Periodische Kometen 1990

KARSTEN KIRSCH

Im Jahr 1990 wird der Periheldurchgang von 14 bekannten periodischen Kometen erwartet. Keines der Objekte wird als verloren oder fraglich angesehen, so daß mit der Wiederentdeckung aller gerechnet werden kann.

Nur zwei der Kometen werden auch für Amateure zu beobachten sein, P/Honda-Mrkos-Pajdusakova und P/Encke. Allerdings werden beide während ihrer größten Helligkeit tief am Horizont stehen und überdies auch noch am Morgenhimmel.

Trotzdem wird eine Übersichtsephemeride beider Objekte hier gegeben, die auf der Grundlage der Bahnelemente von Marsden durch Manfred Rätz berechnet wurde. Neben den Koordinaten (1950) steht der Abstand zu Erde und Sonne, die Elongation, die Höhe über dem Horizont zu Beginn der nautischen Dämmerung und die voraussichtliche Gesamthelligkeit.

Literatur: Minor Planet Circular der IAU. - Mårdsen, B. G.: Catalogue of Cometary Orbits. Cambridge, 1985.

Vorschau auf Heft 3/1990

Kosmische Magnetfelder • ... bald größtes Schmidt-Teleskop • Glasfenstersonnenuhren • Hinweise zur Deep-Sky-Fotografie • Astrofotos durch ein „Ofenrohr“ • Die Mars-Opopposition 1988 und 1990 • Positionen der Planeten (zur DATA-Reihe)

Periodische Kometen des Jahres 1990

Name	Perihel	q	P	letztes Perihel	n	Quelle
P/Kopff (1988 k)	1990 01 20. 4	1.6	6.5	1983	12	MPC 12 123
P/Tuttle-Giacobini-Kresak (1989 b1)	1990 02 08. 2	1.1	5.5	1978	6	MPC 12 135
P/Sanguin (1989 z)	1990 04 02. 6	1.8	12.5	1977	1	MPC 12 125
P/Russell 3 (1989 d)	1990 05 18. 1	2.5	7.5	1982	1	MPC 12 136
P/Schwassmann-Wachmann 3 (1989 d1)	1990 05 19. 3	0.9	5.4	1979	2	MPC 12 122
P/Peters-Hartley (1989 d)	1990 06 21. 6	1.6	8.1	1982	2	MPC 12 128
P/Russell 4 (1989 g1)	1990 07 07. 5	2.2	6.6	1984	1	MPC 12 136
P/Tritton	1990 07 08. 6	1.4	6.3	1977	1	MPC 12 125
P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	1990 09 12. 8	0.5	5.3	1980	6	MPC 12 128
P/Encke (permanent)	1990 10 28. 5	0.3	3.3	1987	54	MPC 12 577
P/Johnson	1990 11 19. 0	2.3	7.0	1983	6	MPC 12 123
P/Kearns-Kwee (1989 u)	1990 11 22. 7	2.2	9.0	1981	3	MPC 12 123
P/Wild 2 (1989 t)	1990 12 16. 9	1.6	6.4	1984	*2	MPC 12 125
P/Taylor	1990 12 28. 9	2.0	7.0	1984	3	MPC 12 136

(Nach dem Namen des Kometen und dem Tag des Periheldurchgangs steht die Periheldistanz, die Umlaufzeit, das Jahr des letzten beobachteten Periheldurchgangs, die Anzahl der bisher beobachteten Periheldurchgänge und die Quelle der Bahnelemente.)

P/Honda-Mrkos-Pajdusakova

Periheldatum	1990 09. 12. 77713
Periheldistanz	0.5412532
Exzentrizität	0.8218841
Perihellänge	325.73539 (1950.0)
Knotenlänge	88.66115
Bahnneigung	4.22456

Datum	Rekt.	Dekl.	dE	dS	EI	Hm	mag
1990 8 4	4 11. 8	+ 9 12	0.29	0.95	69	20	10.9
1990 8 14	6 15. 1	+ 14 45	0.38	0.81	47	15	10.1
1990 8 24	7 33. 8	+ 16 9	0.52	0.68	38	13	9.3
1990 9 3	8 29. 0	+ 15 50	0.71	0.58	34	13	8.6
1990 9 13	9 17. 0	+ 14 23	0.93	0.54	32	14	8.4
1990 9 23	10 2. 4	+ 11 57	1.14	0.58	31	14	9.6
1990 10 3	10 43. 3	+ 9 1	1.33	0.68	30	14	11.3

P/Encke

Periheldatum	1990 10 28.54502
Periheldistanz	0.3308858
Exzentrizität	0.8502196
Perihellänge	186.24444 (1950.0)
Knotenlänge	334.04096
Bahnneigung	11.93911

Datum	Rekt.	Dekl.	dE	dS	EI	Hm	mag
1990 9 9	6 30 8	+ 35 55	0.95	1.12	70	52	11.6
1990 9 19	7 55. 7	+ 33 56	0.84	0.96	62	46	10.3
1990 9 29	9 29. 8	+ 26 59	0.80	0.78	50	36	8.9
1990 10 9	10 55. 9	+ 15 45	0.85	0.60	37	23	7.3
1990 10 19	12 9. 5	+ 3 8	1.01	0.42	24	10	5.3
1990 10 29	13 22. 7	- 9 16	1.23	0.33	12	-2	4.2

Kritik am „Öffnungsdenken“

WOLFRAM FISCHER

Anmerkung der Redaktion: Der Artikel von Herrn Fischer wurde nur unwesentlich verändert und gekürzt. Der Autor behandelt das Problem der fotografischen Grenzreichweite für Sterne in sehr vereinfachter Form. Wie aus der Fachliteratur zu entnehmen ist, unterliegen nicht nur Amateurastronomen dem von Herrn Fischer kritisierten „Öffnungsdenken“. Jeder fotografisch tätige Astronom sollte deshalb die Formeln (1) und (2) beachten, aus denen sofort auch die Gleichung (3) folgt. An verschiedenen Literaturstellen wird z. B. auf die Beziehung „Grenzreichweite proportional f^2 “ – bei Fischer Gleichung (3) – unter den entsprechenden Randbedingungen hingewiesen [8], [9]. (RZ)

Brennweite und fotografische Grenzgröße

Die Frage nach der, auf fotografischem Wege, maximal erreichbaren Grenzgröße verschiedener Teleskope ist für jeden Himmelsfotografen interessant. Es geht um die Helligkeit der schwächsten Sterne, die unter optimalsten Bedingungen, bei maximaler Belichtungszeit und punktscharfer Abbildung gerade noch aus dem chemischen Schleier und der Hintergrundschwärzung eines Negativs hervortreten.

Der Verbreitung eines tieferen Verständnisses der optischen Abbildungsgesetze in der Astrofotografie, die beim Vergleich unterschiedlicher Instrumente dominieren, wurde in der Amateur-Literatur nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Eine komplizierte Formel, nach der sich die Grenzgröße, neben Instrumentendaten, aus zahlreichen äußeren Parametern ableitet [1], gibt dem in mathematischen Dingen unversierten Sternfreund schwerlich Anhalt.

In anderen Darstellungen wird das Grenzgrößenproblem, im Hinblick auf den Instrumentenvergleich, entweder elegant „umschifft“, indem zu einigen Objektivöffnungen, bei gleichen Belichtungszeiten, die Grenzgrößen angegeben werden [2], oder es sind zu den Öffnungen die maximalen Grenzgrößen einiger verschiedener Öffnungs-

verhältnisse gegeben [3]. In erster Linie wird also das fotografische Grenzgrößenproblem mit der Teleskopöffnung in Verbindung gebracht. Dies ist durchaus möglich und auch richtig, verkompliziert und verschleiert jedoch den Sachverhalt, machte ihn in seinen Nuancen schwer durchschaubar und wurde, für manchen Amateur, Ursache für Fehleinschätzungen.

Im traditionellen Verständnis resultiert die Abbildungsintensität der Sterne in der Fotografie im wesentlichen aus der Objektivöffnung. Das Bild eines Sterns, das Beugungsscheibchen, besitzt im optisch idealen Fernrohr einen linearen Durchmesser, der durch das Öffnungsverhältnis und die Wellenlänge des Lichtes gegeben ist. Der Einfluß dieser Bildgröße auf die Abbildungsintensität von Sternen (auf der Fotoschicht) liegt aber, im Bereich gängiger Öffnungsverhältnisse, unterhalb einer praktischen Relevanz. Selbst bei einem Öffnungsverhältnis von 1:15 beträgt der lineare Durchmesser von Beugungsscheibchen lediglich 0,018 mm (bei $\lambda = 500$ nm). Lichtstarke Astroobjektive, auch Schmidt-Kameras, erreichen korrekturbedingt keine beugungsbegrenzte Abbildungsschärfe. Sie sind aber so berechnet, daß die Durchmesser der abgebildeten Sternstreuungskreise noch unter (oder gleich) der fotografischen Auflösung herkömmlicher Emulsionen liegen. Bei längeren Brennweiten dominiert das Seeing. So ergibt 1" bei $f = 4$ m ein Scheibchen von 0,02 mm.

Die Sternhelligkeiten, Korngröße der Fotoschicht, Diffusion, Belichtungszeit, Entwicklung und seeing sind somit allein für die Abbildungsgröße verantwortlich (selten unter 0,03 mm Ø). Der Einfluß der lichtsammlenden Objektivfläche auf die Abbildungsintensität der Sterne ist so gesehen dominierend. Die Abbildungsintensität der Sterne, oft in unmittelbarem Zusammenhang mit der erzielbaren Grenzgröße gesehen, erklärt den Nimbus, der den Begriff der Öffnung bei Instrumentenvergleichen umgibt. Dieser Nimbus ist im Bezug zur fotografischen Grenzgrößenproblematik kurios zu nennen, da bei dem Gedanken an eine vorrangige Bedeutung der Öffnung der simple Umstand ignoriert bleibt, daß sich eine geringere Abbildungsintensität (sprich kleinere Öffnung) prinzipiell durch eine längere Belichtungszeit kompensieren lassen müßte.

Würde der nächtliche Himmel absolut dunkel sein, wäre die maximale Grenzgröße, auch der kleinsten Kamera, unendlich, da man beliebig

lang belichten könnte. Bekanntlich setzt aber die Resthelligkeit des Nachthimmels den Belichtungszeiten eine Grenze, da diese schließlich zu einer Verschleierung des Negativs führt. Die Abbildungsintensität des flächenhaften Restlichtes des Nachthimmels wird durch das Öffnungsverhältnis (n) des Teleskops ($D/f = n$, f = Brennweite, D = Öffnungsdurchmesser des Teleskops) bestimmt und ist unabhängig von der Öffnung und damit von der Abbildungsintensität der Sterne. Das Intensitätsverhältnis (I) bei der Abbildung von Flächenhelligkeiten (FH) zweier Objekte verhält sich:

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right) FH = \frac{n_1^2}{n_2^2} \quad (1)$$

Das Verhältnis bei der Abbildung von Sternen (Punkthelligkeiten - PH) zweier Objekte verhält sich dagegen:

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right) PH = \frac{D_1^2}{D_2^2} \quad (2)$$

Wie sich diese Gesetzmäßigkeiten in extremen Fällen praktisch auswirken, sei an zwei Beispielen dargestellt.

Betrachten wir zwei Optiken:

$\emptyset = 20 \text{ cm}$, $f = 20 \text{ cm}$ ($n = 1:1$)
und $\emptyset = 20 \text{ cm}$, $f = 200 \text{ cm}$ ($n = 1:10$)

Beide Objektive können auf der Fotoschicht Sterne mit gleicher Intensität abbilden, jedoch ist beim Langbrennweitigen die Helligkeit des Nachtlichtes 100fach geringer. Setzen wir den Schwarzschildexponenten (p) des Filmmaterials = 1, wie es bei modernen Astrospezialemulsionen annähernd der Fall ist, könnte das Objektiv 20/200 cm (bei gleicher Abbildungsintensität bei Punkthelligkeiten) 100 mal länger belichten. Die lichtstärkere Optik würde auf ORWO ZU 21 bereits nach 3,5 min die maximale Grenzgröße 14^m7 erreichen. Mit der Optik 20/200 cm wären hingegen 5,5 h Belichtung möglich. Daraus resultierte ein Reichweitengewinn von 5 Größenklassen, Grenzgröße 19^m7 (diese Angaben seien erst einmal in den Raum gestellt). Das sind schwächere Sterne als die 50/70 cm Schmidt-Kamera der Sternwarte Sonneberg abbildet. Ja, das 20 cm Objektiv bliebe in der Grenzgröße nur 1,5 Größenklassen hinter dem Tautenburger Schmidt-Spiegel zurück und dieser hat bekanntlich 1,34 m Öffnung.

Als zweites Beispiel betrachten wir Optiken gleicher Brennweite, jedoch unterschiedlicher Aperatur. Wir wählen die Abmessungen 50/100 cm ($n = 1:2$) und 10/100 cm ($n = 1:10$). Vom gewohnten „Öffnungsdenken“ ausgehend, ist man geneigt, der 50/100 cm Optik eine viel größere Reichweite zu bescheinigen. In der Tat, würden mit diesen Instrumenten zwei gleichlang belichtete Aufnahmen durchgeführt, hätte die 50 cm Optik, entsprechend dem Objektivflächenverhältnis, die 25fache Reichweite, würde 3,5 Größenklassen schwächere Sterne abbilden. Es geht uns hier natürlich um etwas anderes. Vergleicht man die Öffnungsverhältnisse nach der obigen Formel (1), wird ersichtlich, daß der Intensitätsunterschied bei der Abbildung von Flächenhelligkeiten ebenfalls das 25fache beträgt. Also genau der Betrag, um den das eine Objektiv Sterne heller abbildet, gibt das andere den Himmelshintergrund schwächer wieder und vermag dadurch den Intensitätsmangel bei Punkthelligkeiten durch Belichtungsverlängerung genau zu kompensieren. Die maximalen Grenzgrößen beider Optiken sind demnach gleich!

Hieraus wird ersichtlich, daß beim speziellen Problem der maximalen fotografischen Grenzgröße die wirksame Objektivöffnung, für sich gesehen, kein vorrangiges Kriterium ist. Für jede Objektivöffnung gibt es, je nach Öffnungsverhältnis, eine Vielzahl von Grenzgrößen und es bedeutete einen ziemlichen Aufwand, auf dieser Grundlage, einen Überblick über die Reichweiten der verschiedenen Instrumententypen und Abmessungen auszuarbeiten. Da dieser nicht vorliegt, ist hier, speziell im Amateurbereich, ein Nährboden für ungenaue Vorstellungen gegeben.

Worauf der Verfasser abzielt, sei an einem letzten Beispiel erklärt. Jedes handelsübliche Fotoobjektiv läßt sich abbilden. Unabhängig davon, wie dies geschieht, stets geht die Verringerung der Abbildungsintensität bei Punkthelligkeiten mit der Verringerung Intensität bei Flächenhelligkeiten konform. Dies bedeutet, wie im zweiten Beispiel, daß durch die mögliche Belichtungsverlängerung ein Objektiv bei jeder Blende die gleiche maximale Grenzgröße behält. Verschiedene Filmempfindlichkeiten schlagen sich ebenso nur im Belichtungsfaktor nieder.

Wir kommen verallgemeinernd zu folgendem Schluß: Die maximal erzielbaren Fixsterngrenzgrößen sind für eine bestimmte Brennweite stets

konstant, egal um welche Objektöffnung, instrumentelle Lichtverluste oder Filmempfindlichkeiten es sich handelt! Das Intensitätsverhältnis der maximal zu erreichenden Grenzgrößen zweier Objektive ($I_{\max}$) verhält sich demnach:

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right)_{\max} = \frac{f_1^2}{f_2^2} \quad (3)$$

Diese Betrachtungsweise setzt jedoch eine einheitliche Abbildungsgröße schwächster Sterne voraus. Nur bei kürzeren Brennweiten ist dies mit herkömmlichen hochempfindlichen Emulsionen, Sternabbildungen von 0,03–0,02 mm, annähernd gegeben. Weitere Ausnahmefälle sind dem nächsten Abschnitt zu entnehmen.

Differenzierte Lichtbündelungen auf der Fotoschicht und ihre astrofotografische Relevanz

Differenzierte Lichtbündelungen des Sternlichtes resultieren in der Fotografie aus ungenauer Fokussierung und Justierung, Nachführungsmängeln, der Qualität der Optik, dem Öffnungsverhältnis, seeing-Einfluß und der Auflösungsfähigkeit der Emulsion. All diese Faktoren wirken auf die erzielbare Fixsterngrenzgröße ein. Der Konzentrationsgrad der Lichtbündelung, bzw. die Größe der vom Sternlicht beleuchteten und zu schwärzenden Emulsionsfläche, kann einen Reichweitengewinn oder eine Einbuße bewirken, da die Abbildungsintensität des flächenhaften Nachtlichtes davon ausgeschlossen bleibt. Aus der Sicht differenzierter Lichtbündelungen wirkt die Brennweite, als Kriterium für den Vergleich maximal erzielbarer Grenzgrößen unterschiedlicher Instrumente, als ein unzuverlässiges Hilfsmittel. Der zutreffendste Schlüsselparameter in der Grenzgrößenproblematik ist die fotografische Auflösung.

Zunächst einmal verbergen nach Formel (3) die Quadrate der Brennweiten im Zahlenverhältnis genau den Faktor, der das fotografische Flächenauflösungsvermögen (A) zweier Optiken unterscheidet. (A) bestimmt sich aus dem Winkeldurchmesser kleinster Sternabbildungen. Über die Kreisflächenformel $A = \pi \cdot r^2$ wird deren Fläche in $\square''$ ermittelt. Berechnet man nach Formel (3) beispielsweise das Intensitätsverhältnis der maximal erreichbaren Grenzgrößen zweier Optiken mit $f = 6,2$ m und $f = 356$ mm, so ergibt sich ein Verhältnis von etwa 1:302 ($= 6^{\text{m}2}$ Grenz-

größendifferenz). Schwächste Sterne, 0,03 mm im Durchmesser, besitzen bei 6,2 m bzw. 356 mm Brennweite $1'' \varnothing = 0,785 \square''$ und $17:38 \varnothing = 237 \square''$. $237:0,785 = 302$

Der Faktor um den sich das fotografische Flächenauflösungsvermögen beider Optiken unterscheidet, entspricht dem Intensitätsverhältnis der maximal erreichbaren Grenzgrößen.

Abweichungen von den für Formel (3) gültigen Randbedingungen, hervorgerufen durch andersgeartete Lichtbündelungen im Bereich der Bildfläche, finden automatischen Niederschlag im Rechenergebnis, wenn wir in die Formel statt der Brennweite den Wert der fotografischen Flächenauflösung (A) in folgender Form einsetzen:

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right)_{\max} = \frac{A_1}{A_2} \quad (4)$$

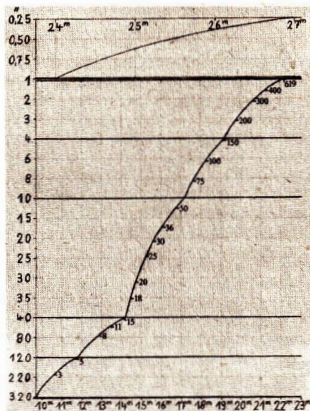
Obwohl die maximal erzielbaren Grenzgrößen im wesentlichen dem kausalen Wechselspiel von Öffnung, Öffnungsverhältnis und Hintergrundhelligkeit entspringen, was sich im Instrumentenvergleich auf das einheitliche Unterscheidungsmerkmal „Brennweite“ reduzieren läßt, impliziert Formel (4) zusätzlich den Einfluß differenzierter Lichtbündelungen. Der Grenzgrößenvergleich fotografischer Systeme (konkrete Kamera-Film-Kombinationen) läßt sich demnach direkt und unabhängig von der Brennweite aus der fotografischen Auflösung ableiten.

Hieraus können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Normalerweise gelingt es kaum, die durch die Luftunruhe bedingte fotografische Auflösungsgrenze von $1''$ zu unterschreiten. Bei einer Brennweite von etwa 6,2 m beträgt der Abbildungsmaßstab $1'' = 0,03$ mm. Die durch die Beobachtungsbedingungen gesetzte Auflösungsgrenze und die Auflösung herkömmlicher Astroemulsionen fallen hier gerade zusammen. Für die erdgebundene Astronomie stellt diese Brennweite, in Bezug auf die Auflösung und die erzielbare Grenzgröße bei Sternfeldaufnahmen, ein Optimum dar. Noch längere Brennweiten, für astrometrische Messungen günstig, bedeuten aber vom Standpunkt fotografischer Detailauflösung eine nutzlose Übervergrößerung des Abbildungsmaßstabes. Beim 6-m-Spiegel mit 24 m Brennweite werden die schwächsten Sterne auch $1''$ groß, d. h. mit 0,116 mm Durchmesser abgebildet. Gegenüber der Auflösungsgrenze von 0,03 mm Durchmesser muß hier das Licht

schwächster Sterne eine 15fach größere Fläche schwärzen, wodurch eine Reichweiteinbuße von ca. 2,9 Größenklassen eintritt! Sollten nach Formel (3) bei 24 m Brennweite Sterne bis 25^m erreichbar sein, so werden unter mitteleuropäischen Bedingungen (und herkömmlichen Filmen) nach Formel (4) nur 22^m erreicht! Der Grenzgrößengewinn wird also durch die Übervergrößerung der Seesingscheiben völlig eliminiert. Der Nutzen so großer Teleskope liegt nicht in der Sternfeldfotografie sondern in der Spektroskopie.

2. Die Benutzung hochauflösender Filme (gegebenenfalls im FAH-Verfahren [4] oder durch Wasserstoffbehandlung [5] hypersensibilisiert) macht es möglich, bei gegebener Abbildungsgüte, Sterne noch erheblich schärfer abzubilden. (Sofern das seeing dies nicht verhindert.) Derartige Aufnahmen „täuschen“ eine viel längere Brennweite in Auflösung und Grenzgröße vor (s. Bild-S. 1). Der Grund ist, die auf den Film auftreffende Lichtmenge der Sterne muß eine viel kleinere Fläche schwärzen, wodurch sich der Schwärzungsvorgang beschleunigt. Gelänge es mit kurzbreitweitigen Teleskopen, mittels superfeinkörniger Astroemulsionen, extrem winzige Sternabbildungen zu erzielen, wäre mit einem spektakulären Grenzgrößengewinn zu rechnen. Theoretisch erzeugt ein 2 m-Spiegel mit $f = 6,2$ m (fotografische Winkelauflösung $1''$) auf der Fotoschicht die gleiche Abbildungsintensität (mit gleicher Grenzgröße) wie ein 20 cm-Spiegel mit $f = 62$ cm, der ebenfalls eine Winkelauflösung von $1''$ erreichte! Dieser 20 cm-Spiegel könnte prinzipiell Sterne bis 24^m erreichen, unter mitteleuropäischen Bedingungen mindestens 22^m . Die beugungstheoretische Auflösungsgrenze eines 20 cm-Spiegels liegt bei $0,76''$. Um fotografisch $1''$ Auflösung zu erzielen, müßten die schwächsten Sterne 10 mal kleiner ($0,003$ mm $\varnothing$) als bei $f = 6,2$ m wiedergegeben werden. Das bedeutete einen 100fachen Anstieg der Abbildungsintensität, den der 2 m-Spiegel mit der Öffnung leistet. Bedenkt man, daß der gegenwärtige Spitzenfilm in der Amateurpraxis (im Bereich der H_α -Fotografie) der hypersensibilisierte Kodak TP 2415, in Technidol entwickelt, 320 Linien/mm Auflösung besitzt, scheint die Erzielbarkeit derartig winziger Sternabbildungen fast schon im Bereich des Möglichen zu liegen. Ein anderes Problem ist die Frage nach Optiken, die derartige Schärfleistungen erzielen. In Frage kämen hier Parabol-



Abhängigkeit der maximal erzielbaren Fixsterngrenzgrößen (Blaueelligkeiten) von der fotografischen Auflösung. Am linken Rand sind die Winkeldurchmesser schwächster Sternabbildungen in Bogensekunden, unten die Größenklassen gegeben. Der Kurvenverlauf gilt für herkömmliche hochempfindliche Emulsionen und günstige mitteleuropäische Beobachtungsbedingungen. Die Zahlenangaben neben den Kurven bedeuten Objektivbrennweiten in cm und markieren deren Auflösung und Grenzgröße bei kleinsten Sternabbildungen von $0,03$ mm Durchmesser. Die obere Kurve gibt Einblick über den Grenzgrößenverlauf, der bei Erzielung von Seesingscheiben $< 1''$ entstünde.

Voraussetzung dazu ist die Verwendung von Emulsionen mit bestem Signal/Rausch-Verhältnis (bzw. CCD-Kameras) unter idealsten planetaren Bedingungen.

spiegel mit Öffnungsverhältnissen zwischen 1:2,5 und 1:3,5. Das brauchbare Bildfeld wäre allerdings außerordentlich winzig. Die Anforderungen an Justierung und Fokussierung lägen im Bereich von tausendstel Millimetern. Hier besteht wohl in erster Linie eine Herausforderung an den Amateurastronomen. Die Meisterung der den Großteleskopen analogen extrem geringen Nachführungstoleranzen ist ein Hauptproblem.

Aber auch im professionellen Bereich könnte die Frage gestellt werden, ob in Zukunft zum Nachweis schwacher Objekte in jedem Fall der Einsatz der wenigen, ohnehin ausgelasteten Großteleskope unbedingt notwendig sein muß.

Das Diagramm (Seite 45) gibt einen Überblick über den Zusammenhang zwischen fotografischer Auflösung und maximal erzielbaren Fixsterngrenzgrößen. Ausgehend von Formel (4) wurden die berechneten Flächenauflösungsverhältnisse in Größenklassen übertragen. Der Ausgangswert basiert, ebenso wie in Tabelle 1, auf praktischer Erfahrung und befindet sich weitgehendst im Einklang mit Angaben anderer Quellen.

Es gelten mehrere Ausnahmebedingungen:

1. Neuere Untersuchungen über den fotografischen Nachweis schwächster Quellen führten zur Anwendung der Signal/Rausch-Theorie auf die fotografische Emulsion. Die ersten auf dieser Grundlage entwickelten extrem feinkörnigen Hochkontrast-Emulsionen waren die IIIa-J und IIIa-F Spektralplatten von Kodak. Diese zeigen unter sonst gleichen Bedingungen bis zu 2 Größenklassen schwächere Sterne als ältere Emulsionen [6]. Es wird dadurch verständlich, wieso vor 20 Jahren noch die Reichweite der größten Teleskope mit $22^m - 23^m$ angegeben wurde. Diese Grenzhelligkeit erreicht heute eine CCD-Kamera hinter einem 40 cm-Spiegel ($n = 1:15,5$). Diese Barriere sprengten die modernen Emulsionen vom Typ der Kodak IIIa-Platten. Seither erreichen Riesenspiegel (und nicht nur der 6 m-Spiegel) die natürliche Grenze erdgebundener Fotografie. Diese liegt bei etwa 24 Größenklassen. Genau diese Helligkeit ($24^m/\square$) weist unter idealen Bedingungen der Himmelshintergrund auf. Diese Grenze ist deshalb auch durch den Bau noch größerer Teleskope nicht zu überwinden. Es sei denn, die fotografische Winkelauflösung ließe sich noch irgendwie steigern. Dies gelang erstmals mit dem NTT des ESO in La Silla dank extremer Abbildungsschärfe und atmosphärischer Superlativbedingungen. Hier wurden Seeingscheibchen von $0''.33$ erreicht [7], was einer erzielbaren Grenzgröße (nach Diagramm 1) von $26^m.4$ gleichkommt.

2. Beim Einsatz von Öffnungsverhältnissen $> 1:1$ werden die im Diagramm 1 zugeordneten Grenzhelligkeiten nicht erreicht. Flächenhelligkeiten kommen mit größerer Intensität zur Abbildung als Punkthelligkeiten, wodurch Aufnah-

men „vorzeitig“ verschleiern. Kurioserweise ist hier in gewissem Sinne die „Größe der Öffnung“ sogar Ursache einer geringeren Fixsterngrenzgröße.

Der Reichweitenverlust gegenüber Diagramm 1 beträgt:

n	m	n	m	n	m
1:0,9	= 0,2	1:0,7	= 0,8	1:0,5	= 1,5
1:0,8	= 0,5	1:0,6	= 1,1		

3. Weitere Ausnahmebedingungen sind durch unterschiedliche atmosphärische Transmissionen und Fremdlichtbelastungen gegeben. So werden z. B. unter den Beobachtungsbedingungen hier zu Lande bei Seeingscheibchen von $1''$ kaum die zu erwartenden hohen Grenzgrößenwerte erreicht, da ruhige Luft oft mit dunstigem Hochdruckhimmel gepaart ist.

4. Auch entwicklungsbedingte fotografische Effekte nehmen Einfluß auf den Kurvenverlauf im Diagramm.

Warnung

Allen Sternfreunden, denen dieser Beitrag „Wasser auf die Mühlen ihrer langbrennweitigen Träume“ ist, sei gesagt, daß es hier um eine vereinfachte Beschreibung eines theoretischen Sachverhaltes ging. Die praktische Ausführbarkeit maximal belichteter Himmelsaufnahmen ist entscheidend mit großen Öffnungsverhältnissen und großen Öffnungen verknüpft. Auch wenn prinzipiell ein 40 cm-Spiegel die Grenzgröße des 6 m-Spiegels aufweisen kann, bleibt die praktische fotografische Realisierung dieser Grenzgröße im

Tabelle 1: Maximale Belichtungszeiten zweier Filmmaterialien, in Abhängigkeit vom Öffnungsverhältnis (n). Gültig für günstige mitteleuropäische Beobachtungsbedingungen.

ORWO NP 27		ORWO ZU 21	
n	$p \approx 0,75$	n	$p \approx 1$
1: 1	= 3,7 min		3,5 min
1: 1,5	= 11 min		7,5 min
1: 2	= 24 min		13,5 min
1: 2,8	= 58 min		26 min
1: 3,5	= 1 h 45 min		41 min
1: 4,5	= 3 h 25 min	1 h 10 min	
1: 5	= 4 h 30 min	1 h 25 min	
1: 5,6	= 6 h 10 min	1 h 45 min	
1: 6	= 7 h 20 min	2 h --	
1: 7	= 11 h 5 min	2 h 45 min	
1: 8	= 15 h 50 min	3 h 35 min	
1: 10	= 28 h 45 min	5 h 30 min	
1: 15	= 84 h 45 min	12 h 30 min	
1: 20	= 182,5 h	22 h 15 min	

wesentlichen den Riesenteleskopen vorbehalten. Besonders in der Nebelfotografie kommt es auf die Ausbelichtung der Aufnahmen an, was bei Öffnungsverhältnissen $< 1:6$, selbst mit den empfindlichsten Filmen, zu einem zeitraubenden mühseligen Unterfangen wird. Hinzu kommen extreme Anforderungen an die Nachführungs-genauigkeit, die lange Brennweiten, besonders für den Amateur, nur schwer beherrschbar machen. Wer die Grenzen des Machbaren in der Nebelfotografie erstrebt, mittels strenger Filter die Helligkeit des Himmelshintergrundes herabzusetzen gedenkt, benötigt extrem große Öffnungsverhältnisse (möglichst $> 1:2$) und muß selbst dann unter Umständen lange Belichtungszeiten in Kauf nehmen. Hier wachsen für lichtschwächere Objektive die Belichtungszeiten schnell ins „Unermessliche“.

Wie die Realisierbarkeit maximal belichteter Himmelsaufnahmen vom Öffnungsverhältnis und dem Filmmaterial abhängen, zeigt Tabelle 1. Die Gegenüberstellung der beiden Materialien macht die Bedeutung des Schwarzschildexponenten (p) deutlich. Die Belichtungszeit für ORWO NP 27 basieren auf einem Erfahrungswert des Verfassers. Von diesem ausgehend wurde die Tabelle nach folgender Formel berechnet:

Verhältnis der Belichtungszeiten (t) zweier Öffnungsverhältnisse (unter Berücksichtigung des Schwarzschildexponenten)

$$\frac{t_2}{t_1} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^{\frac{2}{p}} \quad (5)$$

Der Ausgangswert für die Angaben zur ORWO ZU 21-Platte stammt von Dr. Börngen (Tautenburg).

Literatur: [1] Paul Ahnert, „Kalender für Sternfreunde“ 1981; S. 140, Johann Ambrosius Barth, Leipzig. – [2] „Brockhaus abe Astronomie“; VEB Brockhaus Verlag Leipzig, 1976, S. 108. – [3] „Astroamateure“, Schriften der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, 1962, S. 95. – [4] W. Högnér, Zur Optimierung astronomischer Photogramme durch das FAH-Verfahren; „Die Sterne“ 1971/4. – [5] Staettgenmeyer, Gachypersensibilisierung von Filmmaterial, „Sterne und Weltraum“ 1982/12. – [6] Roger Leifert und Thomas Mihatsch, der Kodachrome 64 als Astrofilm für die Langzeitfotografie, „Sterne und Weltraum“ 1988/1, S. 42. – [7] J. Gürtler und J. Dorschner, Erste Aufnahmen mit dem New Technology Teleskope der ESO: Erwartungen der Astronomen voll erfüllt, „Die Sterne“ 1989/5. – [8] W. A. Baum, The detection and measurement of faint astronomical sources; Astronomical Techniques, S. 10, The University of Chicago press, 1960. – [9] B. D. Wallis and R. W. Provin, A manual of advanced celestial photography; S. 98, Cambridge University press, 1988.

Navigationssatelliten – eine kurze Übersicht

H.-D. NAUMANN

Obwohl erste Experimente mit Navigationssatelliten bereits frühzeitig begannen (TRANSIT 1-B, Start April 1960), haben sich ursprüngliche Prognosen und Nutzungserwartungen bisher nicht erfüllt. Hierfür sind vor allem folgende Gründe maßgebend:

1. Entwicklung und Erprobung sowie Nutzung von Navigationssatelliten erfolgten anfangs ausnahmslos, später vorherrschend unter militärischen Prioritäten und dadurch bedingter Geheimhaltung. Im Gegensatz zu Nachrichtensatelliten erfolgten keine eigenständigen parallelen Aktivitäten in Zivilbereichen.

2. Die militärische Dominanz verstärkte die Verunsicherung besonders auch bei potentiellen Nutzern außerhalb der betreibenden Länder, da in Krisensituationen immer mit einer Außerbetriebsetzung des Systems für zivile Nutzer gerechnet werden muß.

3. Für die weltweite Navigation im Luft- und Seeverkehr bestanden durch das Zusammenwirken regionaler Systeme auch global wirksame Lösungen, die lange Zeit den bestehenden Anforderungen gerecht wurden. Deshalb war die Investitionsbereitschaft der Schiffseigner relativ gering, zumal Schiffsanlagen für die Satellitennavigation relativ investaufwendig waren.

4. Bis heute stehen internationale Systementscheide zur Technik aus und ist die Frage noch nicht eindeutig beantwortet, ob künftig alle Nutzerbedürfnisse optimal durch ein und durch welches System befriedigt werden können, obwohl Systeme wie GPS-NAVSTAR und GLONASS favorisiert sind.

5. Für Navigationssatellitensysteme besteht bis heute keine unabhängige internationale Betreibergesellschaft, die freien Zugriff gewährleistet, wie beispielsweise auf dem Gebiet des Mobilfunks die Internationale Schiffsfunksatelliten-Organisation INMARSAT. Die Einbeziehung von Navigationssatelliten-Funkdiensten in die Dienstleistungen dieser Organisation wäre ein logischer Schritt, der von INMARSAT angestrebt wird.

Technik

Die technischen Grundlagen und Funktionsprinzipien von Navigationssatellitensystemen sind in der Fachliteratur hinreichend beschrieben (siehe [1] bis [4] als allgemein zugängliche DDR-Literatur). Deshalb sollen hier nur einige kurze grundlegende Anmerkungen zusammenfassend gemacht werden.

Für Navigationssatellitensysteme sind prinzipiell zwei Lösungsvarianten möglich und betrieben und erprobt worden:

1. Systeme auf der Basis der Messung von Entfernungsänderungen
2. Systeme auf der Basis der Messung von Entfernungen (bzw. auch Winkeln).

Beide Varianten sind als Fremd- oder als Eigenortung realisierbar. Bei der Eigenortung werden Satellitensignale im ortenden Fahrzeug, das selbst keine Signale aussendet, aufgenommen und ausgewertet. Der Geräteaufwand beim Nutzer ist hoch. Die Teilnehmerzahl am System ist unbegrenzt. Bei der Fremdortung erfolgen Aufnahme und Auswertung vom Nutzer über Satelliten ausgestrahlter Signale oder wiederausgestrahlter Satellitensignale in Bodenzentralen, von denen die Ortungsergebnisse via Satellit zum Nutzer rückübertragen werden. Der Aufwand beim Nutzer ist gering, die Teilnehmerzahl jedoch begrenzt. Für künftige globale, frei verfügbare Systeme kommen deshalb nur Systeme mit Eigenortung in Betracht.

Systeme auf der Basis der Messung der Entfernungsänderung nutzen relativ niedrig umlaufende Satelliten. Auf der Grundlage des Dopplereffektes wird der Zeitpunkt der geringsten Entfernung Nutzer-Satellit ermittelt. Aus ihm und der genauen Kenntnis der Satellitenbahn ergibt sich der Standort. Hohe Genauigkeit erfordert die Berücksichtigung der Eigengeschwindigkeit des Nutzers sowie die Eliminierung ionosphärischer Signalbrechung, was die gleichzeitige Messung auf zwei verschiedenen Frequenzen erfordert.

Systeme auf der Basis der Messung von Entfernungen nutzen auf relativ hohen Bahnen umlaufende oder geostationäre Satelliten. Gemessen wird gleichzeitig die Entfernung zu mehreren, in der Regel mindestens 3 Satelliten auf der Basis von Signallaufzeitmessungen. Bei Zweiwegverfahren strahlt der Nutzer Signale zu Satelliten aus und empfängt sie transponiert. Bei Einwegverfahren strahlen die Satelliten Signale aus, die der

Nutzer empfängt und auswertet. Sehr wichtig ist eine genaue Zeitsynchronisation zwischen allen Komponenten, die bei den heute erforderlichen Genauigkeiten nur mit Atomnormalen erreichbar ist (1 μ s Fehler: 300 m Ungenauigkeit). Alle Systeme mit Eigenortung erfordern, daß dem Nutzer systemintern alle notwendigen Hilfsangaben übertragen werden, insbesondere Bahn- und Daten der Satelliten sowie notwendige Zeitsynchronsignale.

Navigationssatellitensysteme

Bestehende Systeme (operationeller oder präoperationeller Betrieb)

1. Systeme auf der Basis der Messung von Entfernungsänderungen

- ZIKADA (UdSSR)

Satelliten: KOSMOS, NADESHDA; jeweils 4 bis 5 in Betrieb

Bahnlage: 1000 km Höhe, 83° Neigung

Prinzip: Eigenortung

Genauigkeit: Unterschiedliche Angaben 80 bis 100 m $\pm$ 200 m

Frequenzen: 150 MHz/400 MHz

Betriebsbeginn: 1967

Zivile Nutzbarkeit: 1970

- NNSS (USA)

Satelliten: TRANSIT, OSCAR; jeweils 4–5 in Betrieb

Bahnlage: 1000 km Höhe, polare Bahn

Prinzip: Eigenortung

Genauigkeit: ca. 100 m

Frequenzen: 140 MHz/400 MHz

Betriebsbeginn: 1959

Zivile Nutzbarkeit: Mitte der 60er Jahre, (Bis 1992 gesichert, dann Außerbetriebsetzung oder Verkauf an privaten Betreiber nach voller Betriebsfähigkeit GPS.)

2. Systeme auf der Basis von Entfernungsmessungen

- NAVSTAR-GPS (USA)

Satelliten: NAVSTAR, im Endausbau 24, davon 3 Reservesatelliten

Bahnlage: rd. 18000 km Höhe, 63° (55°) Neigung

Prinzip: Eigenortung, Einwegprinzip

Genauigkeit: Bis herab zu 10 m

Frequenzen: 1,22 GHz/1,57 GHz

Betriebsbeginn: 1974 (präoperationell)

Kommerz. Nutzung: ab 1991/92



„Kalifornia-Nebel NGC 1499 im Perseus“ aufgenommen am 28. 1. 89 mit Kleinbildoptik SMC Pentax-A 1:1,2/50 mm, abgeblendet auf 1:2,8; Lumicon H-alpha-Pass-Filter, hypersensibilisierter Kodak TP 2415-Film, Nachführung auf T-Montierung mit batteriegetriebenem elektrischen Antrieb, belichtet von 19.29–19.52 MEZ in Leipzig (Connewitzer Holz, Hakenbrücke). Dieses hochaufgelöste Foto, mit schwächsten Sternabbildungen von nur 0,01 mm Durchmesser, „täuscht“ eine Aufnahme mit etwa 15 cm Brennweite auf herkömmlicher hochempfindlicher Emulsion vor. Die Grenzgröße ist durch das verwendete Rotfilter reduziert.

Foto: W. Fischer

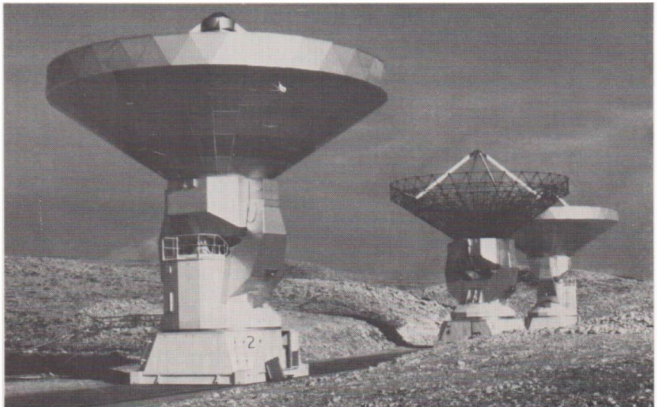


Nur noch eine leere Hülle – die einst unter den Königsbrückern so beliebte „Heidesternwarte“ von Sattlermeister Martin Wendler. Zum Beitrag Seite 47.

Repro: Helfricht

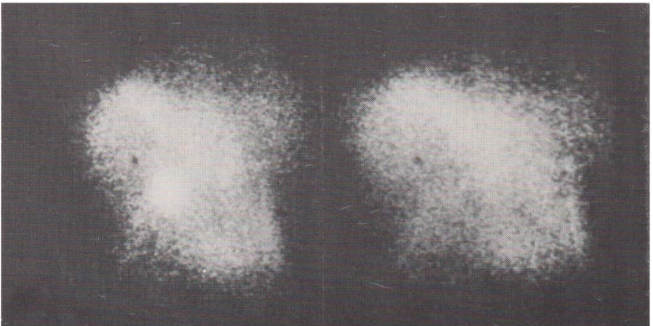
Die drei je 15 m im Durchmesser großen Reflektoren des IRAM-Arrays auf dem französischen Plateau de Bure, die der radioastronomischen Forschung dienen.

(MPG-Pressbild)





Im Krebsnebel, einer sich nach Supernova-Ausbruch sich noch immer mit ca. 1000 km/s ausdehnenden Wolke (oben im sichtbaren Licht) befindet sich ein rotierender Neutronenstern, ein Pulsar. Er sendet alle 0,033 s einen Blitz energiereicher Strahlung, die auch im Röntgenbereich etwa 30 mal pro Sekunde „an-“ und „ausgeht“, wie die Aufnahmen (unten) des „Einstein“-Röntgensatelliten zeigen. Fotos: MPG-Pressedienst



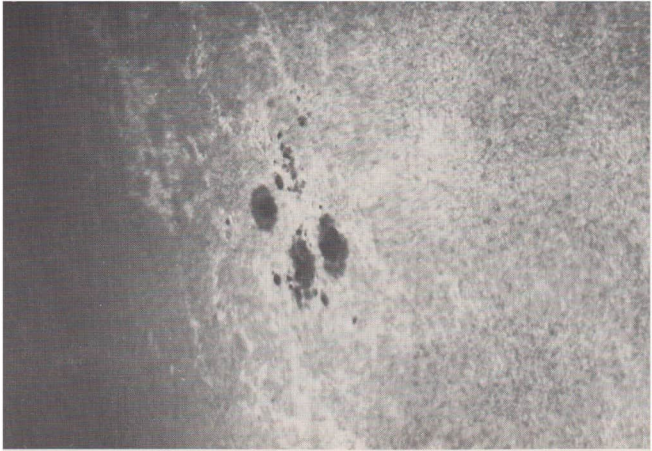


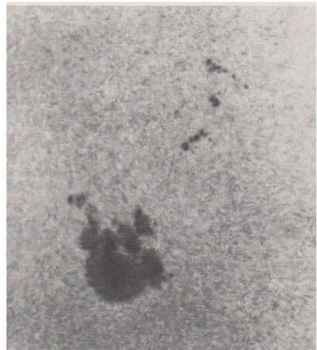
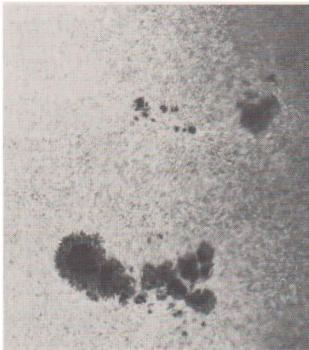
Abb. 2 (oben): Ostrand der Sonne, 1989 XI 21, 9.50 UT, Coudé-Refraktor 150/2250 mit Planetenkamera, Äquivalentbrennweite 14,2 m, Belichtungszeit 1/500 s, MA 8, Entwicklung in MH 28 (1:4) 23 °C etwa 5 min.

Zum Beitrag S. 59: Sonnenfotos hoher Auflösung

Abb. 4 (re. u.): Sonnenfleckengruppe, 1989 XI 30, 10.30 UT, Belichtungszeit 1/1000 s, MA 8, Entwicklung in MH 28 (1:4) 29 °C etwa 4 min.

Fotos: F. Andreas

Abb. 3 (li. u.): Fleckengruppe nahe der Sonnenmitte, 1989 XI 21, 9.50 UT, Instrumentierung, Belichtung und Entwicklung wie oben.



- **GLONASS (UdSSR)**

Satelliten: KOSMOS; im Endausbau 24, davon 3 Reservesatelliten (bis 1991 10 – 12 im Einsatz)

Bahnlage: rd. 19000 km Bahnhöhe, 65° Neigung

Prinzip: Eigenortung, Einwegprinzip

Genauigkeit: 100 m

Frequenzen: 1,25 GHz/1,60 GHz

Betriebsbeginn: 1976 (präoperationell)

Kommerz. Nutzung: 1991/92 (1995 mit voller Satellitenkapazität)

- 3. Sonstige Systeme

- **STARFIX (PANAV, Texas)**

Satelliten: Verfügbare geostationäre Nachrichtensatelliten

Prinzip: Eigenortung, Zweibegebetrieb

Genauigkeit: 10–30 m (nur regional für USA und Golf von Mexiko)

Frequenzen: 4/6 GHz-Bereich

Betriebsbeginn: 1986

Bestehende Satellitensysteme mit Ortungs- und Navigationsfunktionen

- **KOSPAS-SARSAT (UdSSR, USA, Kanada und Frankreich Träger, weitere Länder Teilnehmer)**

Funktion: Such- und Rettungssystem für Notfälle mit Ortungsfunktion der Notfallstelle

Satelliten: KOSMOS (UdSSR),

NOAA (USA), jeweils mindestens 4 in Betrieb

Prinzip: Fremdortung, zu ortendes Objekt benötigt keine Ortungsinformationen

Genauigkeit: 2 km bis 20 km

Frequenzen: Internationale Notruffrequenzen 121,5 MHz, 243,0 MHz, 406 MHz

Betriebsbeginn: 1982

- **ARGOS (Frankreich, USA)**

Funktion: Datensammelsystem für feste und mobile Datensammelplattformen; Verfolgung mobiler Objekte, wie z. B. Eisberge, Tierwanderungen u. ä.

Satelliten: NOAA

Prinzip: Fremdortung, zu ortende Objekte benötigen keine Ortungsinformationen

Genauigkeit: 1–3 km

Frequenz: 400 MHz

Betriebsbeginn: 1978

Weitere Systemvorschläge

- **GEOSTAR/LOCSTAR (USA, Westeuropa)**
Navigationssystem für Luft- und Landverkehr; seit 1988 präoperationelle Phase; arbeitet mit

Fremdortung, Zweiwegverfahren und geostationären Satelliten.

- **INMARSAT (International) Operationelles System für Schiffsfunk, künftig auch andere Mobilfunkdienste; geplant ist künftig die Aufnahme auch von Navigationssatellitendiensten, entweder auf der Basis von eigenen Satelliten oder aber durch Vermittlung von Diensten anderer Systeme, wie GPS oder GLONASS.**

- **GRANAS (BRD:SEL)**

Systemvorschlag für weltweites System für alle terrestrischen Verkehrsarten; Eigenortung mit 20 Satelliten in fünf 12 h-Orbits (keine Atomuhren)

- **NAVSAT (ESA)**

Systemvorschlag wie GRANAS; Eigenortung, Raumsegment ähnlich GPS, jedoch ohne Atomuhren.

- **NAVCOM (BRD:DFVLR)**

Systemvorschlag; Eigenortung, Raumsegment wie GPS, Zeitsynchronisation jedoch durch zusätzliches System geostationärer Satelliten.

- **SERES (BRD:MBB/ERNO)**

Systemvorschlag für Such- und Rettungssystem mit Ortungsfunktion, Ortungsinformation fällt in Bodenstationen an. Grundgedanke ähnlich KOSPAS-SARSAT jedoch Nutzung der geostationären Satelliten von INMARSAT zur Informationsübermittlung.

Die vier letztgenannten Vorschläge haben bisher lediglich Systemstudiencharakter. Teilweise wurden einzelne Demonstrationsversuche durchgeführt. Konkrete Realisierungsvorhaben bestehen nicht. Der fortgeschrittene Stand bei GLONASS und GPS schränkt Realisierungschancen weiterer Systeme drastisch ein. Chancen haben Vorschläge, die diese Systeme hinsichtlich Genauigkeit und Nutzbarkeit erweitern, wie NAVCOM oder NAVSAT.

Tendenzen

Bisher und heute werden Navigationssatelliten im zivilen Bereich vorwiegend in der Schifffahrt genutzt. Die internationale Zivilluftfahrt zeigt wachsendes Interesse an der Nutzung. Ein dynamischer Einsatzbereich eröffnet sich im ländlichen Verkehrswesen, das noch vor wenigen Jahren hierfür kaum in Betracht gezogen wurde. Hier geht es z. B. um die laufende Ortung von Fernlastzügen bei Fahrten durch wenig besiedelte Gebiete, wie etwa Wüstenregionen. Ein weiteres Anwendungsgebiet sind sog. Autofahrer-

Zielführungssysteme, wie sie z. Zt. in Westeuropa unter Bezeichnungen wie EVA, ALI-X oder ALI-SCOUT erprobt werden. Grundgedanke ist eine optimale Führung eines Autofahrers zwischen Start- und Zielort auf Basis bordeigener Computertechnik. Die dabei notwendige kontinuierliche Navigation, heute als Koppelnavigation mit Wegemessung durch Radsensoren ausgeführt, sollen künftig Navigationssatelliten übernehmen.

Hierfür entwickelte Anlagen für die GPS-Nutzung durch PKW's sind kaum noch größer als ein Autoempfänger.

Damit eröffnet sich für Navigationssatelliten künftig ein extrem breites Nutzerspektrum im militärischen und zivilen Bereich, angefangen von der Verfolgung von „Wanderwegen“ von Mensch (Expeditionen) und Tier bis zum Überschall-Militärflugzeug. Es ist heute noch nicht entscheidbar, ob alle daraus resultierenden Forderungen durch ein System erfüllbar sind, zumal viele Nutzer, vor allem im Festlandverkehr, neben der Navigation noch andere Dienstleistungen, vor allem im Kommunikationsbereich durch ein Satellitensystem fordern. Mit voller Inbetriebnahme werden in der ersten Hälfte der 90er Jahre die verwandten Systeme GPS und GLO-NASS die Systeme NNSS und ZIKADA ablösen und dominieren. Weiterentwicklungen sind in Abhängigkeit von Betriebserfahrungen sicher mittelfristig zu erwarten.

Literatur-Auswahl: Mansfeld, W.: Funkanlagen für Ortung und Navigation; transpress-Verlag für Verkehrswesen, Berlin, 1983. – Philipow, E.: Taschenbuch der Elektrotechnik Bd. 4, Kap. 2.5.2. Navigationssatelliten, VEB Verlag Technik Berlin. – Mansfeld, W.: Funkortungs- und Navigationssystem NAVSTAR-GPS; rfe, 37 (1988) 11, S. 723–727. – Westphal, G.: Satellitennavigationssystem für die Luftfahrt; rfe, 38 (1989) 11, S. 733. – Dodel, H.: u. a.: Derzeitige und zukünftige weltweite Ortung und Navigation für alle Verkehrsarten; ntz, 41 (1988) 6, S. 320–343. – o. V.: UdSSR im Weltraum – Das Jahr 2000; APN-Verlag Moskau, 1989. – o. V.: Satelliten als Navigationsbesteck; Funkschau, 61 (1989) 15, S. 32–35. – Condon, P.: NAVSTAR GPS; Interavia, (1986) 12, S. 1397–1400.



Hermann Oberth verstorben

Am 28. Dezember 1989 verstarb in einer Nürnberger Klinik der deutsche Raketen- und Raumfahrtpionier Prof. Dr. h. c. mult. Hermann Oberth im 96. Lebensjahr. Oberth war der letzte noch lebende Vertreter der Raumfahrtspioniere der ersten Generation und er war der einzige die-

ser Generation, der den Beginn der praktischen Raumfahrt und die Verwirklichung der Mehrzahl seiner Ideen – er selbst schätzte die Zahl einmal zu 90 % ein – miterleben konnte.

Am 25. Juni 1894 im siebenbürgischen Herrmannstadt geboren, interessierte sich Oberth schon als Gymnasiast für technische Probleme der Weltraumfahrt. Die kritische Auseinandersetzung mit Jules Vernes utopischen Mondflugromanen führten ihn zur Erkenntnis des Antriebsproblems als Schlüsselproblem jeglicher Raumfahrt überhaupt und des Rückstoßprinzips als dessen einzig reale Lösung. Nach dem Physikstudium in München, Göttingen und Heidelberg publizierte er 1923 seine von der Universität Göttingen abgewiesene Dissertation „Die Rakete zu den Planetenräumen“ und löste damit landesweit einen wahren Raumfahrtboom aus. Zusammen mit seinem 1929 veröffentlichten zweiten Buch „Wege zur Raumschiffahrt“ gehört es zu den Standardwerken der frühen wissenschaftlichen Raumfahrt- und Raketenliteratur. Von 1928 bis 1930 war Oberth in Berlin tätig, wo u. a. sein erster Raketenmotor mit flüssigen Treibstoffen entstand. Sein weiterer Weg führte ihn nach Professuren in Wien und Dresden 1941 zur Heeresversuchsanstalt Peenemünde. Hier arbeitete Oberth unter seinem einstigen Schüler W. v. Braun an Zukunftsprojekten sowie der Überprüfung von Patenten auf ihre Verwertbarkeit. V. Braun war es auch, der Oberth 1955 nach Huntsville (USA) holte. Während seiner fünfjährigen Tätigkeit in dieser Stätte legte er 1957 eine Vorstudie für die bemannte Mondlandung vor. In die BRD, wo er schon 1943 Feucht bei Nürnberg zu seiner Wahlheimat gemacht hatte, zurückgekehrt, wandte sich Oberth mehr und mehr von der Raumfahrt ab und philosophischen Fragen, Problemen der Mensch-Umwelt-Natur-Beziehungen und Problemen umweltfreundlicher Techniken, z. B. auf dem Energiesektor zu.

H. Oberth hat mit mehr als 100 wissenschaftlichen Veröffentlichungen sowie zahlreichen Patenten einen ebenso vielseitigen wie tiefgründigen Beitrag zur wissenschaftlichen Begründung der Raumfahrt geleistet. Seine sowohl theoretischen als auch praktisch-experimentellen Beiträge sind unter den Raumfahrtbeiträgen der Pioniere der ersten Generation als die bedeutungsvollsten zu bewerten. Die hohe Wertschätzung, die ihm und seinem Lebenswerk international

entgegengebracht wurde, belegen zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen. So ist Hermann Oberth Ehrenbürger von Kaluga, der Geburtsstadt Ziolkowskis, und Träger der Ziolkowski-Medaille. Unsere Akademie der Wissenschaften verlieh ihm die Leibniz-Medaille. In der BRD trägt eine Raumfahrtgesellschaft, die Hermann-Oberth-Gesellschaft (HOG) seinen Namen. Zu den Trägern der von ihr gestifteten Hermann-Oberth-Medaille gehört unser Fliegerkosmonaut S. Jähn. In Oberths Heimatstadt Feucht befindet sich zu Ehren des verdienstvollen Raumfahrtpioniers das Hermann-Oberth-Museum, dessen Bestreben es ist, sein Lebenswerk und die Entwicklung seiner Ideen zu dokumentieren. (Vgl. auch AuR 22 (1984) 4, S. 74–77.)

H.-D. NAUMANN



Wenn Sternwarten sterben ...

JÜRGEN HELFRICHT

Im Staatsarchiv Dresden ist die Akte Nr. 10183/82 des sächsischen Ministeriums für Volksbildung, angelegt im Jahre 1938, archiviert. Sie enthält u. a. mehrere Schreiben des Direktors der Leipziger Universitätssternwarte, Professors Hopmann, die sich mit der eventuellen Angliederung eines Observatoriums in Telnitz an sein Institut befassen. Recherchen lenkten mein Augenmerk auf diese Akte und die Doppelausgabe 1/2 der Zeitschrift „Die Himmelswelt“ des Jahres 1939, in der ein längerer Beitrag über die damalige Deutsche Universitätssternwarte in Prag und ihren Zweig in Telnitz zu finden ist. Ein Tagesausflug im Spätherbst vorigen Jahres führte mich dann zu der heutigen Telnice in der ČSFR. Unweit der Grenzübergangsstelle Zinnwald-Georgenfeld, an der Straße zwischen Teplice und Děčín, liegt diese kleine Gemeinde. Von der Sternwarte ist hier kaum noch etwas bekannt. Nach Stunden vergeblicher Suche erfuhr ich von einer Bahnwärtersfrau und einem Taxifahrer den Weg, der zu dem vor 50 Jahren so oft erwähnten Observatorium führt – einer heute mit Gestrüpp überwucherten, geplünderten und von den umstehenden Laubbäumen eines Waldstückes am Hang völlig verdeckten Ruine.

Das traurige Los dieses Himmelsobservatoriums war der Anstoß, nach dem Zustand einiger Stern-

warten im Bezirk Dresden zu forschen. Da folgend Eindrücke und Gedanken wahrscheinlich ein nicht nur auf den sächsischen Bezirk begrenztes Problem berühren, seien sie hier den Lesern von ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT zur Diskussion gestellt.

Etwa 120 Sternfreunde gibt es im Bezirk Dresden. Setzt man diese Freizeitastronomen mit der Gesamteinwohnerzahl ins Verhältnis, so ist jeweils ein Liebhaber von Muse Urania unter 15000 Erdenbürgern zu finden. Statistisch ist es also kaum verwunderlich, daß die Fachgruppe der Bezirksstadt (500000 Einwohner) nur ganze 30 Mitglieder zählt. Demgegenüber besitzt die Oberlausitzer Gemeinde Sohland (6000 Einwohner) aber 18 aktive Freunde des gestirnten Himmels. Die hier wirkenden Mechanismen zu ergründen ist nicht Ziel dieses Beitrages. Es interessiert vielmehr, daß auf die 120 Sternfreunde (zweifelloso existiert darüber hinaus eine beträchtliche „Dunkelziffer“, zu der auch viele Leser von AuR gehören) 24 Observatorien unterschiedlicher Eigentumsformen kommen: elf Schul-, acht Privat- und fünf Volkssternwarten. Man versuche, eine zweite Freizeitbeschäftigung im Lande zu finden, die sich auf solche Sachwerte stützen kann (bzw. könnte), die so viele Bauwerke ihr eigen nennt!

Bis auf acht vor 1957 errichtete Warten hatte vor allem die Begeisterung breiter Bevölkerungskreise für die Raumfahrt und die diesem Phänomen geschuldete Einführung des Astronomieunterrichtes zu einem solchen Bau-Boom beigetragen. Doch die Euphorie des Gründungsfiebers scheint längst vorbei zu sein. Heute gilt es wohl vor allem, die bestehenden Einrichtungen zu bewahren.

Am zahlreichsten sind die *Schulsternwarten* im Bezirk Dresden vertreten. Doch nicht jede so bezeichnete Einrichtung ist in alleiniger Hand einer Schule. Neben Rechtsträgerschaften der Kommunen gibt es wie im Falle der Schulsternwarte Lauenstein sogar private Anteile des Astronomielehrers. Auf der anderen Seite bestehen auch sogenannte Volkssternwarten, wie die in Radebeul, die von Lehrern hauptamtlich betreut werden. Hinsichtlich ihrer Größe und Ausstattung unterscheiden sich die Schulsternwarten des Bezirkes beträchtlich. Neben den von jeweils mehreren Mitarbeitern (meist Pädagogen) unterhaltenen Sternwartenkomplexen mit Planetarium in Bautzen, Radebeul- und Görlitz dominieren je-

doch die ehrenamtlich geleiteten Ein-Mann-Unternehmen.

Organisationsgenies, wie Nitschmann und Kollar, hatten es in Bautzen und Radebeul verstanden, möglichst große Instrumente anzukaufen und erst danach die zuständigen Stellen um weitere Gelder und Kapazitäten für die nun zwingend notwendigen Gebäude zu ersuchen. Jenen, die treu und brav erst die Sternwarte bauten, blieb am Ende nur noch wenig Geld für das Instrument übrig – die Warten blieben in ihren Ausmaßen bescheiden. Es gab aber auch den Fall, daß ein Kleinplanetarium wegen der Unbeweglichkeit der Behörden über 20 Jahre lang in Kisten verpackt im Schulkeller lagerte, um schließlich weiterverkauft zu werden. Sternfreund Risse aus Dresden weiß so manches Lied über den Umgang mit dem Amtsschimmel zu singen.

Wenn ich vom Sternwartensterben schreibe, meine ich vor allem die kleinen Schulsternwarten. Es ist offensichtlich, daß viele von ihnen kaum genutzt werden. Seitdem die schulobligatorischen Beobachtungen vorwiegend am „Telementor“ absolviert werden, geht ihre Bedeutung weiter zurück. Fast alle kleinen Sternwarten dieser Art werden jeweils von einem einzigen Lehrer betreut. Mit einer Arbeitsgemeinschaft laut Rahmenprogramm und zwei Führungen für den Patentreib pro Jahr glaubt mancher der Öffentlichkeitsarbeit Genüge getan zu haben. Nur wo der Verantwortliche auch der Sternwartengründer ist, fand ich meist wirkliches Interesse vor. Doch sind diese Pädagogen heute im Pensionsalter, und es fehlte an engagiertem Nachwuchs. Die um ihre Schulhoheit besorgten Direktoren verweigern fast überall Sternfreunden den Zutritt. Verschiedene Schulsternwarten, wie die in Neustadt, Riesa und Strehla, eignen sich auch nur bedingt für amateurastronomische Tätigkeit. Baute man sie doch in erster Linie nach ökonomischen und architektonischen Gutachten einfach aufs Schuldach, wo eine Justierung wegen der Erschütterungen kaum möglich ist. Die Schulsternwarte in Neustadt ist darüber hinaus dem baulichen Verfall und das Instrument der Korrosion preisgegeben.

Wenn heute seitens des verantwortlichen Ministeriums die Existenzberechtigung des Astronomieunterrichtes angezweifelt wird, müssen wir Sternfreunde unsere Schlußfolgerungen ziehen. Zwei nachahmenswerte Beispiele gibt es bereits im Bezirk. So gelang es Mitgliedern des Kultur-

bundes in Radeberg und Kamenz, zwei Schulsternwarten vor dem weiteren baulichen Verfall und dem durch die Astronomielehrer verschuldeten astronomischen Siechtum zu bewahren. Neben dem neuen Putz und Farbanstrich herrscht nun vor allem ein neuer Geist in diesen Observatorien.

Immerhin bestehen heute noch acht *Privatsternwarten* im Bezirk Dresden. Diejenigen von Manfred Baron von Ardenne (siehe AuR 3/88) und dem verstorbenen Johannes Classen wurden sogar weit über die Landesgrenzen hinaus bekannt. Privatsternwarten sind persönliches Eigentum, und nur dem betreffenden Sternfreund obliegt es, über seinen Besitz zu entscheiden. Doch können Informationen vielleicht Denkanstöße geben. In den letzten 50 Jahren sind im heutigen Bezirk Dresden viele Privatsternwarten eingegangen. Nur drei Schicksale seien genannt: Die Warte des Marmeladenfabrikanten Haupt in Radebeul erhielt 1945 einen Bombenvolltreffer und wurde nicht wieder aufgebaut. Die von Richard Hiller in Ebersbach wurde nach des Besitzers Tod Eigentum der Kreisstation „Junger Naturforscher“ in Löbau, wo das Instrumentarium verschwand. Die Erbin von Sattlermeister Martin Wendler verkaufte in den siebziger Jahren die Fernrohre seiner „Heidesternwarte“ nach Rodebusch. Mehr als 5000 Besucher hatten sich zwischen 1946 und 1970 in das Gästebuch des Königsbrücker Liebhaberastronomen Wendler eingetragen; die leere Kuppel dient heute als Schuppen (s. Bild-S. II).

Es ist bezeichnend für viele Sternwarten in privater Hand, daß die Erben nichts mit ihnen anfangen wissen. Leider wurde oft versäumt oder – wie im Falle Classens – sogar verhindert, daß sich ein Kreis interessierter Sternfreunde zusammenfand. Bezeichnend ist auch das absolute Desinteresse der für das Gemeinwohl Verantwortlichen, die Sternwarten als lokale Attraktion und Bildungsstätte zu erhalten. Jeder Fachgruppe, jedem Sternfreund sollte es am Herzen liegen, alles nur erdenklich Mögliche für den Fortbestand dieser Warten zu tun.

Leider ist im sächsischen Bezirk auch eine Volkssternwarte in Todesgefahr. Wenig bekannt ist wahrscheinlich, daß in der Uhrenstadt Glashütte eine der ältesten deutschen Volkssternwarten existierte. Die 1910 gegründete Warte besaß immerhin einen Refraktor 140/2100. Nachdem eine Sanierung der drehbaren Kuppel seit Anfang der

siebziger Jahre vom Rat der Stadt immer wieder verschleppt worden war, blieb nur noch die Demontage des Instruments übrig. Bedauerlich, daß auch der ortsansässige Optikermeister, der seit geraumer Zeit das Sternwartengrundstück bewohnt, nichts zur Rettung dieses traditionsreichen Observatoriums unternimmt. Noch erinnert die mit Patina überzogene Kuppel hoch über Glashütte an unvergeßliche Erlebnisse bei der Beobachtung des Sternenhimmels. Noch könnte eine schnell eingeleitete Intensivtherapie Rettung in Aussicht stellen. Sollten wir nicht hier und anderswo sofort eingreifen, um den Exitus wie in Telnitz zu verhindern?



Sonnenfleckenzahlen September bis November 1989

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center, Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE des Kulturbundes der DDR

d	September		Oktober		November	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	147	183	129	153	153	162
2	171	226	143	182	160	236
3	180	211	159	215	191	238
4	204	260	186	248	216	263
5	212	301	209	267	228	288
6	230	302	189	232	236	295
7	277	300	168	236	233	276
8	261	344	166	212	204	275
9	296	387	187	227	214	286
10	270	378	178	209	203	236
11	264	338	191	254	173	240
12	264	320	154	216	173	244
13	248	300	148	201	153	220
14	215	261	159	216	140	193
15	207	255	189	242	132	185
16	180	200	209	259	124	168
17	159	213	206	286	124	192
18	155	201	184	247	134	154
19	152	201	159	222	124	161
20	137	176	140	205	141	177
21	111	149	152	212	170	232
22	109	150	158	217	162	192
23	110	162	145	191	157	204
24	85	104	131	165	160	197
25	80	90	121	153	175	233
26	93	108	109	144	184	208
27	101	122	97	122	183	213
28	111	155	116	145	183	230
29	134	162	131	167	179	230
30	142	194	156	207	182	235
31			144	197		
M	176,8	225,1	158,5	208,0	173,0	222,1

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Probleme/Lösungen

Vorsicht, Blitzschlag!

INGE HÄUSELE, GEROLD A. RICHTER

Uns ist kein Fall bekannt, daß Astronomen bei nächtlichen Himmelsbeobachtungen vom Blitz erschlagen wurden. Wieso auch: Während eines Gewittersturmes herrscht ja normalerweise kein Beobachtungswetter. Und doch: In der Nacht vom 27. zum 28. Oktober 1989 traten an 5 von 21 fotografischen Aufnahmen, die am Sonneberger Astrographen 400 mm/1600 mm gewonnen wurden, Blitzschäden auf. Es herrschte zwar ideales Beobachtungswetter, aber der diensthabende Beobachter trug in dieser Nacht ausnahmsweise einen Nylon-Pullover, der anscheinend durch Berührung mit den Fotoplatten in der engen Einlege-Kabine kleine Mini-Gewitter erzeugte, die sichtbare Spuren hinterließen (Abb. 1 und 2, s. 2. Umschl.-S.). Dies war zumindest unsere Vermutung, nachdem uns ein Kollege (Reer) darauf aufmerksam machte, daß eine ähnliche Erscheinung bereits auf dem Titelbild von Heft 3/1987 dieser Zeitschrift gezeigt wird, die von J. RENDTEL [1] als elektrostatische Entladung gedeutet wurde. Daraufhin haben wir unbelichtete Platten mit einer aufgeladenen PVC-Folie in Berührung gebracht und anschließend entwickelt. Sie zeigen tatsächlich Gebilde, die denen der Abb. 1 analog sind!

Es wurde also bewiesen, daß die Spuren auf den in der erwähnten Nacht gewonnenen Himmelsaufnahmen wirklich elektrostatischer Natur sind. Die Verästelungen der Abb. 1 wurden wahrscheinlich durch starke Einzelentladungen, die Reihen und Bögen "falscher Sterne" der Abb. 2 durch kettenförmig angeordnete Mini-Entladungen verursacht.

Es bleibt die Frage offen, wieso auf keinen weiteren der ca. 200 000 Platten, die in mehr als 60 Jahren in Sonneberg gewonnen wurden, der Abb. 1 analoge Spuren sichtbar sind. Falsche, durch elektrostatische Effekte hervorgerufene Sterne findet man hingegen gelegentlich auf älteren Platten, die vor der Belichtung ungeeigneterweise mit einem Staubpinsel behandelt wurden.

Auch durch die Verwendung von frisch angesetztem und nicht genügend aufgelöstem Entwickler können sternartige Plattenfehler entstehen.

Besonders gefürchtet sind derartige Erscheinungen, seit man fotografische Aufnahmen nach optischen Gegenständen von Gammastrahlen-Burstquellen absucht. Es ist nicht das erste Mal, daß in dieser Zeitschrift Artefakte verschidener Art diskutiert werden, die optische Blitze von Gamma-Burstquellen vortäuschen können [2], aber es ist in der Vergangenheit viel zu wenig auf die Gefahr elektrostatisch entstehender „optischer Burstquellen“ geachtet worden.

Folgerungen: Die Beobachter sollten in Zukunft sorgfältiger als bisher mit unbelichteten Filmen und Platten umgehen und antistatische Kleidung tragen.

Epilog: Am Anfang dieser Zeilen stand die lässige Bemerkung, daß während eines Gewitters normalerweise kein Beobachtungswetter herrscht. Ausnahmen bestätigen die Regel! Am Abend des 31. Juli 1986 hat einer von uns (G. R.) bei Annäherung eines Gewitters am Astrographen 400 mm/1600 mm beobachtet. Die letzte Aufnahme vor Einsetzen des Platzregens erfolgte nahe dem Zenit (R Lyr) von $22^{\text{h}}22^{\text{m}}$ bis $22^{\text{h}}40^{\text{m}}$ MEZ bei guter Sicht. In etwa 4-Sekunden-Abständen leuchteten grelle Blitze auf mit z. T. nur 10° Zeitdifferenz zwischen Blitz und Donner. An Hand dieser Aufnahmen konnte der Einfluß heller Blitze auf den Plattenschleier abgeschätzt werden. Das Ergebnis war gleich Null: Die Blitze waren zwar beeindruckend für das Auge, nicht aber für die Platten. Es konnte keine zusätzliche Schwärzung gegenüber unter normalen Bedingungen aufgenommenen Platten festgestellt werden. Dies mag an der kurzen Dauer eines Blitzes liegen. Nimmt man für diese 10^{-3} s und für die Gesamtzahl der Blitze in den 18 Minuten Belichtungszeit 250 an, so beträgt die Zeitsumme aller Aufhellungen nur 0,0025 s. Dies ist offenbar zu wenig, um auf der Platte sichtbare Spuren zu hinterlassen.

Wie man sieht, ist eine fotografische Himmelsaufnahme durch ein heftiges Gewitter viel weniger gefährdet als durch die kleinen Fünkchen aus den Ärmeln eines Nylon-Pullis.

Beobachtungshinweise

Die Marsopposition 1988

H. BERGER

Wie nicht anders zu erwarten, richteten zahlreiche Sternfreunde ihre Instrumente in der zweiten Jahreshälfte 1988 auf unseren Nachbarplaneten Mars. Ein Scheibendurchmesser bis fast 24 Bogensekunden ist auch Grund genug dazu. Von insgesamt 21 Beobachtern wurden 495 Zeichnungen zur zentralen Auswertung eingesandt. Dazu kommen noch Kopien von ca. 100 Zeichnungen westeuropäischer Beobachter, die mir in dankenswerter Weise vom Leiter des Mars-Refrats der BRD Christian Schambeck zugesandt wurden. Wenn sie auch nicht unmittelbar mit zur Auswertung herangezogen wurden, so halfen sie doch, bestimmte Dinge zu klären!

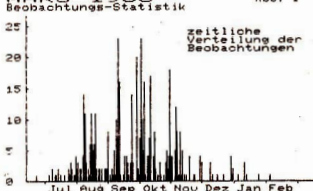
Ein großer Teil der Zeichnungen wurde an Instrumenten mit weniger als 100 mm Öffnung angefertigt. Bei dem großen Scheibendurchmesser von Mars war auch mit kleineren Öffnungen beachtlich viel Detail zu erkennen, trotzdem wurden im wesentlichen die Zeichnungen der größeren Instrumente zur Auswertung verwendet.

Mit einem 80 mm AS-Refraktor hat der Sternfreund Hoppe aus Magdeburg sehr gute Zeichnungen erhalten. Die beobachterische Erfahrung ist auch ein wichtiger Faktor. Nicht unerwähnt bleiben soll der Sternfreund Mau, seine Zeichnungen mit Beschreibungen sind, nicht nur von der Menge her, eine Freude.

Die Abbildung 1 zeigt die zeitliche Verteilung der Beobachtungen. Es ist zu erkennen, daß auch bereits vor der Opposition eine große Anzahl von Zeichnungen erhalten wurde. Wetterbedingte

MARS 1988
Beobachtungs-Statistik

Abb. 1



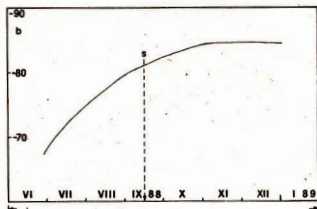


Abb. 2: Abtauen der Südpolarkappe (aus Zeichnungen). b – areogr. Breite; S – Sommeranfang auf der Südhalbkugel.

Ausfälle sind aber auch zu bemerken. Von den ersten Monaten des Jahres 1989 liegen fast keine Zeichnungen mehr vor, schade, für Beobachter mit den größeren Öffnungen wäre auch unter 10 Bogensekunden Durchmesser noch was zu sehen gewesen.

Polkappen

Bedingt durch die Achsenneigung bis 25 Grad, war die Südpolarkappe (SPC) optimal zu beobachten. Bei den ersten Beobachtungen Ende Juni/Anfang Juli zeigte sich die SPC noch mit einer großen Ausdehnung bis etwa -68 Grad areografischer Breite. Ein Polsaum mit einer Breite bis zu 5 Grad war zu sehen.

Während des Abtauvorganges blieben einige 'Eisinseln' stehen. So konnte Berger am 13. Juli Novus Mons als hellen Fleck am Rande der SPC erkennen, auch Thyles Collis wurde an diesem Tage deutlich hell gesehen. Sternfreund Mettig sah Novus Mons im Radebeuler Coudé nochmals am 8. und 14. August. Auch Argenteus Mons konnte er an beiden Tagen beobachten.

Der Polsaum wies oft Unregelmäßigkeiten in der Breite aus. K.-H. Mau beobachtete im August mehrmals eine dunkle Ausbuchtung des Polsaumes in die Hellespontica Depressio. Ab September wurde der Polsaum immer schmaler und verschwand völlig.

Die Abbildung 2 zeigt das Abtauen der SPC von Juli 88 bis Januar 89. Die Werte für diese Kurve wurden durch das Ausmessen der Zeichnungen erhalten, die Streuung der Werte war ca. ± 5 Grad. Es ist aber erkennbar, der Abtauvorgang verzögerte sich ab Mitte September merklich. Einigen Beobachtern schien es, als ob

sich die SPC ab Dezember 88 wieder geringfügig vergrößerte. Die letzte Zeichnung von Berger vom 3. 2. 89 zeigt aber keine SPC.

Eine Aufhellung des N-Randes vom Mars wurde während der gesamten Saison bemerkt. Die Ursache ist die herbstliche Nebelbildung im Nordpolar-Gebiet des Mars (NPH). Zeichnungen von Berger und Mau im Juli zeigen die NPH bis etwa +35 reichend. Ab September zeichneten oder beschrieben dann mehrere Beobachter eine NPH, teilweise mit exzentrischer Lage zum Pol und auch unterschiedlicher Größe. Auf der Westseite des Mars reichte die NPH vielfach weiter nach Süden. Die Ergebnisse der einzelnen Beobachter waren aber oft widersprüchlich. Die Beobachtungen im Januar von Berger zeigen alle eine NPH mit einer Südgrenze bei ca +40 Grad.

Atmosphäre

Die Wolkenaktivität auf Mars war gegenüber den früheren Oppositionen merklich geringer. Die Wolkenerscheinungen beschränkten sich im Wesentlichen auf morgendliche oder abendliche Dunstschleier. Beständig hell waren nur die Gegenden Eridania und Argyre. Mau beschreibt Eridania am 15. und 17. August als besonders hell. Über der Tharsis-Ebene wurden oft Wolkenbildungen in der Dämmerung beobachtet. Mettig sah hier Morgenwolken am 29. und 30. August. Abendliche Wolkenbildungen wurden hier noch häufiger beobachtet. Am 1., 29., 31. Oktober, am 11. November und am 7. Dezember wurden Aufhellungen bemerkt. Von Mau wurden am 13. Juli, 13. und 16. August morgendlicher Dunst über Aeria gesehen. Auch von anderen Beobachtern wird diese Gegend als aufgehellt beschrieben. Ansonsten traten einzelne kleine Wolken an verschiedenen Stellen des Mars auf. So beobachteten Mau, Hoppe und Berger am 9. 9. eine kleine Wolke über Candor. Berger sah diese bereits am Vortage. Mettig sah Aram am 8. August und am 14. Oktober deutlich hell, am 8. August bemerkte er auch eine Aufhellung über Edom. Die Wolke über Aram wurde am 14. Oktober auch von Berger bemerkt. Sternfreund Hoppe sah mit seinem 80 mm-AS am 10. Oktober eine sehr auffällige Aufhellung am SO-Rand der Marsscheibe, Abendwolken über Hellespontus, Noachis.

Eine Zeichnung von Berger (erhalten am 28. Dezember) zeigt den Nordost-Quadrant deutlich

verschleiert, selbst die Syrtis Major ist nicht zu erkennen. Hellas ist auf dieser Zeichnung sehr deutlich wiedergegeben.

Ansonsten fiel Hellas als Wolkenküche aus, dafür 'staubte' es aber dort etwas! Mehrere Beobachter bemerkten einen kleineren Staubsturm über dem nördlichen Hellas. Die Form und Lage war ständig kleinen Änderungen unterworfen. Die Berliner Beobachter beschrieben eine merkliche Drift in westlicher Richtung. Der Sturm war aber nur von kurzer Dauer, die ersten Beobachtungen datieren auf den 12. August, am 19. August war dann alles wieder vorbei. Mettig sah nochmals am 9. und 10. September eine Staubwolke in dieser Gegend, aber weitere Beobachtungen lagen nicht vor. Südlich und östlich von Solis Lacus wurden ebenfalls Staubwolken bemerkt. So konnte Mettig am 30. August eine Aufhellung über Agathodaemon erkennen, auch auf einer Zeichnung von Richert vom 11. September fehlt Agathodaemon. In den ersten Septembertagen war Solis Lacus und Thaumasia verschleiert. Mettig beobachtete am 4. September eine gelbe Wolke über Thaumasia. Auch Fischer bemerkte die Trübung dieser Gegend. Aber bereits am 9. September zeichnete Berger den Solis Lacus klar und deutlich in 'staubfreier' Umgebung.

Leider beendeten die meisten Beobachter die Mars-Beobachtungen mit dem Jahreswechsel. Auf zwei Zeichnungen von Berger vom 23. Januar und 3. Februar 1989 lassen sich die Albedoform-

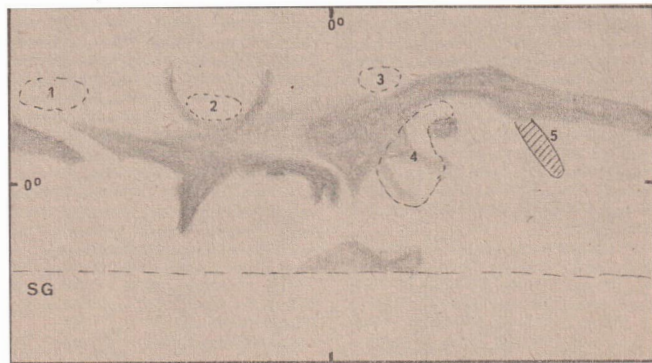
mationen nicht so recht deuten. Der geringe Scheibendurchmesser erschwerte die Beobachtung, aber, es könnte sein, daß der erwartete Staubsturm erst zu diesem Zeitpunkt stattfand und so einen etwas chaotischen Marsanblick verursachte!?

Über Clearing ist nicht viel zu berichten, es waren nur wenige Beobachter, die gezielte Filterbeobachtungen ausführten. Leichtes Clearing war während der gesamten Beobachtungssaison zu bemerken. Über deutliches Auftreten des Violet Clearing lag von keinem Beobachter eine Meldung vor.

Oberfläche

Die Albedoformationen von Mars zeigten im Wesentlichen den Anblick wie in den vorhergehenden Oppositionen. Auffällig war Hesperia als helle Trennung von Mare Cimmerun und Mare Tyrrhenum. Zwischen Deltonton und Sinus Sabaeus fiel Hammonis Cornu als sehr deutliche Einbuchtung auf. In Hellespontus wurde von mehreren Beobachtern ein dunkler Fleck beobachtet. Auch Sigeus Portus war nicht zu überse-

Abb. 3: Schematische Marskarte mit den wichtigsten Aktivitäten 1988. (SG – mittl. Südgrenze der NPK) – 1. Wolken über Eridania; – 2. Hellas – Staubsturm im August; – 3. Wolken über Argyre; – 4. Staubsturm über Thaumasia, mehrmals Staub oder Dunst über der gesamten Gegend; – 5. Walhalla.



hen. Beim 'Kanal' Ganges beobachtete Hoppe eine Verbreiterung im Laufe der Saison. Nach den verschiedenen Beobachtern zu urteilen, schwankte die Deutlichkeit von Tithonius und Lunae Lacus merklich. Nilokeras und Niliacus Lacus wurden auch gesehen, weiter nördlich bedeckte die NPH das Mare Acidaliu. In der sonst hellen Tharsis-Ebene fiel mehreren Beobachtern eine dunklere Struktur auf. Sie begann etwa bei Lacus Ascræus und zog sich in südwestlicher Richtung fast bis Memnonia. Auf einer Zeichnung von Mau am 7. Dezember ist Biblis Fons zu erkennen. Eigenartig war auch eine helle Unterbrechung des Mare Sirenum, von Mau und Gensicke mehrmals gezeichnet.

Nördlich vom Mare Sirenum und Cimmerum wurde eine neue Formation von amerikanischen und japanischen Beobachtern entdeckt und die Bezeichnung 'Walhalla' vorgeschlagen. Zum Zeitpunkt der Auswertung lag dem Auswerter nur eine kurze Nachricht aus den 'Mitteilungen für Planetenbeobachter' der VdS vor. In dem vorliegenden Beobachtungsmaterial wird die Existenz dieser Formation nicht ganz so wie in der vorigen Mitteilung ausgewiesen.

Die Gegend nördlich von Daedalia ($l \approx 120$ $b \approx -20$ Grad) bis zwischen Mesogaea Amazonis ($l = 160$, $b = +10$ Grad) wurde von mehreren Beobachtern wesentlich dunkler als gewohnt gezeichnet. Auch wurde Memonia mehrmals als aufgehellt beschrieben. Die erste Beobachtung von Berger datiert auf den 28. August, letztmalig in einer Zeichnung festgehalten wurde Walhalla von Mettig und Berger am 4. November.

In seinem Westteil bestand eine Verbindung über das ebenfalls dunkle Daedalia zum Mare Sirenum und Icaria.

Wenn auch, abgesehen von Walhalla, keine großartigen Erscheinungen in dieser Marsopposition beobachtet wurden, so werden doch alle Beobachter bestätigen, daß die Marsoberfläche, nicht zuletzt wegen der geringen Entfernung Erde-Mars, recht interessante Details zeigte. Wer sich die Mühe machte und jede Beobachtung Gelegenheit nutzte, konnte vieles von den beschriebenen Vorgängen auf Mars selbst sehen. Ein möglichst großes Instrument, viel Erfahrung und ein bißchen Beobachterfleiß können auch den Sternfreund teilhaben lassen an Dingen, die uns zur Zeit noch unerreichbar sind.

So hoffen wir auf erfolgreiche Beobachtungen während der Marsopposition 1990.

Jupiter ohne Monde

Daß einer der vier galileischen Jupitermonde nicht zu sehen ist, kann drei Gründe haben: Erstens kann der Mond vom Jupiter verdeckt sein, zweitens im Schatten des Planeten stehen, und drittens kann er sich vor der Jupiterscheibe befinden, wo er nur mit Teleskopen größerer Öffnung ausgemacht werden kann.

Zuweilen kommt es vor, daß alle vier großen Jupitermonde gleichzeitig nicht zu sehen sind, so daß der Jupiter im Fernrohr ohne Satelliten erscheint. Das Zusammentreffen aller nötigen Umstände ist aber sehr selten und kommt in einem Jahrzehnt kaum mehr als dreimal vor. Berechnungen von Jean Meeus zufolge wird der Jupiter zwischen 1990 und 2000 zu folgenden Zeiten „ohne“ Monde sein:

Datum	Zeitspanne (ET)
1990 Jun. 15	22 ^h 48 ^m bis 24 ^h 20 ^m
1991 Jan. 02	20 43 bis 21 54
1997 Aug. 27	21 38 bis 21 53

Während das erste Ereignis wegen zu geringen Sonnenabstandes unsichtbar bleibt, werden die beiden anderen für uns beobachtbar sein. (AD)

Literatur: JBAA 1987 (98) S. 35-37



Sehr enge Konjunktion zwischen Parthenope und Victoria

Nach Informationen von Jean Meeus hat Edwin Goffin ermittelt, daß die beiden Planetoiden 11 Parthenope und 12 Victoria am 5. August 1990 eine sehr enge Begegnung haben werden. Leider ist die Begegnung selbst in Europa nicht zu sehen, trotzdem ist dieses Ereignis einer kurzen Betrachtung wert.

Zwischen dem 30. Juli 16^h UT und dem 11. August 15^h UT sind Parthenope und Victoria weniger als 0°15' voneinander entfernt. Sie werden am östlichen Morgenhimmel sichtbar sein, erfordern jedoch ein leistungsfähigeres Instrument, da beide eine scheinbare Helligkeit um 12^m haben werden.

Tabelle 1: Ephemeride von 11 Parthenope (11^h9)

Datum (0 ^h TDT)	Rekt- aszension (B 1950.0)	Dekli- nation (B 1950.0)	Δ (AE)	r (AE)
1950				
Jul. 28	5 ^h 57 ^m 02 ^s	+20 [°] 43'35"	3.30919	2.54356
30	6 00 34.1	20 46 06	3.29618	2.54551
Aug. 1	6 04 04.4	20 46 18	3.28275	2.54745
3	6 07 33.7	20 46 12	3.26890	2.54938
5	6 11 01.7	20 45 49	3.25464	2.55129
7	6 14 28.5	20 45 08	3.23995	2.55321
9	6 17 53.9	20 44 10	3.22486	2.55511
11	6 21 18.1	20 42 56	3.20936	2.55700
13	6 24 40.8	20 41 24	3.19345	2.55889

Tabelle 2: Ephemeride von 12 Victoria (12^h6)

Datum (0 ^h TDT)	Rektasz.	Deklin.	Δ (AE)	r (AE)
1990	(B 1950.0)	(B 1950.0)		
Jul. 28	5 ^h 57 ^m 58 ^s	+21 [°] 02'36"	3.38390	2.61329
30	6 01 18.0	20 59 13	3.37213	2.61698
Aug. 1	6 04 35.9	20 55 32	3.35987	2.62065
3	6 07 52.1	20 51 33	3.34716	2.62428
5	6 11 06.8	20 47 17	3.32719	2.62969
7	6 14 19.8	20 42 44	3.32029	2.63144
9	6 17 31.1	20 37 53	3.30617	2.63504
11	6 20 40.8	20 32 46	3.29159	2.63857
13	6 23 48.6	20 27 22	3.27654	2.64207

Die geringste geozentrische Distanz wird am 5. August, 18^h04^m UT mit 0,81 Bogensekunden erreicht, übrigens etwa 1[°]46' südlich des Sternes η Gem. Beobachter im fernen Osten der UdSSR und auf westpazifischen Inseln von Japan bis hinunter nach Neuseeland werden das am Nachthimmel sehen können. Von keinem Punkt der Erdoberfläche aus gesehen wird es zu einer gegenseitigen Bedeckung der beiden Planetoiden kommen.

Die beiden Planetoiden haben nicht nur scheinbar einen geringen Abstand, sondern sie sind sich tatsächlich auch im Raum ziemlich nahe. Jean Meeus fand, daß ihr geringster Abstand am 28. Juli 0.0776 AE oder 11.6 Mill. km, das ist der 30fache Abstand Erde-Mond, betragen wird. Die Ephemeriden von Parthenope und Victoria sollen es interessierten Beobachtern bei uns zumindest ermöglichen, den tagelangen „Parallelfzug“ der beiden Planetoiden zu verfolgen. (AD)

Sonnenfotos hoher Auflösung

FRANK ANDREAS

Angeregt durch die hervorragenden Ergebnisse von Harald Paleske bei der Sonnenfotografie, habe ich an der Sternwarte Crimmitschau erste Versuche unternommen. Wir verfügen an der Sternwarte über einen Coudé-Refraktor 150/2250 und zahlreiche Zusatzgeräte. Frühere Versuche zur Sonnenfotografie brachten nur selten befriedigende Ergebnisse, da durch die Verwendung des Chromfilters meist zu große Belichtungszeiten erforderlich waren, die bei der Okularprojektionsmethode in den Bereich mehrerer Sekunden fielen.

Dabei ist die Sonne so hell, daß selbst für gering empfindlichen Film (z. B. MA 8) noch kürzeste Belichtungszeiten möglich sind. Dementsprechend wurde ohne Objektivfilter gearbeitet. Um das Übermaß an Licht und Wärme (!) zu verringern, wurde ein Zeiss-Zenitprisma so umgebaut, daß es als Sonnenprisma genutzt werden kann.

An der Hypotenusen-Seite des rechtwinkligen Prismas werden etwa 5 % des Sonnenlichtes reflektiert, die ohne Gefahr für die nachfolgenden Geräte genutzt werden können. Das Fokallbild der Sonne am Coudé-Refraktor hat einen Durchmesser von etwa 20 mm. Ohne weitere Lichtdämpfung würde der Film MA 8 selbst bei einer Belichtungszeit von 1/1000 s noch hoffnungslos überbelichtet. Da im Moment keine andere Möglichkeit dafür zur Verfügung stand, wie z. B. Polarisationsfilter, versuchte ich es auf dem Weg der Vergrößerung des Sonnenbildes. Dadurch kann zwar nicht mehr die gesamte Sonne abgebildet werden, aber es sind interessante Aufnahmen von einzelnen Aktivitätsgebieten möglich.

Dafür kam eine Zeiss-Planetenkamera zum Einsatz, die mit ihren beiden Projektiven (Projektionsokulare) eine scheinbare Brennweitenverlängerung von 4-fach oder 6,3-fach (also Äquivalentbrennweiten von 9 m bzw. 14,2 m) ermöglicht. Damit wird gleichzeitig die Lichtintensität um das 16- bzw. 40-fache verringert, so daß es zusammen mit dem mitgelieferten Rotfilter möglich ist, den Film richtig zu belichten. Für die Ermittlung der richtigen Belichtungszeit und einer

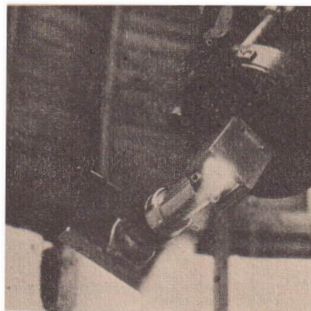


Abb. 1: Sonnenprisma mit Zeiss-Planetenkamera und Kleinbildkamera Praktica DTL 3 am Coudé-Refraktor der Sternwarte Crimmitschau.

geeigneten Rezeptur zur Filmentwicklung waren natürlich einige Versuche nötig. Da aber schon auf Erfahrungen von Harald Paleske zurückgegriffen werden konnte, stellte sich der Erfolg recht schnell ein. Als Entwickler wurde MH 28 (1:4) mit Temperaturen zwischen 20 °C und 32 °C verwendet. Versuche mit R 09 (1:20) haben gezeigt, daß dieser Entwickler nur kontrastarme Negative hervorbringt. Die Entwicklungszeit beträgt etwa 5 Minuten, wobei die Schwärzung des Negativs nach Sicht (mit Dunkelkammerfilter 108 und 40-W-Lampe) kontrolliert wird. Für mich waren die Versuche auch in dieser Hinsicht interessant, ob Amateure an Sternwarten, die kaum Möglichkeiten und Fähigkeiten zur feinmechanisch-optischen Fertigung besitzen, mit vorhandenen, industriell hergestellten Geräten qualitativ gute fotografische Beobachtungen durchführen können. Ich glaube, daß auch an anderen, ähnlich ausgerüsteten Sternwarten, wie in Crimmitschau, auf diese recht einfache Weise gute, auswertbare Sonnenfotos gewonnen werden können.

Verkaufe Epitotar (Triplet) 1:5/1000, evtl. auch Tausch gegen kleinere Optik möglich. Ok.-Auszug f. Telemotor, neuwertig, 150 M. – Dieter Gärtner, H.-Heine-Str. 25, Oibersdorf, 8809.

Verkaufe umständeh. Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2250, el. Nachführung m. Schrittmotor, Stativ; neuwertig für 1500 DM. – Bernd Lengsfeld, Schillerstr. 9, Spremberg, 7590.

Frage und Antwort

Auf die nachstehende Frage unseres Lesers Andreas Baldin aus Halle-Neustadt antwortet für die Redaktion Andreas Dill.

Frage: Mit Interesse habe ich im Heft AuR 26 (1988) 4 den Beitrag „Die Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes“ von J. Meeus gelesen. Ich hatte mir einige Gedanken über den mittleren Abstand zwischen Erde und Mond gemacht. Erstaunlich wird schon seit Jahrzehnten ein Wert von 384.400 km, manchmal auch 384.404 km, angegeben. Ich führte dazu einige Berechnungen durch, indem ich 1461 Rechenwerte aus dem Sternkalender 1987 bis 1990 (von Ahnert) auswertete.

Folgende (gerundete) Durchschnittswerte wurden ermittelt:

1987: 384.780 km; 1988: 385.339 km

1989: 385.147 km; 1990: 384.752 km

(Alle Werte liegen über 384.400 km!)

$\bar{x} = 385.004$ km; mittl. quadrat. Abw.: 286 km = s

Der mittl. Fehler $s\bar{x}$ des arithmetischen Mittels

$$\text{beträgt: } s\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{N}}; \quad s\bar{x} = \frac{286}{\sqrt{4}} = 143 \text{ km.}$$

Geht man von den Rechenwerten der Jahre 1987 bis 1990 aus, so beträgt der mittlere Abstand 385.004 km $\pm$ 143 km.

Bekanntlich läßt sich der mittlere Abstand berechnen nach

$$a = \sqrt[3]{\frac{G(m_E - m_M)T^2}{(2\pi)^2}}$$

was ebenfalls mehr ergibt: 384.799,77 km, mit G (Gravitationskonstante, Stand: 1986)

$$= 6,67259 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$m_E \text{ (Masse Erde)} = 5,976119 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_M \text{ (Masse Mond)} = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$T \text{ (sider. Monat)} = 27^d 321661$$

$$= 2,36059151 \cdot 10^6 \text{ s.}$$

Der noch immer publizierte Wert $a = 384.400$ km müßte also eigentlich korrigiert werden! Vorschlag: 384.800 km.

Antwort: Leider geht aus dem Brief nicht exakt hervor, auf welche Weise Herr Baldin die jährlichen Durchschnittswerte des Mondabstandes ermittelt hat. Es kann aber angenommen werden, daß er einfach die Mittelwerte aller im „Ahnert“ verzeichneten Mondabstände gebildet hat. Diese Methode muß ein fehlerhaftes Resultat erbringen, das in Richtung Apogäum verschoben ist. Der Grund: Gemäß dem 2. Keplerschen Gesetz hält sich der Mond im erdfernen Teil seiner Bahn länger auf, als in der Nähe des Perigäums. Daraus folgt, daß in den Tabellen ein Übergewicht an erdfernen Abständen herrscht, das Herrn Baldins Statistik verzerrt hat. Was er erhalten hat, ist nicht der mittlere Abstand des Mondes, sondern, so könnte man es vielleicht ausdrücken, der auf die mittlere Aufenthaltsdauer bezogene Abstand. Einen dem „alten“ Mittelwert näherkommenden Betrag hätte Herr Baldin übrigens ermitteln können, wenn er seine Statistik nicht mit sämtlichen Mondabständen, sondern mit den Perigäum- und Apogäumabständen eines Jahres gemacht hätte.

Herr Baldin fühlt sich dadurch bestätigt, daß er mit der angegebenen Formel eine Zahl erhält, die dem von ihm errechneten Mittelwert nahekommt. Die von ihm verwendete Formel ist korrekt, jedoch nur für die *ungestörte* Ellipsenbahn. Das Einsetzen der siderischen Umlaufzeit des Mondes in diese Formel bringt ein verfälschtes Ergebnis. Die siderische Umlaufzeit kennzeichnet einen vollständigen Umlauf des Mondes bezogen auf das galaktische Umfeld, nicht aber auf die Mondbahnellipse.

Die hat sich nämlich in der Zwischenzeit ein wenig nach Osten weitergedreht, und der Mond benötigt im Mittel dann noch mehr als 3 Stunden, um seinen *Ellipsendurchlauf* zu vollenden.

Dies ist der anomalistische Monat, der sich aber natürlich auch nicht in der Formel verwenden läßt (man erhält dann 386983 km), da sie gewissermaßen „statisch“ ist und solche Bahnänderungen während der in ihr verwendeten Zeiträume nicht berücksichtigen kann.

Man sollte daran denken, daß der mittlere Bahnradius der Mondbahn (= große Bahnhalbachse) von rund 384400 km seit langem eine wesentliche Grundlage der Mondbahntheorien ist, die z. B. eine sehr präzise Berechnung des Mondortes oder auch die sekundengenaue Vorausberechnung von Sonnenfinsternissen ermöglicht.

Kurzberichte

Zu Gast auf der BOHETA'89

Seit 1980 findet in Bochum jährlich die Bochumer Herbsttagung der Amateurastronomen der Bundesrepublik Deutschland (BOHETA) statt. In diesem Jahr hatte ich das Glück, von den Veranstaltern (Astronomische Arbeitsgemeinschaft Bochum, Sternwarte Bochum, Ruhr-Universität Bochum) zu dieser Tagung, die am 11. November 1989 stattfand, eingeladen zu werden, um über meine Erfahrungen bei der Aufnahme und Auswertung von Objektivprismenspektalaufnahmen hellerer Sterne zu berichten. Veranstaltungsort war ein ca. 1000 Personen fassender Hörsaal der Bochumer Ruhr-Universität, der etwa zur Hälfte mit Besuchern gefüllt war.

Im Verlauf der Tagung wurde über die gesamte Breite amateurastronomischer Tätigkeit berichtet. Das Vortragsangebot reichte von der Astrofotografie im Mittelformat (6 mal 7) in La Silla (Chile) über die fotografische Beobachtung der Mondfinsternis vom 17. August 1989 auf den Balearen, der Auswertung zehnjähriger Sonnenfleckenpositionsbestimmungen bis zur Darstellung neuer Erkenntnisse bei der Untersuchung der Jupiteratmosphäre. Beeindruckend war die Qualität des dargestellten Bildmaterials, welches unter Beweis stellte, zu welchen Leistungen Amateure fähig sind. Herausragend auch die Bildarbeitungen des Österreichers Michael Jäger, der die Schweifentwicklung der Kometen Brorsen-Metcalf und Okazaki-Levy-Rudenko in detaillierten Aufnahmen darstellte. Eine der gezeigten Aufnahmen entstand erst in der vorhergehenden Nacht.

Leider konnte ich nicht alle Vorträge verfolgen, da ich durch die Betreuung eines Ausstellungsstandes zur Spektroskopie teilweise verhindert war.

Nicht unerwähnt soll die umfangreiche Verkaufsausstellung von Instrumenten, astronomischem Zubehör aller Art sowie einschlägiger Fachliteratur im Foyer des Hörsaales bleiben. Hier gab es alles, was das Herz eines Astroamateurs begehrt. Wenn da nicht das Problem der Bezahlung gewesen wäre ...!

Einen tiefen Eindruck hinterließ die Herzlichkeit, die mir bei allen Begegnungen mit bundesdeutschen Sternfreunden entgegengebracht wurde.

Es wäre wirklich wünschenswert, wenn die neuen politischen Gegebenheiten in unserem Land zu einer Intensivierung der deutsch-deutschen Kontakte auf dem Gebiet der Amateurastronomie führen würden. Die Bereitschaft und das Interesse dazu, so versicherten mir viele Sternfreunde dort, seien ihrerseits vorhanden.

BERND HANISCH



ESOP VIII (Tagungsbericht)*

Schon mehrfach hat der Arbeitskreis Sternbedeckungen (zuletzt in AuR 27 (1989) 3) über die europäischen Symposien für Bedeckungsprojekte (ESOP) berichtet. Veranstalter ist die Europa-Sektion der INTERNATIONAL OCCULTATION TIMING ASSOCIATION (IOTA/ES).

Tagungsort für das VIII. Symposium vom 1. bis 6. 9. 1989 war Freiburg/BRD, das durch das Kiepenheuer-Institut (Schauslands-Observatorium) und die sehr aktive Amateurrereinigung Sternfreunde Breisgau auch astronomisch bedeutsam ist.

Die Autoren, die als DDR-Vertreter am Symposium teilnehmen konnten, legen nachfolgend einige Resultate der zweitägigen wissenschaftlichen Veranstaltungen dar. Der Teilnehmerkreis bestand außerdem aus 35 Vertretern aus der BRD, Belgien, CSFR, Dänemark, Frankreich, Italien und Niederlande.

Der fachliche Teil des Symposiums begann mit einer Reihe von Vorträgen, die sich mit der Untersuchung von Planetenatmosphären unter Verwendung der Beobachtungsergebnisse von Sternbedeckungen beschäftigten. Anlaß dafür war die Bedeckung des Sterns 28 Sgr durch den Saturnmond Titan am 3. Juli 1989 und deren Beobachtung. In der DDR machte zwar eine sich von Ost nach West ausbreitende Bewölkungszone wieder einmal alle Beobachtungsabsichten zunichte, und auch eine eilig in Richtung Westen aufgebogene Expedition einiger Berliner Sternfreunde wurde von den Wolken in letzter Minute eingeholt. Weiter westlich war man jedoch erfolgreicher, und so konnten interessante Ergebnisse vorgestellt werden:

- Der sog. Central Flash, d. h. ein helles Aufleuchten, wenn der Stern, der Mittelpunkt des bedeckten Objektes und der Beobachter genau auf einer Linie stehen, konnte an verschiedenen Orten sicher beobachtet werden. Diese Erscheinung kommt durch die bei dieser Konstellation symmetrische Refraktion des Sternlichtes in der Atmosphäre des bedeckenden Himmelskörpers zustande, wodurch eine gewisse Fokussierung mit entsprechender Intensitätssteigerung eintritt. Bei hinreichender Auflösung könnte man die Titan-Atmosphäre für einige Sekunden als hell leuchtenden Ring sehen.

- Bei den erhaltenen fotoelektrischen Registrierkurven hätten wohl die meisten Betrachter die Unregelmäßigkeiten des Lichtabfalls bzw. des -Anstiegs als störende Zittereffekte der Erdatmosphäre abgetan. Durch den Vergleich der an verschiedenen Orten erhaltenen Kurven konnte jedoch nachgewiesen werden, daß einige dieser Unregelmäßigkeiten überall in gleicher Weise auftauchten und demzufolge auf großräumige reale Strukturen der Titanatmosphäre zurückzuführen sind. Die verblüffende Übereinstimmung dieser Kurvendetails konnte durch übereinanderlegen der entsprechenden Projektionsfolien während des Vortrages überzeugend demonstriert werden.

- Eindrucksvoll war die Vorführung einer Video-Aufzeichnung dieser Bedeckung, bei der auch die vorstehend beschriebenen Effekte sehr gut sichtbar wurden.

- Eine erste Auswertung der Ergebnisse ergab, daß der Titan zum Zeitpunkt der Bedeckung eine Position hatte, die von der Vorhersage um -0.017 s in Rektaszension und um $+0.727$ in Deklination abwich. Dabei dienten Zeitpunkt und Intensität des Central Flash als empfindlicher Indikator für die Bahn des Schattensmittelpunktes auf der Erdoberfläche. Weiterhin wurde aufgrund der gemessenen Zeiten für den Beginn der Lichtschwächung und das Ende des Lichtanstiegs eine vorläufige Berechnung der Höhe der Titanatmosphäre angestellt, die jedoch wegen einer veralteten Radiusannahme für Titan noch überarbeitet werden muß.

- Weitere Auswertungen der Beobachtungsergebnisse bezüglich der detaillierten Berechnung von Atmosphäre-Parametern des Titan sollen zum nächsten ESOP-Symposium 1990 in Jena vorgestellt werden.

- Zur ergänzenden Illustration dieses Bedeckungsereignisses wurde noch eine in den USA gewonnene Video-Aufzeichnung der im Anschluß an die Bedeckung durch Titan erfolgten Bedeckung durch die Saturnringe und den Saturn selbst (in Europa nicht sichtbar) gezeigt. Bemerkenswert waren dabei die sich über viele Minuten hinziehenden schnellen und erheblichen Helligkeitsschwankungen des Sternes bei der Passage der Saturnringe, offensichtlich bedingt durch deren Feinstruktur.

Insbesondere bei der Betrachtung der genannten Video-Auf-

zeichnungen wurden die Grenzen einer rein visuellen Beobachtung solcher Vorgänge deutlich: Der Beobachter sieht sich einer Ereignisfläche ausgesetzt, die er in Echtzeit auch mit Chronographen und Tonbandkommentaren nicht zuverlässig registrieren kann, von einer quantitativen Bewertung der Helligkeitsänderungen mal ganz abgesehen. Nicht umsonst weichen die Schilderungen von visuellen Beobachtern bei solchen Ereignissen erheblich voneinander ab. Jeder rein visuelle Beobachter sieht ja das Ereignis nur ein einziges Mal und nicht mehrmals zu bequemer Auswertung am Bildschirm.

„Bedeckungen durch kleine Planeten“ war ein weiteres Thema der Tagung. Vorgestellt wurde ein FORTRAN-Programm für IBM-kompatible PCs für die Vorausberechnung von derartigen Bedeckungen unter Berücksichtigung der Störungen durch die großen Planeten von Venus bis Neptun. Eine längere Diskussion ergab sich nach einem kurzen Vortrag von W. Rothe zum Problem der schnellen und sicheren visuellen Erkennbarkeit von relativ kleinen Helligkeitssprüngen nach der Vorstellung von diesbezüglichen Messungen der persönlichen Gleichung unter Idealbedingungen. Unter praktischen Bedingungen, wie Zittern und evtl. zeitlich veränderliche Durchsicht sind weitere Unsicherheiten zu erwarten. Wichtig erschien der an dieser Stelle gegebene Beobachtungshinweis, bei Beobachtungen von Bedeckungen durch kleine Planeten das Auge in der näheren Sternumgebung schweifen zu lassen, einerseits um Ermüdungserscheinungen vorzubeugen, andererseits um ggfs. Helligkeitsänderungen an Nachbarsternen durch Durchsichtsänderungen mit erfassen zu können.

Zu den Standardbeiträgen internationaler Tagungen gehören Darstellungen der Arbeit der einzelnen nationalen Gruppen. Herr B. Maleček gab einen Überblick über die Sternbedeckungsbeobachtungen in der CSFR. Die große Zahl der Beobachtungen sind dem Leser der AuR durch Artikel von B. Maleček und CSFR-Besuchern bekannt. Die Arbeit in unserem eigenen Land wurde durch E. Otto mit der Vorstellung des AK Sternbedeckungen und durch K. Guhl mit einem Bericht über die Beobachtungstätigkeit an der Archenhold-Sternwarte dargestellt.

Daß Sternbedeckungsbeobachtungen oft mit aufwendigen Expeditionen verbunden sind, wurde durch den Bericht von der streifenden Bedeckung von 44 Cap am Tage der totalen Mondfinsternis im Aug. 1989 gezeigt. Die Videobebachtungen sollten am Nord- und Südrand (Beobachtungen in Schottland und Nordafrika) erfolgen. Leider war nur die von Schottland aus, die Dr. Bredner (BRD) ausführte, erfolgreich.

Problematik der Reduktionen aus Mondbahntheorie, Mondrandprofil, Sternort und Beobachterkoordinaten wurde vorgestellt und erste Ergebnisse der gemeinsamen Beobachtung der Bedeckung von Epsilon Cnc dargelegt. Bei dieser Gemeinschaftsbeobachtung führten DDR-Beobachter 26 von 54 Messungen aus.

Ein großer Teil der Tagungszeit wurde der Problematik der Beobachtungstechnik gewidmet. Dabei eröffneten neue Bauelemente dem Amateur bisher verschlossene Beobachtungsgebiete und Objekte. Der große technische Aufwand ist dabei jedoch oft nur im Kollektiv zu bewältigen, und es bietet sich die Zusammenarbeit mit Elektronik-Bastlern an. Vorgestellt wurden der Einsatz von CCD-Bauelementen von Fotodioden und von Multikanalbaulementen. Zu den eindrucksvollsten Resultaten dürfte die Abbildung von Messier-Objekten auf Color-Material bei wenigen Sekunden Belichtungszeit an mittleren Amateurinstrumenten durch den Einsatz von Restlichtverstärkern gehören.

Den Einsatz der im westlichen Ausland weit fortgeschrittenen Informationstechnologien beschrieb R. Hellot aus dem, dem Tagungsort benachbarten, Frankreich. Dabei können die Nutzer über ein, am privaten Telefonanschluß angebrachten, Terminal in – von Amateurastronomen verwalteten – Datenbanken und Mail-

boxen ständig aktuelle Informationen bekommen. Damit werden Vorhersagen, Beobachtungen und Auswertungen mit geringstem Zeitverzug allen Nutzern zugänglich.

Der Einsatz neuer Techniken in der Amateurastronomie ist eine Tendenz, der sich die Amateure unseres Landes hoffentlich in absehbarer Zeit anschließen können.

Im Verlauf der Tagung fand auch eine Mitgliederversammlung der IOTA/ES unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, H.-J. Bode (Hannover), statt, in der auch die Aufnahme von E. Otto als Vertreter des AK Sternbedeckungen im KB bestätigt wurde.

Zum Programm eines ESOP gehören traditionsgemäß auch Exkursionen zu astronomischen Einrichtungen der weiteren Umgebung. Das Sonnenobservatorium Schauinsland präsentierte sich leider bei strömendem Regen und eisigen Temperaturen in 1250 m Höhe, sicher ein Argument für die Astronomen, die Hauptarbeit seit langer Zeit vor allem in Teneriffa und Capri durchzuführen.

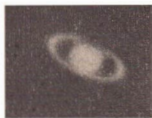
Das besondere Interesse aller Teilnehmer fand der Besuch im Observatorium Strasbourg, das schon eine lange Tradition hat, auch wenn heute die beobachtende Astronomie dort keine wesentliche Rolle mehr spielt. Wir sahen ein sehr gut ausgestattetes astronomisches Museum neben einem sehr modernen und leistungsfähigen Rechenzentrum. Dort ist das wohl umfangreichste Archiv des Sternenhimmels gespeichert und wartet auf die „Hipparcos“-Ergebnisse.

Roger Hellot zeigte uns den 49-cm-Refraktor in der großen Kuppel, dem Arbeitsplatz der Amateurastronomen, denn die zwölf Fachastronomen arbeiten überwiegend in Laboratorien oder Computerstationen.

Beim kurzen Bummel durch die Altstadt galt unser besonderes Interesse der astronomischen Uhr, die sich seit 1352 im herrlichen Münster befindet. In weiteren Stunden bot sich auch Gelegenheit, die schöne Stadt Freiburg und ihre herrliche Umgebung, den Schwarzwald, etwas kennenzulernen.

Als Ausblick auf das ESOP IX 1990 erfolgte durch E. Otto im Auftrage des KB der DDR die offizielle Einladung nach Jena, wo die Tagung vom 24. bis 28. 8. 90 stattfinden wird.

W. ROTHE, K. GUHL, E. OTTO



Astroferien in Crimmitschau

In den Sommerferien 1989 wurde von der Crimmitschauer Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ bereits zum zweiten Mal ein Spezialistenlager Astronomie für Schüler der oberen Klassenstufen durchgeführt. Es fand vom 5. bis 13. Juli statt.

Die Anreise erfolgte bei blendendem Wetter, so daß wir bereits in der ersten Nacht ein umfangreiches Beobachtungsprogramm absolvieren konnten. Auch die zweite Nacht enttäuschte in dieser Hinsicht nicht. Wir erhielten gute Aufnahmen des Planeten Saturn (Abb.) und der Sommersternbilder. Als besonderen Erfolg schätzen wir eine Aufnahme ein, die uns in der ersten Nacht gelang. Bei der Entwicklung des Films stellten wir fest, daß uns ein Satellit vor das Objektiv geraten war.

Visuell beobachteten wir zahlreiche Sternhaufen, Galaxien und Doppelsterne. Großen Spaß hatten wir an der Arbeit im Fotola-

bor. Trotz der ungünstigen Witterung an den meisten Tagen gab es immer viel zu tun. Wir entwickelten vorwiegend Arbeiten der ersten zwei Nächte, aber auch Fotos, die während unserer „Freizeit“ entstanden.

Wir badeten, grillten, wanderten und veranstalteten am Abend ein Lagerfeuer. Ein weiterer Höhepunkt war der Besuch des Zeiss-Kleinplanetariums in Karl-Marx-Stadt. Wir möchten uns beim Leiter des Planetariums für sein umfangreiches und nach unseren Wünschen zugeschnittenes Programm nochmals bedanken.

Das Lager war ein voller Erfolg, wozu die Unterstützung seitens der Sternwarte nicht unwesentlich beigetragen hat. Wahrscheinlich ist es günstiger, das Lager in den nächsten Jahren auf den Monat August zu verschieben. Die kurzen Nächte machten sich bei der Beobachtung doch negativ bemerkbar. Jedenfalls hoffen wir auf ein interessantes und erlebnisreiches Lager im nächsten Jahr.

KLAUS LEDERER

Rezensionen

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1990

Im 42. Jahrgang des „Ahnert“ hat der Herausgeber zunächst die traurige Pflicht, des 1989 verstorbenen Gründers Paul Ahnert zu gedenken. Verlagsleiter K. Wiecke ruft noch einmal das uner müdliche Wirken Ahnerts ins Gedächtnis und zeigt dessen herausragende Bedeutung für die Entwicklung der Amateurastronomie in der DDR.

Der neue Redakteur R. Luthardt behält die bewährte Form des Kalenders bei. Die Ephemeriden der Sonne wurden um die rechtwinkligen geozentrischen Koordinaten erweitert, die zur Ephemeridenrechnung verwendet werden können. Bedauerlich kurz geraten ist diesmal der Abschnitt „Kleine Planeten“. Es werden lediglich Ephemeriden für Ceres, Pallas und Vesta gegeben, diese dafür aber ganzjährig und für Perioden, in denen die Objekte mit Sicherheit nicht beobachtbar sein werden. Paradoxerweise finden sich im Anschluß daran ausführliche Angaben zu Konjunktionen kleiner Planeten mit Fixsternen.

Der letzte Teil des Jahrbuches besteht wieder aus Beiträgen zu aktuellen astronomischen Themen, unter anderem zur Supernova 1987 A und zum 30jährigen Bestehen des KSO Tautenburg. Der Bildanhang bietet vor allem Astrofotos mit hohem Schärwert. Ahnerts Kalender für Sternfreunde ist, wie in jedem Jahr, der unentbehrliche Begleiter aller Freunde der Astronomie.

ANDREAS DILL

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1990. Redaktion: Reiner Luthardt. – Leipzig: J. A. Barth, 1989. – 192 S.; 54 Ill. (z. T. farbig). Preis 5,70 M. ISBN 3-335-001774.

Astronomisch-chronologische Tafeln

In sechster, völlig überarbeiteter Auflage erschien dieses kleine Rechenwerk, das sich seit drei Jahrzehnten erheblicher Nachfrage erfreut. Der Grund dafür dürfte sein, daß der Besitzer dieses

Buches ohne spezielle Kenntnisse der Himmelsmechanik und Mathematik in der Lage ist, Positionen von Sonne, Mond und Planeten für den Zeitraum vieler Jahrtausende mit annehmbarer Genauigkeit zu ermitteln. Ohne Mühe lassen sich damit historische Gestirnspositionen nachrechnen, aber auch gegenwärtige und zukünftige Stellungen ermitteln.

Am Inhalt des Buches hat sich nichts Wesentliches geändert. Der Autor veränderte die Gestaltung einiger Tafeln und verfaßte die Rechenanleitungen strenger und übersichtlicher. Auch das Druckbild wurde verbessert. Leider sind die grafischen Hilfsmittel verschwunden, die es möglich machten, einen groben Überblick über das Sichtbarkeitsgebiet von Finsternissen zu gewinnen.

Es kann die Frage gestellt werden, ob dieses Buch heute, im Computerzeitalter, noch zeitgemäß ist. Zumindest in unserem Land befinden wir uns aber in einer Phase, die nicht jedem Interessenten Möglichkeiten bietet, Ephemeriden auf dem Computer mit dazu geeigneten Verfahren zu rechnen. Aus dieser Sicht haben die Astronomisch-chronologischen Tafeln durchaus noch ihre Daseinsberechtigung, obwohl sie in absehbarer Zeit durch ein neues Rechenhilfsmittel gemäßes Werk zu ersetzen sein werden.

ANDREAS DILL

Paul Ahnert: Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten. – 6., völlig überarb. Aufl. – Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1988. – 76 S.; 8 Ill. Preis 10,20. ISBN 3-335-00040-4.



Durchgänge

In seinem neuesten Werk befaßt sich Jean Meeus mit den Merkur- und Venusdurchgängen. Anlaß, dieses Buch zu verfassen, waren für Meeus die beiden langsam in greifbare Nähe rückenden Venusdurchgänge der Jahre 2004 und 2012.

Der Verfasser nutzte die Gelegenheit, das Phänomen der Durchgänge auf Grund der neuen Planetentheorie VSOP87 von Bretagnon und Francou sehr detailliert zu untersuchen und darzustellen. So finden sich zunächst Informationen über bestehende Periodizitäten, über Durchgangsserien und ihre äußeren Gesetzmäßigkeiten. Dem schließen sich kurze Bemerkungen zu historischen Aspekten an, insbesondere zum von Kepler vorausgerechneten und 1631 von Gassendi erstmals teleskopisch beobachteten Merkurdurchgang.

Den Kern des Buches bilden die hochgenauen Elemente aller 117 Merkurdurchgänge zwischen 1600 und 2300 sowie aller 81 Venusdurchgänge in den 6000 Jahren (!) zwischen –2000 und +4000.

Die Elemente geben in Polynomform direkt die Bewegung des Planeten über die Sonnenscheibe in rechtwinkligen Koordinaten. Weiter werden die Deklinationen, die Ephemeridenstundenwinkel sowie die geozentrischen Entfernungen der Sonne und des Planeten verzeichnet. Meeus stellt ausführlich in der von ihm gewohnten Klarheit dar, wie aus diesen Daten alle Umstände eines Durchganges für beliebige Beobachtungsorte errechnet werden können und führt dies an nachrechenbaren Beispielen vor. Die geozentrischen Phasen aller Durchgänge sind dem Buch bereits direkt zu entnehmen.

Auf acht Seiten wird das Thema des Buches schließlich auf Vorübergänge vor der Sonne ausgeweitet, die man von allen anderen Planeten (bis auf Merkur natürlich) sehen könnte. Man erfährt dort von sehr seltenen Ereignissen wie einem Durchgang des Jupi-

ters von Uranus gesehen am 14. 3. 1914 oder einem streifenden Jupiterdurchgang für Pluto am 2. 3. 1931. Die Betrachtung solcher Erscheinungen mag merkwürdig anmuten, da niemand existiert, der sie beobachten konnte oder können wird. Das theoretische Interesse von Jean Meeus daran basiert jedoch nicht allein auf dem Vergnügen am Rechnen, sondern auf der Tatsache, daß man dabei oft zu überraschenden Einsichten in die Bewegungen der Planeten und deren Konsequenzen gelangt. Daß diese Untersuchungen auch auf recht kuriose Art genutzt werden können, erzählt der Autor selbst in einer kurzen Anmerkung: Der bekannte Science-Fiction-Schriftsteller Arthur C. Clarke wurde durch eine Veröffentlichung von Jean Meeus über einen Erddurchgang für den Mars am 29. 6. 1984 zu einer Erzählung (1971) inspiriert. In dieser Geschichte stirbt ein auf dem roten Planeten zurückgelassener Astronaut an Sauerstoffmangel, kurz nachdem er noch diesen Erddurchgang sehen konnte.

Das neue und wieder sehr solide Buch von Jean Meeus ist eine wertvolle Bereicherung für die Bibliothek jedes Fachastronomen oder Amateurs, der an Ephemeridenrechnung und an astronomischer Phänomenologie interessiert ist.

ANDREAS DILL

Meeus, Jean: Transits. Willmann-Bell, Inc., Richmond/Va. 1989. 75 S., zahlr. Abb. – \$ 14,95; ISBN 0-943396-25-5.



Veränderliche Sterne, ihre Beobachtung und Auswertung

Dem Liebhaber des Sternhimmels und dem Freizeitastronomen sind die Veränderlichen Sterne wohlbekannte Himmelsobjekte. In der populären Astronomie findet man über sie jedoch relativ wenig oder man muß einschlägige Fachbücher zu Hilfe nehmen. Eine Anleitung zur Beobachtung dieser interessanten Sterne und die Auswertverfahren dazu fehlten bislang in unserem Land. Darum ist es ein großes Verdienst des Ehepaares Rätz, Mitglieder des AKV, diese Lücke geschlossen zu haben. Jetzt liegt für alle Interessenten eine solche Anleitung mit fast 100 Seiten Umfang vor. Die Zentrale des AKV, die Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha (7302), versendet diese Broschüre gegen 6,00 DM incl. Porto. Die Anleitung hilft allen Interessenten und Sternfreunden, die sich mit den Veränderlichen Sternen vertraut machen wollen in jeder Weise.

So findet man vieles Wissenswerte über diese Sterne im Abschnitt 2, wo die Typen der Veränderlichen vorgestellt werden. Abschnitt 3 behandelt in ausführlicher und verständlicher Form die Beobachtung dieser Objekte, während der Abschnitt 4 die Auswertverfahren erläutert. Im Abschnitt 5 werden die Beobachtungen der Veränderlichen Sterne in der Sternentwicklung dargelegt und ein Anhang gibt neben einer Liste heller Veränderlicher viele weitere nützliche Informationen. Auch Umgebungs-karten von Veränderlichen sind vorhanden. Ein eingefügtes Übungsbeispiel erlaubt sogar am Schreibtisch, sich mit der Beobachtung und Auswertung vertraut zu machen.

Die Broschüre kann jedem interessierten Sternfreund, jedem Astronomielehrer und manchem Schüler empfohlen werden.

H. BUSCH

Kerstin und Manfred Rätz: Veränderliche Sterne und ihre Beobachtung. Eine Beobachtungs- und Auswert-Anleitung des Arbeitskreises Veränderliche (AKV), Suhl 1988. Preis: 6,00 DM.

Auflösung Bilder-Krimi

In unserem Heft 4/1989 brachten wir auf Bildseite IV ein Foto von Ulrich Meier aus Magdeburg in der Hoffnung, jüngeren Lesern würde es Spaß bereiten, den Bildinhalt zu entschlüsseln/enträtseln. Da bei Erscheinen des Heftes der angegebene Einsendetermin schon vorüber war, fanden es die meisten Leser wahrscheinlich nicht mehr der Mühe wert, einen Gedanken geschweige eine Postkarte dafür zu verschwenden. Ein Leser aber ließ sich dennoch nicht von der Heftverspätung schrecken und schrieb uns wie folgt:

„Sehr interessant war Ihre Idee vom Astrobilder-Krimi. Aber als Weihnachtsgruß ging das beim besten Willen nicht, die Post brachte die Zeitschrift erst am 4. 1. 1990. (Die Post war nicht schuld; H. A.)

Zu den Fragen im einzelnen: Die kurze Strichspur auf halber Höhe stammt vom Mars, unmittelbar rechts daneben der Skorpion. Der zweite Wanderer auf dem Foto ist der Mond – in der Ecke rechts unten.

Schlecht dokumentiert war das Datum. Nicht Anfang Juli sondern ungefähr 16./17. 7. 1986 war's gewesen. Zweifelhaft bleibt die starke lange Spur am unteren Bildrand, wahrscheinlich eine lokale Erscheinung (richtig; es ist das Reflexbild einer Rauchfahne des erkennbaren Schornsteines). ...

P. METAG, Potsdam

In eigener Sache

Infolge personeller wie örtlicher Veränderungen in unserer Redaktion wird es bis zu unserem Heft 3/1990 noch zu verzögerter Heftauslieferung kommen. Wir bitten unsere Leser, Abonnenten und Autoren um Verständnis. Ab Heft 4/1990 werden unsere Hefte dann wieder termingerecht erscheinen.

Herausgeber und Redaktion

Drehbare Weltsternkarte

Diese Welt-Sternkarte hat die Vorzüge jeder drehbaren Sternkarte: Sie zeigt den Anblick des Sternhimmels für jedes Datum und jede Uhrzeit. Von den bisher bekannten Sternkarten zeichnet sie sich aber dadurch aus, daß sie den Sternhimmel für acht verschiedene geographische Breiten zeigen kann und sich somit auf der ganzen Erde verwenden läßt. Eine weitere Besonderheit: Die gewählte Projektion der Weltsternkarte erlaubt einen geraden Südhorizont; somit sind die Sternbilder über ihm unverzerrt zu sehen. Auch der Horizont im Osten, Westen und Norden ist gerade, so daß man den Sternhimmel immer übersichtlich vor sich hat, ohne die Karte drehen zu müssen.

Besonderheiten sind ferner die auf den drehbaren Zeiger aufgedruckte Sonnen-Lemniskate und die Markierung zur direkten Einstellung der Ortszeit, ohne daß man die Uhrzeit zuerst in die „Mittlere Wahre Ortszeit“ umrechnen muß. – Eine wirkliche Neuheit; die perfekte Ergänzung zu allen bisher gebräuchlichen Sternkarten.

E. Karkoschka: Drehbare Welt-Sternkarte für den nördlichen und südlichen Sternhimmel. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart 1990. Durchmesser 27 cm, konischer Planetenzeiger, dreifarbig bedruckt, PVC, 16 S.-Anleitungsheft; in Minigrip-Beutel. Best.-Nr. ISBN 3-440-06103-5, DM 24,80.

Unsere Autoren

Dr. Hans-Erich Fröhlich, Reuterstr. 10, Potsdam, 1590
Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
Karsten Kirsch, O.-Schwarz-Str. 27, Jena-Winzerla, 6908
Wolfram Fischer, Selseckerstr. 22, Leipzig, 7030
Dipl.-Ing. H.-D. Naumann, Str. d. Thälmannpioniere 19, Radeberg, 8142
Dipl.-Journ. Jürgen Helfricht, H.-Zille-Str. 66, Radebeul, 8122
Dr. A. Koeckelenbergh, Ringlaan 3, B-1180, Brüssel, Belgien
Heinz Albert, Str. d. Jugend 20, Crimmitschau, 9630
Inge Häusele, Dr. Gerold Richter, AdW, ZIAP, Sternwarte, PSF 55-27/28, Sonneberg, 6400
Hermann Berger, OT Gruben 27b, Scharfenberg, 8251
Frank Andreas, R.-Szlapka-Weg 7, Crimmitschau, 9630
Dipl.-Ing. Wolfgang Rothe, Köpenicker Landstr. 266, Berlin, 1195
Konrad Guhl, Alt-Treptow 1, Berlin, 1193
OStR Edgar Otto, Friedrichshöhe 11, Eilenburg, 7280
Bernd Hanisch, Bachstr. 15, Cottbus, 7500
Klaus Lederer, Biesenbrower Str. 125 (05/03), Berlin, 1090
Karl-Heinz Mau, Moorweg 5, Wegeleben, 3607
Juiko Sergey Valentinovich, 111578 USSR, Moscow, Svobodny Prospect 5/2-19

Sowjetische Amateurastronomen fotografierten ...

... die Milchstraße im
Sagittarius, 1989 VIII
25.885 UT mit UKAN-
9-Objektiv ($D = 100$ mm,
 $F/2,5$), auf ORWO ZU-
21 25 min belichtet. Fo-
to: S. V. Juiko.



... den Komet 1989o
Brorsen-Metcalf am
1989 VIII 7.986 UT mit
dem 16"-Doppelastro-
graphen ($F/4$) des
Astrophysikalischen
Observatoriums auf der
Krim; $t_{\text{bel}} = 60$ min,
ORWO ZU-21. Foto
von V. Korneev und
S. V. Juiko. Nord oben,
Osten links.

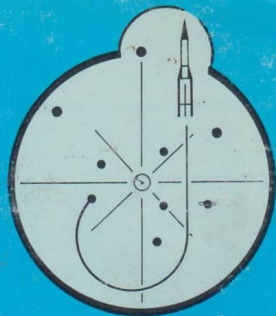


... den Komet 1989o
mit URAN-9-Objektiv
am 1989 VIII 1.006 UT.
 t_{bel} und Emulsion wie
Bild 2. Oben links
NGC 1342. Foto:
S. V. Juiko.





Astronomie UND Raumfahrt



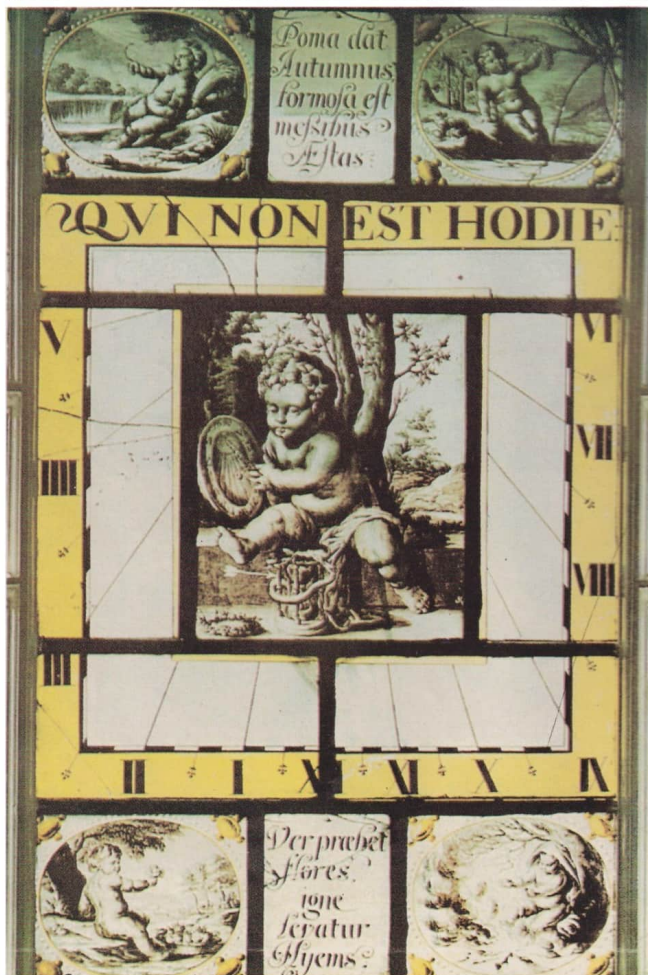
ISSN 0587-565X

EVP 1,50

1990 **3**



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und Raum-
fahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. Siegfried Marx

Verantwortlicher Redakteur:

OL Heinz Albert

Redaktionsbeirat:

Ing. Andreas Dill, Ing. Achim Grün-
berg, Dr. Jürgen Hamel (stellvertret.
Verantw. Red.), Dipl.-Journ. Jürgen
Helfricht, Dipl.-Phys. Jürgen Ren-
dte, Uwe Schmaling, Michael Schrei-
ter (Graphik), Dipl.-Phys. Manfred
Woche, StR. Arnold Zenkert,
Dr. Reiner Ziemer, Dr. Bernd Zill

Redaktionssitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Fernsprecher: 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ er-
scheint 1990 mit 6 Heften, Bezugs-
preis im Abonnement, zweimonatlich
(1 Heft) 1,50 M.

Bezug durch die Post oder den Buch-
handel. Bestellungen aus dem Aus-
land (und der BRD) sind zu richten
an das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der Pari-
ser Kommune 3-4.
Registrier-Nr. 1490 beim Presse- und
Informationsdienst der DDR,
Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruß, Crimmitschau

Manuskripte sind in doppelter Aus-
fertigung (Durchschlag) an den Re-
daktionssitz einzusenden. Für unver-
langte Einsendungen wird keine
Haftung übernommen. Die Redak-
tion behält sich vor, Beiträge zu kür-
zen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie
und Raumfahrt veröffentlichten Bei-
träge ist nur mit Zustimmung der Re-
daktion gestattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Druckhaus Nbg.

Inhalt

28. Jahrgang (1990) Heft 3

Editorial	66
Rainer Beck: Kosmische Magnetfelder	66
Rainer Ziemer: In China bald größtes Schmidt-Teleskop	68
Christopher St. J.H. Daniel: Gemalte Glasfenstersonnen- uhren in England und Wales	69
SIDC und AKS: Sonnenfleckenrelativzahlen Dez 89/Feb 90	72
Wolfram Fischer: Anregungen zur Deep-Sky-Fotografie	73
Frank Andreas: Astrofotos durch ein „Ofenrohr“	77
K.-H. Bücke: Positionen der Planeten Jupiter bis Neptun für die Jahre 1970 bis 2010 (DATA-Reihe)	78
Marco Peuschel: Die Stellung der Venus am Abendhimmel zum Zeitpunkt der Elongation (DATA-Reihe)	79

Beobachtungshinweise

Dietmar Kitta: Komet Okazaki-Levy-Rudenko	80
K.-H. Bücke und A. Dill: Die Marsopposition 1990	81
H. Berger: Anregungen zum Beobachten der Mars-Oppo- sition	84
K.-H. Mau: Mars im Bild – Marsopposition 1988	85
J. Hoppe: Der Mars während der Opposition 1988	88

Kurzberichte

An alle Schnellnachrichtenbezieher!

Tagung „Beobachtung... Veränderlicher“ (D. Böhme) • Lohrmann-Kolloquium (J. Helfricht) • Wilhelm-Foerster- Preis erstmalig verliehen (Th. Nobiling)	88
WARC ORB 88 (H.-D. Naumann)	90
Jahreszeiten im Wandel der Zeit • Fred Hoyle, der Unruhe- stifter (A. Dill)	91
Antike und mittelalterliche Sonnenuhren in Jugoslawien (H. Rau)	92

Aus der Literatur	93
--------------------------	----

Rezensionen	95
--------------------	----

Unsere Autoren	96
Anzeigen	72

Bildseiten

Titelbild: Eine ungewöhnliche Sonnenuhr in Greenwich (England)
von Chr. St. J.H. Daniel. Lesen Sie dazu unseren Beitrag S. 69!

2. **Umschl.-S.:** Glasfenstersonnenuhr von Nun Appleton Hall in
Yorkshire aus dem 17. Jh., ein Werk von Henry Gyles.

3. **Umschlag.-S.:** Komet 1989r, Okazaki-Levy-Rudenko. Drei
Aufnahmen von der Volkssternwarte „Erich Scholz“ Zittau.

4. **Umschlag.-S.:** Glasfenstersonnenuhr im Südfenster des Great
Chamber in Gilling Castle, Yorkshire (England), von 1585

Liebe Leserinnen und Leser von AuR!

Durch die neuen politischen Bedingungen in der DDR bewirkt, hat es bei den Zeitungen und Zeitschriften unseres Landes viele Veränderungen gegeben. An „Astronomie und Raumfahrt“ scheint die Wende vorbeigegangen zu sein, denn AuR erscheint

- noch im gleichen Format,
- mit der gleichen äußeren Gestaltung,
- zum gleichen Preis und
- mit der üblichen Verspätung.

Tatsächlich hat es in der Redaktion in den vergangenen Wochen und Monaten aber sehr ernsthafte und zum Teil hitzige Diskussionen über die weitere Entwicklung von AuR gegeben. Das Fazit läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

AuR wird auch weiterhin erscheinen.

Diese Entscheidung hat natürlich Konsequenzen.

- AuR muß sich seinen Leserkreis erhalten und neue Leser gewinnen, auch im Wettbewerb mit anderen astronomischen Publikationen. Dazu will sich AuR noch mehr als bisher vor allem an den praktisch tätigen Amateur, vom Anfänger bis zum Erfahrenen, wenden; ihm Hinweise für seine praktische Arbeit geben, ihm aber auch neues astronomisches Wissen vermitteln.
- AuR muß pünktlich erscheinen und künftig weitaus aktueller sein. Das bisherige verspätete Erscheinen war durch technische und organisatorische Veränderungen aber auch durch Mängel bedingt. Dafür bitten wir um Verständnis und Entschuldigung. Es wurden mit einer Druckerei Abmachungen getroffen, die in Zukunft ein pünktliches Erscheinen garantieren.
- AuR muß sein äußeres Erscheinungsbild dem internationalen Niveau anpassen, denn es wird ja nicht mehr die Zeitschrift eines abgeschlossenen Territoriums sein. Auch darüber gibt es Absprachen mit dem zukünftigen Hersteller. Wir beabsichtigen, die Zeitschrift ab Heft 4/1990 in einem größeren Format, mehrfarbig gestaltet (noch einmal zum alten Preis) herauszugeben.
- AuR kann nicht mehr von finanziellen Zuschüssen leben. Dazu bietet AuR ab sofort die Möglichkeit für Werbung und Anzeigen, die der Zeitschrift Geld bringen, dem Leser aber Informationen. Alle Leser werden verstehen,

daß damit allein die notwendigen finanziellen Mittel nicht erwirtschaftet werden können und deshalb auch eine Preisneubestimmung notwendig ist. Über den neuen Preis unserer Zeitschrift, einschließlich den Vorzugspreis für Abonnenten und für Jugendliche, werden wir Sie in einem unserer Folgehefte rechtzeitig informieren.

Wir möchten alle Leser schon heute auf diese notwendigen Veränderungen aufmerksam machen. Wir brauchen aber auch noch mehr als bisher Ihre Hinweise und Ihre aktive Mitarbeit an der inhaltlichen Gestaltung der Hefte.

In der Hoffnung auf eine weitere gute Zusammenarbeit verbleiben Ihr

Kulturbunde V.
Herausgeber

Prof. Dr. sc. S. MARX
Chefredakteur



Kosmische Magnetfelder

RAINER BECK

Bereits vor 5000 Jahren kannten die Chinesen die geheimnisvolle Kraft zwischen magnetischen Steinen. Der Mensch hat kein Sinnesorgan für magnetische Kräfte, doch in der Tierwelt spielen Magnetfelder zur Orientierung eine Rolle. Die Technik kommt nicht ohne Magnetfelder aus, angefangen von Kompaß, Dynamos und Elektromotoren bis hin zum magnetischen Einschluß von Plasmen zur Energiegewinnung durch Kernfusion.

Die physikalischen Vorgänge auf der Erdoberfläche und in der Erdatmosphäre werden kaum durch Magnetfelder beeinflusst, da die Atome der beteiligten Materie elektrisch neutral sind. Diese Eigenschaft ist die große Ausnahme im Weltall: Über 99 % der kosmischen Materie ist im Plasma-Zustand (d. h. positive und negative elektrische Ladungen sind frei beweglich) und reagiert daher auf magnetische Kräfte. Magnetfelder sind mit Gummibändern vergleichbar, die die Materie durchziehen: Sie folgen jeder Bewegung der Materie und können dabei erheblich verbogen werden.

Das Magnetfeld der Erde bildet einen Schutzschild vor den anströmenden, geladenen Teilchen des Sonnenwindes. Das irdische Magnetfeld entsteht im elektrisch leitenden Erdinneren durch einen Dynamo, der ähnlich dem Fahrraddynamo

Bewegungsenergie in elektromagnetische Energie umwandelt. Solche Prozesse spielen sich auch in den anderen Planeten ab.

1908 wurde entdeckt, daß auch die Sonne ein Magnetfeld besitzt. Es ist für spektakuläre Vorgänge wie Sonnenflecken, Protuberanzen, Eruptionen und den Sonnenwind verantwortlich. Der solare Dynamo kann nur in den äußeren Gasschichten arbeiten. Er ist 22jährigen Schwankungen unterworfen, die Ursache des Sonnenfleckenzyklus sind.

Vermutlich besitzen alle Sterne Magnetfelder. Besonders starke Felder haben die Pulsare, die Überreste von Supernovaexplosionen, die als „Magnetschleudern“ geladene Teilchen auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigen können. Diese Teilchen senden Strahlung aus, die synchron zur Rotation des Pulsars blinkt – kosmische Leuchtfener, entdeckt im Jahr 1967.

Die Existenz von Magnetfeldern zwischen den Sternen (das interstellare Medium) wurde bereits um die Jahrhundertwende vermutet. Zum Nachweis dienen Messungen des Lichtes vieler Sterne, das auf dem Weg zum Beobachter durch Staubkörner in interstellaren Magnetfeldern linear polarisiert wird. Dieser Effekt wurde 1920 entdeckt. Die erste Messung von Sternlichtpolarisation in der Galaxie M31 (Andromeda-Nebel) gelang 1942. Auch für die lineare Polarisation der Radiostrahlung aus der Milchstraße, die 1961 erstmals nachgewiesen wurde, sind Magnetfelder verantwortlich.

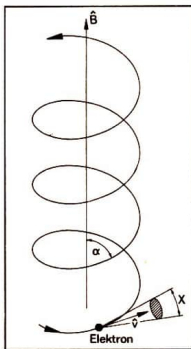


Abb. 1: Entstehung der Synchrotronstrahlung

Geraten schnelle, geladene Teilchen (z. B. aus Supernovaüberresten) in die interstellaren Magnetfelder, so werden sie auf Spiralbahnen gezwungen und senden polarisierte Radiostrahlung aus (Abb. 1). Der Nachweis von Polarisation der Radiostrahlung in Galaxien erfordert den Einsatz von großen Radioteleskopen wie des 100-m-Teleskopes des MPIfR. Aus der Intensität der Strahlung folgt die Stärke, aus der Polarisationsrichtung die Orientierung des Magnetfeldes.

Neue Sterne entstehen durch den Kollaps dichter interstellarer Gaswolken. Die Stoßwelle einer Supernovaexplosion ist ein möglicher Auslöser dieses Kollaps. Interstellare Magnetfelder bremsen die Rotation der Wolke ab, so daß die Fliehkraft den Kollaps nicht frühzeitig zum Stillstand bringen kann. Durch eine Kettenreaktion der Sternentstehung bilden sich spiralförmige Sternansammlungen, wobei Magnetfelder die Rolle von „Leitplanken“ spielen. Die Entstehung von Galaxien aus riesigen Gaswolken wurde vermutlich ebenfalls von Magnetfeldern beeinflusst.

Der Ursprung der interstellaren Magnetfelder ist noch unklar. Es wird vermutet, daß in Milchstraßensystemen gigantische Dynamos arbeiten, die aus der Rotationsenergie gespeist werden. In diesem Fall bilden die Magnetfeldlinien großräumige Muster, die sich über 100000 Lichtjahre erstrecken. Solche Muster sind in unserer Milchstraße schwierig zu erkennen, weil wir „vor lauter Bäumen den Wald nicht sehen“. Starke Dynamos treten anscheinend nur in Galaxien mit schneller Rotation auf. Einen Einfluß haben auch wellenförmige Störungen im Gravitationspotential (Dichtewellen), da sie die Gasbewegungen verändern und die Rotation lokal beschleunigen können.

Der Blick richtet sich auf benachbarte Spiralgalaxien, die unserem Milchstraßensystem ähnlich sind. Das 100-m-Radioteleskop ist das weltweit beste Instrument zum Nachweis von polarisierter Radiostrahlung. Seit über 15 Jahren wird Radiostrahlung aus Galaxien empfangen. 1979 konnte erstmals nachgewiesen werden, daß die Radiostrahlung der Andromeda-Galaxie in 2 Millionen Lichtjahren Entfernung hoch polarisiert ist. Ihr Magnetfeld ist in einem Ring von 70000 Lichtjahren Durchmesser konzentriert. Andere Galaxien zeigen Magnetfelder, die den Spiralarmen folgen und mit dem intergalaktischen Raum verbunden zu sein scheinen.

Als Beispiel sei die Spiralgalaxie M83 genannt,

die mit dem Radioteleskop Effelsberg gerade noch am Südhorizont beobachtet werden kann. Die aus den Polarisationsrichtungen abgeleiteten Magnetfeldorientierungen folgen den optischen Spiralarmen erstaunlich gut. Polarisationsgrade von bis zu 60 % zeigen, daß das Magnetfeld in M83 fast vollständig ausgerichtet ist.

Die mittlere Magnetfeldstärke in einer Galaxie hängt deutlich mit ihrer Infrarotleuchtkraft und damit mit der Sternentstehungsrate zusammen: Die Bedingungen, die einen starken Dynamo ermöglichen, erleichtern auch die Sternentstehung. Daher erhalten Modelle der Ausbreitung von Sternentstehung über Supernova-Stoßfronten, die ebenfalls von der Rotation abhängen, durch die Radiobeobachtungen neuen Auftrieb.

Ringförmige wie spiralförmige Magnetfelder entsprechen den Vorhersagen der Dynamo-Theorie unter verschiedenen Bedingungen, so wie sie von Wissenschaftlern der DDR, Japans und der UdSSR und des Bonner MPI für Radioastronomie entwickelt wurde. Wesentliche Impulse dazu gingen von einer internationalen Konferenz aus, die das Bonner MPI im September 1986 im Tagungszentrum der Max-Planck-Gesellschaft (Schloß Ringberg am Tegernsee) organisierte. Der Tagungsbericht von 300 Seiten Umfang ist das erste Buch über interstellare Magnetfelder überhaupt und markiert das wachsende Interesse an einem neuen Forschungszweig. 1989 fand eine noch größere Konferenz zum gleichen Thema statt.

Die Prozesse im Kern von Radiogalaxien und Quasaren werden ebenfalls wesentlich von Magnetfeldern beeinflusst, da die schnelle Rotation des Gases um das kompakte Zentralobjekt ideale Bedingungen für einen Dynamo bietet. Die Gasausströmungen (Jets) treten vermutlich an den Magnetpolen aus und erhalten dabei eine „magnetische Verpackung“, die die Jets über Hunderttausende von Lichtjahren zusammenhält. Kosmische Dynamos arbeiten in den kleinsten und in den größten Körpern des Weltalls und sind damit „universell“. Die Frage nach dem Ursprung der kosmischen Magnetfelder ist jedoch noch nicht gelöst, denn Dynamos können nur bereits vorhandene Magnetfelder verstärken. Schwache „Saatfelder“ müssen bereits bei der Bildung von Galaxien vor 10–15 Milliarden Jahren vorhanden gewesen sein. Der extreme Zustand der Materie kurz nach dem „Urknall“ ist eine ideale Brutstätte für die Ur-Magnetfelder.

Eine zweite Quelle von Saatfeldern könnten freie magnetische Ladungsträger sein, die „magnetischen Monopole“. Ihre Existenz ist umstritten. 1982 glaubten amerikanische Physiker, einen Monopol nachgewiesen zu haben – doch seitdem ist kein zweites Ereignis eingetreten. Monopole sind extrem selten, falls überhaupt vorhanden.

Die Erforschung kosmischer Magnetfelder ist zu einer bedeutenden Aufgabe geworden. Die Radioastronomie liefert dazu Einblicke in die größten Labors im Weltall, die Galaxien, mit noch unüberschaubaren Erkenntnissen für die irdische Physik.

✱

In China bald größtes Schmidt-Teleskop der Welt?

RAINER ZIENER

In Heft 2/1989 von *Astronomie und Raumfahrt* berichteten Ziener und Häupl [1] über Möglichkeiten, größere Schmidt-Teleskope als das Tautenburger zu bauen. Bei einigen Lesern entstand sicher der Eindruck, daß die Vorschläge von Reddish und Simmonds [2] für ein Schmidt-System mit einer 5 m-Korrektionsplatte in nächster Zeit nicht realisiert würden. Damit schien die Frage „Bleibt der Tautenburger Schmidt in Zukunft der größte der Welt?“ für einige Jahre zugunsten des Tautenburger Instrumentes entschieden.

Jetzt wurde durch die Fachliteratur ein Vortrag des Chinesen Wang Shouguan [3] bekannt, den dieser auf einem Symposium Ende November 1988 in Tokyo gehalten hat. Dabei ging es um astronomische Gerätschaften in China für die 90er Jahre, insbesondere um verschiedene Radioteleskope, Spiegel aus Porzellan und nicht zuletzt um ein Schmidt-Teleskop. Dieses Schmidt-System soll einen Hauptspiegel von 2,20 m Durchmesser und eine Korrektionsplatte von 1,50 m Durchmesser erhalten. Damit wäre es das größte der Welt, immerhin mit einer 16 cm größeren Korrektionsplatte als Tautenburg (s. Tabelle 1 in [1]), andererseits natürlich klein im Verhältnis zu dem in [2] vorgeschlagenen System.

Und man scheint in China schon ziemlich weit mit der Entwicklung dieses Fernrohres zu sein, da es bereits in fünf Jahren (bezogen auf Ende 1988!) fertig sein soll. Der Hauptspiegel wird aus einem

Reserveblock des chinesischen 2-m-Teleskopes geschliffen. Um Kosten zu sparen, soll das Teleskop in Xinglong aufgestellt werden. Dort steht bereits der 60/90 cm-Schmidt und es wird berichtet, daß die Standortbedingungen vergleichbar mit denen von Siding Spring (Australien) seien, wo der UK-Schmidt arbeitet.

Im folgenden sollen die von Wang Shouguan für das zu bauende Teleskop angegebenen Parameter mitgeteilt werden:

- freie Öffnung Hauptspiegel : 220 cm
- freie Öffnung Korrekptions-Platte : 150 cm
- Öffnungsverhältnis : f/2.5
- Gesichtsfeld : 5°
- spektraler Arbeitsbereich : 3200 – 10000 Å
- Einstellgenauigkeit : 6"
- Nachführgenauigkeit : 0.1
- Objektivprisma : geplant

Es sind zwei Arten von Strahlungsempfängern vorgesehen:

- (a) die photographische Platte,
- (b) ein optisches Glasfasersystem, welches das Licht auf 10 CCD-Chips leitet (damit sollen dann gleichzeitig etwa 500 Himmelsobjekte beobachtet werden).

Für den unter (b) zu beschreitenden Weg werden Experimente am 60/90 cm-Schmidt in Xinglong gemacht, welche die Erfahrungen des Steward-Observatoriums, der ESO und des UK-Schmidt auf diesem Gebiet nutzen. (Inzwischen gibt es für den unter (b) vorgeschlagenen Weg auch Anstrengungen im Max-Planck-Institut für Astrophysik Heidelberg, von denen vielleicht auch der Tautenburger Schmidt profitieren könnte).

Bei der Herstellung der Schmidtplatte von 150 cm Durchmesser sehen die chinesischen Instrumentenbauer offenbar die größten technologischen Probleme für das Projekt. Es soll eine achromatische Platte aus K9- und QF2-Glas werden und man will versuchen, die Platten durch Adhäsion aneinander zu binden (also nicht zu kitten).

Alles in allem ein interessantes Projekt, das die in [1] gestellte Frage abzuändern erfordert: „Wie lange noch bleibt der Tautenburger Schmidt der größte der Welt?“.

Lit.: [1] Ziener, R. und Häupl, W.: *Astronomie und Raumfahrt* 27, 34 (1989). – [2] Reddish, V. C.: *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 228, 537 (1988). – [3] Wang Shouguan: *Astrophysics and Space Science* 160, 287 (1989).

Gemalte Glasfenster-sonnenuhren in England und Wales

CHRISTOPHER ST. J. H. DANIEL

Glasfenster-sonnenuhren sind ihrer Natur nach empfindliche Gegenstände und nicht viele von ihnen haben den Lauf der Zeit ohne Beschädigung oder größere Beeinträchtigung ihrer Funktion überstanden. In der Regel haben sie die Form eines Kreises, Ovals oder einer Eiform. Sie sind in ein Fenster eingesetzt und besitzen einen Schattenstab auf der äußeren Seite des Glases. Der Schattenstab wird meist in zwei oder drei Bohrungen befestigt. Gerade diese Befestigungsart macht die Glasfenster-sonnenuhren wegen der Gefahr des Ausbrechens des Schattenwerfers so empfindlich gegen äußere Einflüsse.

Das Glas wird in traditioneller Art mit einer matt-weißen oder durchscheinenden Farbschicht versehen, auf welche die Stundenlinien mit Zahlen in schwarzer Farbe aufgetragen werden. Die Zahlen laufen, vom Schattenstab aus gesehen, rückwärts, damit sie bei der Betrachtung vom Inneren der Räume in richtiger Folge erscheinen. Im übrigen beruhen diese Sonnenuhren auf denselben Prinzipien wie die vertikalen Sonnenuhren. Es gibt davon Ausnahmen, wie die inklinierenden Glassonnenuhren in der prächtigen pyramidenförmigen Sonnenuhr in Whitehall von Rev. Francis Hall (alias Line), Prof. für Mathematik an der Universität Liege, die 1669 für König Charles II. konstruiert wurde. Diese Sonnenuhr besteht aus Stein, Eisen, Messing, Holz und Glas und umfaßt 270 einzelne Teilsonnenuhren, eingeschlossen einige farbige Glassonnenuhren. Dieses Schmuckstück erlag sehr schnell den Witterungseinflüssen, aber auch dem Vandalismus von Mitgliedern des Hofes, die es eigentlich hätten besser wissen müssen. Leider war die Sonnenuhr nicht robust genug, einer solchen Behandlung für längere Zeit zu widerstehen und verschwand bald. Zum Glück war sie von ihrem Hersteller in einem kleinen Werk („Explication“, London 1673) sorgfältig beschrieben worden.

Glasfenster-sonnenuhren lassen sich in dieselben Kategorien unterteilen wie vertikale Sonnenuhren, d. h. in direkt nach Süden, Norden, Osten oder Westen weisende Uhren sowie in die davon

abweichenden Sonnenuhren. Tatsächlich gehört die Mehrzahl der vertikalen Glasfenstersonnenuhren zu diesen deklinierenden.

So wie die „Kunst, Sonnenuhren zu machen“ im 17. Jh. am weitesten verbreitet war und zum Ende dieser Zeit ihren Höhepunkt erreichte, sind auch die meisten Glasfenstersonnenuhren in diese Zeit zu datieren, waren sie damals am populärsten. Ihre Beliebtheit war jedoch nicht allein dem Interesse an der Wissenschaft und der praktischen Zeitbestimmung zu verdanken, sondern eher noch der puritanischen Haltung, die sich während der Zeit des englischen Bürgerkrieges (1642–1651) entwickelte und die Oberhand im englischen Commonwealth unter Führung Oliver Cromwells, von der Restauration 1660 bis zur Thronbesteigung von Charles II. erhielt. Diese Situation resultierte ursprünglich aus der Reformation und nahm nach dem Abfall der englischen Kirche von der Römischen Kirche während der Herrschaft König Heinrich VIII. (1509–1547) Gestalt an. Heinrich haderte mit dem Papst wegen seiner Heirat, wies die päpstliche Autorität zurück und erhob sich selbst zum Haupt der englischen Kirche. Neben der von ihm verfügten Auflösung der Klöster führte er viele andere Veränderungen ein.

Das puritanische Denken glaubt, daß der Gottesdienst so rein und einfach wie möglich sein solle und daß die eigene Reformation der Kirche dies möglich mache. Eifernde Fürsprecher verleitete dieses Prinzip zu extremen Zerstörungen kirchlichen Interieurs sowie wunderschöner farbigter Glasfenster in Kirchen des ganzen Landes. Außerdem war das Klima puritanischer Voreingenommenheit so, das Glasmaler, die unter diesen Wirkungen zu leiden hatten, durch kirchlich kontrollierte Aufträge ihr Einkommen nicht mehr erhalten konnten. Deshalb waren sie genötigt, weltliche Geschäfte und private Dienste zu suchen.

In diesem Zusammenhang gewannen Glasfenstersonnenuhren ihre Beliebtheit. Man erwartete von jedem gebildeten Menschen, daß er mit der Kunst, Sonnenuhren herstellen zu können vertraut war; für mathematisch gebildete Gentleman war dies ein populärer Zeitvertreib. Isaac Newton, Christopher Wren und John Flamsteed, um nur drei der bedeutendsten Gelehrten ihrer Zeit zu nennen, studierten diese Kunst und übten sie praktisch aus. Am Ende waren die gemalten Glasfenstersonnenuhren eine höchst anziehende

Art der Zeitbestimmung, sowohl als Schmuck, als auch zur wirklichen Zeitanzeige. Es war natürlich von Vorteil, die Zeit vom Inneren eines Raumes, zu dem das Fenster gehört, ablesen zu können, z. B. an einem kalten, sonnigen Wintermorgen, wenn man nicht genötigt war, sich ins Freie zu begeben, um nach der „normalen“ Sonnenuhr zu sehen. Oft waren die Sonnenuhren ein Bestandteil umfangreicher dekorativer Gestaltungen des Familienwappens der Hausbesitzer oder der künstlerischen Darstellung der Jahreszeiten. In vielen Fällen war die Sonnenuhr das beherrschende Bild eines einfachen dekorativen Fensterschmucks oder eine der Zeit gewidmete Erinnerung. Darin konnte ein Bild der Sonne, ein an die Vergänglichkeit der Zeit gemahnendes geflügeltes Stundenglas oder ein Wappenschild eingeschlossen sein. Die Dekorationen waren bei den Glasmalern in verschiedener Technik üblich. Als fertiger Gegenstand war solch eine Uhr keinesfalls nur ein nützliches Instrument, sondern mehr noch eine das Auge mit Farbe und Glanz erfreuende Arbeit, die exakte mathematische Ausführung mit der Geschicklichkeit eines Künstlers und Handwerkers verbindet. So konnte sich der Besitzer der Uhr an der seltenen Schönheit, an der Verbindung zwischen Kunst und Wissenschaft, erfreuen.

Das puritanische Klima, das die Glasmaler des 16. Jh. zwang, sich von den Kirchen zum Dienst an Universitäten, für bürgerliche Institutionen oder Privatpersonen zu wenden, war also ein wesentlicher Grund für die Beliebtheit der Glasfenstersonnenuhren. Die Heraldik war die gewöhnlichste Alternative zu religiösen Arbeiten, aber Glasmaler bemühten sich, auch die Nachfrage nach anderen und weniger bekannten Formen bemalten Glases zu beleben. Von diesen war die Sonnenuhr sicher die populärste, auch im Hinblick darauf, daß sie ein funktionsfähiges Instrument war. Zwar steckte die Werbung in jenen Tagen noch in den Kinderschuhen, doch die Glasmaler hatten ein Gespür für ihre Möglichkeiten und nutzten sie, um ihre Schöpfungen zu verkaufen. Henry Giles aus York (1645–1709) war einer der bemerkenswertesten Glasmaler seiner Zeit. Er kündigte seine Kunstfertigkeit mit einem in Mezzotinto ausgeführten Porträt seines Freundes Francis Place, einem bekannten Graveur, an: „... , Malerei für Fenster, wie Wappen, Sonnenuhren, geschichtliche Darstellungen, gemalte Landschaften usw. werden gemacht von Henry

Gyles aus York". Auch brieflich machte er Reklame. In einem Brief an Thoresby, einem Antiquar aus Leeds schrieb Gyles: „Für Glassonnenuhren, wie ich sie in der Regel male, erhalte ich in Abhängigkeit von ihrer Größe von etwa 10 oder 12 Inches Höhe für gewöhnlich 20 Schilling.“ [1 Inch = 25,4 mm] Es scheint, daß, wenn Gyles einen Auftrag für ein Kirchenfenster o. ä. erhielt, er manchmal gratis eine Glasfenstersonnenuhr hinzugefügt hatte, wie z. B. beim Ostfenster des University College in Oxford.

Es ist unbekannt, wann die erste gemalte oder Glasfenstersonnenuhr in Britannien entstand. Man kann annehmen, daß dies auf die Motivierung von Glasmalern zurückzuführen ist, die mit der Konstruktion von Sonnenuhren vertraut wurden. Wahrscheinlich wurde der Gedanke aus dem Ausland angeregt, möglicherweise von den blühenden deutschen oder flämischen Schulen der Glasmalerei. Die älteste beschriebene Fenstersonnenuhr scheint auf das Jahr 1518 am Schloß des Kurfürsten von Sachsen in Altenburg zu datieren sein, während sich die älteste erhaltene aus dem Jahre 1535 im Kunstgewerbemuseum in Berlin befindet.

Deutschland hatte im 16. Jh. schon einen guten Ruf in der Glasbearbeitung, als auch in der Herstellung wissenschaftlicher Instrumente. Während dieses Jahrhunderts entstanden in Deutschland eine Anzahl Glasfenstersonnenuhren. Im gleichen Jahrhundert kamen Schüler und Handwerker nach England, um religiöser Intoleranz, Seuchen und Kriegen im übrigen Europa zu entkommen. Einige von ihnen, wie Nikolaus Kratzer, Astronom und Mathematiker, der „Königlicher Uhrmacher“ wurde, also Sonnenuhrenhersteller für Heinrich VIII., wurden ermutigt, ihre Ideen und ihre Kunstfertigkeit unter Beweis zu stellen. Deshalb ist es mehr als wahrscheinlich, daß die gemalten Glassonnenuhren durch ausländische Handwerker nach England kamen, wenn sie nicht direkt deutschen Ursprungs sind.

Das erste bekannte Exemplar einer Glasfenstersonnenuhr in England ist eine kleine Glasscheibe von nur 70 mm Durchmesser innerhalb eines nach Süden weisenden imposanten heraldischen Fensters des Great Chamber in Gilling Castle in Yorkshire (4. Umschlag-S.). Dieses bedeutende Elisabethanische Glasmalereifenster bildet die Genealogie und Heraldik der Fairfax-Familie ab und ist die Arbeit von Bernard Dininckoff, dessen Signatur mit dem Datum 1585 und einem

kleinen Porträt gerade unterhalb der Sonnenuhr erscheint. Von Dininckoff wird angenommen, daß er ein Böhmischer Flüchtling ist, dessen Heimat 1526 annektiert und Teil der großen Österreichisch-Ungarischen Monarchie wurde. Dininckoff erfreute sich eines bedeutenden Rufes und war Mitglied der Yorker Schule der Glasmaler. Die kleine runde Sonnenuhr war ein Schmuckstück des wunderbaren Glasfensters.

Die meisten Glassonnenuhren des 16. Jh. waren wesentlich größer als Dininckoffs kleines exquisites Objekt, viele waren wunderbare Beispiele für die Kunst der Glasmalerei. Henry Gyles war der letzte Glasmaler, der York im 17. Jh. verließ. Während er viele schöne Werke ausführte, eingeschlossen viele Glasfenstersonnenuhren, ist sein Name mit weiteren Arbeiten verbunden. Seine erste bekannte Sonnenuhr war die von Nun Appleton Hall in Yorkshire (2. Umschlag-S.). Es ist sicher, daß er die schönste, noch vollständige Sonnenuhr mit erhaltenem Schattenwerfer in Tong Hall bei Bradford, ebenfalls Yorkshire, fertigte. Seine schöne Uhr am University College in Oxford mit einem Porträt von Christus ist ebenfalls ein herausragendes Beispiel seiner Fähigkeiten.

In London waren nach dem großen Brand von 1666 die Zünfte der Glaser und Glasmaler damit beschäftigt, die vielen in den Flammen zerstörten Fenster wieder herzustellen. Eines ihrer Mitglieder war John Oliver (1616–1701), der im Gefolge dieses Unglücks großes Ansehen als Glasmaler gewann. Leider scheinen die meisten seiner Werke zerstört zu sein, oder sie verschwanden in Privatsammlungen. Dennoch wurde eine Glasfenstersonnenuhr, die ihm mit großer Sicherheit zugeschrieben wird, in der Sammlung der Weberzunft wiederentdeckt. Es ist bekannt, daß Oliver beim Wiederaufbau des Amtsgebäudes der Weberzunft beschäftigt war und Beschreibungen von Olivers Arbeiten zeigen, daß er es war, der die Uhr der Weber anfertigte.

Weitere Glassonnenuhren wurden im 18. Jh. hergestellt, aber nur zwei schöne Arbeiten, beide von John Rowell aus Wycombe in Buckinghamshire blieben erhalten. Die eine befindet sich im Südfenster von Purley Hall in Berkshire, die andere, datiert auf 1733, kann in Arbury Hall in Warwickshire betrachtet werden. Im 19. Jh. gewann Charles Kempe einiges Interesse an Glasfenstersonnenuhren und stellte einige sehr hübsche Exemplare her. Leider sind sie nicht erhalten.

Obwohl es einige moderne Beispiele dieser Kunst gibt, besteht wenig ernsthaftes Interesse an einer Wiederentdeckung dieser Zeitmeßinstrumente einer vergangenen Epoche in modernem Gewand. Ihre Anziehung scheint sich im Kopieren der Werke der Vergangenheit zu erschöpfen und liegt weniger in der Schaffung moderner Glasfenstersonnenuhren für unsere Zeit. Es ist bedauerlich feststellen zu müssen, daß wegen der Empfindlichkeit dieser schönen Beispiele der Glasmalerei und der mathematischen Fähigkeiten der Sonnenuhrenkonstrukteure nur wenige Glasfenstersonnenuhren bis heute erhalten blieben. Wegen der Gier der Sammler und der Sorglosigkeit der Besitzer werden noch weniger Sonnenuhren die Zukunft erleben. England kann sich glücklich schätzen, noch einige dreißig Exemplare zu besitzen. Wales hatte nur eines und aus Schottland ist noch keine solche Uhr beschrieben. Es ist nur zu hoffen, daß in England diese Arbeiten der Kunst und der Wissenschaft wieder als das, was sie wirklich sind, anerkannt werden und sie als ein Teil des Kulturellen Erbes erhalten bleiben.

Lit.: Daniel, C. St. J. H.: Shedding a glorious light. Stainedglass-Window Sundials. In: Country Life Febr. 26, 1987 72-75.

Eine ungewöhnliche Sonnenuhr (Titelbild)

konstruierte Christopher St. J. H. Daniel (Greenwich, England) 1977, anlässlich des Silbernen Jubiläums der Thronbesteigung von Königin Elisabeth II. Zwei Delphine geben zwischen ihren Schwanzspitzen einen schmalen Lichtspalt frei, der als Anzeiger auf der Skale (mit Zeitgleichungsschleife) fungiert.

Nicht der Schatten, sondern die Sonne selbst gibt hier die Zeit an. Die Uhr befindet sich vor dem National Maritime Museum in Greenwich, die Skulpturen stammen von Edwin Russel.

Foto: C. St. J. H. Daniel

Ha.

Sonnenfleckenzahlen Dezember 1989 bis Februar 1990

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center, Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE des Kulturbundes der DDR

d	Dezember		Januar		Februar	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	198	241	186	214	171	203
2	196	225	166	189	161	200
3	203	261	166	177	124	159
4	182	209	174	199	119	133
5	192	241	164	164	97	127
6	177	216	144	168	80	98
7	217	254	129	163	82	100
8	167	203	138	157	95	110
9	161	183	125	133	103	128
10	138	169	134	147	79	93
11	104	110	164	180	75	89
12	105	112	172	204	80	108
13	113	128	179	199	85	104
14	100	119	147	189	75	98
15	77	96	157	195	78	101
16	106	107	152	167	64	76
17	126	159	174	191	57	73
18	108	147	177	204	77	87
19	131	121	199	243	107	130
20	127	145	236	298	134	151
21	111	131	217	244	159	185
22	157	243	208	251	191	214
23	189	230	219	267	239	280
24	183	195	191	253	249	308
25	190	231	228	268	245	314
26	208	269	227	240	213	269
27	240	252	211	245	200	260
28	249	252	193	265	156	201
29	213	219	185	240		
30	264	248	198	262		
31	186	215	201	216		
M	165,1	191,5	179,4	210,7	128,4	157,1

A. KÖCKELENBERGH

H. ALBERT

Wer gibt kostenlos Material an jungen Hobbyastronomen ab? – Michael Funke, Eisenstuckstraße 38, Dresden, 8027.

Verkauf umständeh. Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2250, el. Nachführung m. Schrittmotor, Stativ; neuwertig f. 1.500 DM. – Bernd Lengsfeld, Schillerstr. 9, Spremberg, 7590.

Anregungen zur Deep-Sky-Fotografie

WOLFRAM FISCHER

Der Ausdruck Deep-Sky (engl. tiefer Himmel) ist inzwischen auch hierzulande zum Schlagwort geworden. Was verbirgt sich dahinter?

Die Mehrzahl der Amateure lebt in dichtbesiedelten Gebieten, aber selbst in ländlichen Gegenden ist der störende Einfluß der durch künstliche Lichtquellen verursachten Aufhellung des Nachthimmels deutlich. Diese Lichtverschmutzung verhindert (visuell wie fotografisch), ohne die Anwendung spezieller Hilfsmittel, die Beobachtung schwacher Objekte. Hinter dem Begriff Deep-Sky steht die Sehnsucht der Beobachter, nach einem dunklen, fremdluchtfreien Sternenhimmel. Nur noch weit ab von der Zivilisation, vor allem auf hohen Bergen, existiert ein natürlicher Deep-Sky, der alles zeigt, wozu wir Fremdlichtgeplagten besonderer Technik benötigen. Es ist höchste Zeit, unseren Sternfreunden Informationen und Erfahrungen zu diesen Techniken und Hilfsmitteln weiterzugeben. Im Zuge unserer neuen Möglichkeiten sollen vor allem westliche Spitzenprodukte vorgestellt werden, die auch in der Astrofotografie eine neue Welt eröffnen.

Die H_{α} -Fotografie von Emissionsnebeln

Um schwache Nebel, ähnlich gut wie im Hochgebirge (ohne Hilfsmittel), fotografieren zu können, muß die Helligkeit des Nachthimmels unterdrückt und der Kontrast zwischen Objekt- und Hintergrundschwärzung stark angehoben werden. Allerdings gilt auch hier die Regel, je klarer und dunkler der Himmel, umso höher der erzielbare Kontrast (und damit die Reichweite).

Wie schon seit langem in der Astrofotografie praktiziert, läßt sich der Kontrast zwischen Objekten und Hintergrundhelligkeit durch spektrale Selektion mittels geeigneter Filter-Film-Kombinationen erhöhen. Emissionsnebel, primär das Linienspektrum des Wasserstoffatoms ausstrahlend, werden am wirkungsvollsten im roten Licht der Balmerlinie H_{α} ($\lambda = 656,3 \text{ nm}$) fotografiert. In diesem Spektralbereich ist der Nachthimmel besonders dunkel und die α -Linie ist im optischen Bereich die hellste Emission des Wasserstoffs.

Die am leichtesten beschaffbare wirksame Filter-Film-Kombination ist der ORWO NP 27-Film in

Verbindung mit einem handelsüblichen hellen Rotfilter Nr. 901. (Es sollte kein Orange-Filter verwendet werden, da deren optimale Transmission [Durchlaßvermögen] nicht im Roten, sondern in dem durch die Natriumdampfampfen [um $\lambda = 600 \text{ nm}$] besonders fremdlichtbelasteten Orange-Bereich liegt.) Der ORWO NP 27 ist glücklicherweise bei H_{α} in der Regel noch ausreichend empfindlich, obwohl er ab 650 nm abfällt. Unter den handelsüblichen panchromatischen s/w-Filmen ist die H_{α} -Empfindlichkeit nicht sehr häufig. So sind beispielsweise folgende Filmsorten zur H_{α} -Fotografie ungeeignet: Fomapan 800 S, Kodak Tri-X, T-max, Plus-X, Ilford HP-5, Polaroid 3000 ect. .

Das verwendete Rotfilter sollte möglichst streng, also schmalbandig auf die H_{α} -Wellenlänge abgestimmt sein und muß hier eine hohe Transmission aufweisen. In der professionellen Praxis wird in der DDR bisher meist die Platte ORWO ZP 3 und das Schottfilter RG 5 verwendet. Der Bezug beider Materialien ist jedoch problematisch. Um auf der Höhe der Zeit zu sein, empfiehlt sich aber ohnehin etwas anderes. Die optimale Filter-Film-Kombination (für den Amateurgebrauch) besteht aus einem gashypersensibilisierten Kodak TP 2415-Film in Verbindung mit einem Lumicon H_{α} -Pass-Filter. Die Materialien sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

Der Kodak Technical Pan 2415-Film ist ein sehr hart arbeitender, panchromatischer, fototechnischer Kleinbilddfilm mit extrem feinem Korn (in Technidol entwickelt bis 312 L/mm Auflösung). Amateure entdeckten diesen Film nach Hypersensibilisierungsversuchen für die Astrofotografie. In Auflösung und Signal/Rausch-Verhältnis (wichtig zum Nachweis schwacher Objekte) übertrifft der TP 2415 die „klassischen“ professionellen H_{α} -Emulsionen Kodak 103a-E,F (ca. 80 L/mm Auflösung) und ist etwa vergleichbar mit den modernen Kodak IIIa-J Spektralplatten, deren bloße Anwendung bis zu zwei Größenklassen Grenzgrößengewinn bewirkt. Der TP 2415 ist stark rotempfindlich, blau weniger. Unsensibilisiert besitzt er 20 DIN. Durch Wasserstoffbehandlung steigert sich seine Sofortempfindlichkeit auf etwa 24 DIN. Der Schwarzschildexponent kann durch Hypersensibilisierung $p = 0,99$ erreichen, wodurch bei langen Belichtungen die Schwärzungszunahme praktisch linear erfolgt. Hieraus resultiert seine hohe Geschwindigkeit (kurze Belichtungszeiten) in der Langzeitfoto-

grafie. Sie entspricht etwa den oben genannten unsensibilisierten Kodak Spektralplatten. Der hypersensibilisierte Kodak TP 2415 ist eine preisgünstige Alternative zur IIIa-J Emulsion und steht im Amateurgebrauch (im Bereich der H_α -Fotografie) konkurrenzlos da.

Das Lumicon H_α -Pass-Filter wurde speziell zur H_α -Fotografie entwickelt (nur s/w-Fotografie) und besitzt bei dieser Wellenlänge seine maximale Transmission von 90%! Dieser hohe Wert wird nicht zuletzt durch die beiderseitige Vergütung erreicht. Das Filter ist (für ein Farbglass) sehr schmalbandig. Es besitzt nur 16 nm Halbwertsbreite. (Als Halbwertsbreite wird die Differenz der beiden Wellenlängen vor und hinter dem Maximum bezeichnet, bei denen die Transmission auf die Hälfte des maximalen Wertes abgesunken ist.) Unterhalb 630 nm sperrt es praktisch völlig. Dieses Filter ist wohl das stärkste Mittel zur Fremdlichtunterdrückung: Kontrastgewinn bei Emissionsnebeln bis zehnfach. Selbst im Zentrum hell erleuchteter Millionenstädte können geradezu unglaubliche Reichweiten erzielt werden! Das Glas ist absolut plan geschliffen und liefert gestochen scharfe Sternabbildungen. Der Faktor der Belichtungsverlängerung bei Emissionsnebeln (in Bezug zum hypersensibilisierten TP 2415) beträgt nur 1,5.

Das Deep-Sky-Filter

Ein führender Hersteller auf dem Gebiet des Astrozubehörs, besonders von Spezialfiltern für Deep-Sky-Beobachtungen, ist die kalifornische Firma Lumicon. Filter dieser Art dienen in der Regel der visuellen Sichtbarmachung schwacher Nebel in lichtverschmutzten Gebieten und werden auch als Nebelfilter bezeichnet. Lumicon bietet hier für verschiedene Anwendungszwecke und mit unterschiedlicher Wirksamkeit Spezialfilter an. Erwähnt sei das jedem visuellen Beobachter zu empfehlende UHC-Filter (Lumicon Ultra-High-Contrast-Filter) und das H_β -Filter, welches wegen der Sichtbarmachung so schwacher Objekte wie des Pferdekopfnebels berühmt ist. Diese Nebelfilter sind aus 30 bis 50 übereinandergedampften Schichten aufgebaut (Interferenzfilter) und stellen das Optimum des irgendwie noch filtertechnologisch Machbaren dar. Das gilt besonders für das Lumicon Deep-Sky-Filter, welches in zweijähriger Forschungsarbeit von Dr. Jack B. Marling entwickelt wurde. Es unterdrückt stark die hellen Emissionen der Quecksil-

ber- und Natriumdampflampen, die als Straßenbeleuchtungen den Hauptanteil der Aufhellung des Himmels verursachen. Aber auch das natürliche Störlicht der Sauerstoff(OI)-Linie bei 557 nm wird ausgeschaltet. Das Filter ist so konstruiert, daß es in dem Fenster minimaler Lichtverschmutzung (zwischen der violetten bei 436 nm und der grünen Quecksilberdampflinie der Straßenlampen bei 546 nm) möglichst viel Licht von Sternen und Nebeln hindurchläßt. Im langwelligen Bereich kann die H_α -Linie fast ungehindert passieren.

Tabelle 1: Ungefähre Transmissionen des Deep-Sky-Filters bei verschiedenen Wellenlängen

Linie	λ in nm	Transmiss.
H_β	486	90 %
H_α	656	90 %
H_γ	436	8 %
H_δ	546	1 %
O I	557	0,1 %
H_ϵ	579	0,1 %
Na	583	0,1 %

Dieses wertvolle Filter bietet universelle Anwendungsmöglichkeiten. Es erzeugt visuell einen deutlich dunkleren Himmels hintergrund und läßt schwächere Nebeldetails hervortreten. Galaxienbeobachtungen werden selbst in Großstadtnähe möglich!

Fotografisch ist es für Farb- und s/w-Aufnahmen geeignet und kann mit ganz unerheblichem Wirkungsverlust auch im konvergenten Strahlengang benutzt werden. Der mit dem Filter fotografisch erzielbare Kontrastgewinn beträgt:

bei Emissionsnebeln	4–8 ×
bei planetarischen Nebeln	3–8 ×
bei Reflexionsnebeln	1–4 ×
bei Galaxien und Sternhaufen	1–4 ×

Anmerkungen zu geeigneten Farbemulsionen

Wer westliche Farbfilm in der Astrofotografie erproben möchte, hat beim Kauf auch hier die Qual der Wahl und kann sich eigentlich nur an der ASA-Zahl orientieren. Deshalb folgende Empfehlungen:

Konica SR 1600 (33 DIN) gilt als der beste und schnellste Farbnegativ-Film. Er kommt sehr schnell, ist extrem feinkörnig und liefert einen schönen dunkelblauen Hintergrund. Als Farbdiafilm wird u. a. Fujichrom P 1600 D zur Deep-Sky- und Planetenfotografie empfohlen. Der

Film hat 27 DIN Grundempfindlichkeit und kann auf 38 DIN (4800 ASA) gepusht entwickelt werden. Er hat ein sehr feines Korn und liefert einen schönen blau-schwarzen Hintergrund. Diese Filme können bei unten genannter Adresse, auch hypersensibilisiert bezogen werden. Die Empfindlichkeit entspricht dann der Tiefkühl fotografie! Leider sind „gehyperte“ Farbfilme selbst im Tiefkühlschrank nur wenige Wochen beständig.

Praktische Hinweise zur Deep-Sky-Fotografie

Wer bestmögliche Resultate erreichen möchte, muß, vor allem bei der Fotografie schwacher Nebel, die Ausbelichtung der Aufnahmen anstreben. Erst wenn die zunehmende Hintergrundschwärzung des Negativs kein weiteres Vordringen ermöglicht, ist die Ausbelichtung erreicht. Ohne sie kann der erwartete Kontrast- und Reichweitengewinn nicht erzielt werden.

Bei der H_α -Kombination ORWO NP 27 und Filter Nr. 901 resultieren durch einen Schwarzschildexponenten $p \approx 0,75$ und die Fremdlightschutzwirkung des Rotfilters selbst bei großer Blende riesige Belichtungszeiten. Mit der Schmidt-Kamera des Verfassers (1:1,88) sind so 2 h-Belichtung angebracht. Bei Öffnungsverhältnissen $< 1:3,5$ ist die Ausbelichtung in einer Nacht (unter günstigen Bedingungen) nicht mehr möglich! Praktisch ist mit der genannten Kombination die H_α -Fotografie auf einige wenige Besitzer hochlichtstarker Schmidt-Kameras und auf Kleinbildkameras (mit großer Blende) beschränkt. Mit den am häufigsten verwendeten Instrumenten, den Plattenkameras und Teleobjektiven, besteht kaum eine Chance zur Ausbelichtung. Anders bei Verwendung eines hypersensibilisierten Kodak TP 2415 und dem Lumicon H_α -Pass-Filter. Die Zeiten für die Ausbelichtung der Aufnahmen auf hypersensibilisierten TP 2415 errechnen sich nach der Formel $2,5 \times n^2$ (das Ergebnis in Minuten, n = Öffnungsverhältnis). Multipliziert man das Ergebnis mit dem Verlängerungsfaktor des Rotfilters (1,5 $\times$), wird klar, daß mit dieser Kombination Ausbelichtungen selbst bei recht kleinen Blenden nach erstaunlich kurzen Zeiten möglich sind (s. Tabelle 2). Auch wenn die Belichtungszeiten anwachsen, sollte man dies unbedingt nutzen, um Kameras mit verkleinerter Blende einzusetzen. Entgegen der landläufigen Vorstellung erzeugt die verringerte Öffnung nicht bloß eine erhöhte Bildschärfe, die damit verbundene größere Auflösung bewirkt

einen Anstieg der erzielbaren Fixsterngrenzgröße (vgl. A + R28 (1990) 2; 42). In Tabelle 2 wurden Richtwerte zur Ausbelichtung bei unterschiedlichen Öffnungsverhältnissen, gültig für günstige mitteleuropäische Beobachtungsbedingungen, bestimmt. Für die ORWO NP 27-Kombination geschah dies nach einem Erfahrungswert des Verfassers und nach

$$\frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^{\frac{2}{p}}$$

t = Belichtungszeit, n = Öffnungsverhältnis, p = Schwarzschildexponent

Tabelle 2: Richtwerte zur Ausbelichtung bei unterschiedlichen Öffnungsverhältnissen für zwei Filter-Film-Kombinationen

ORWO NP 27, Rotfilter Nr. 901 $p \approx 0,75$	hypers. Kodak TP 2415, Lum. H_α -Pass. F., $p \approx 1$
1:1 = 22,3 min	3,75 min
1:1,5 = 1 h 6 min	8,4 min
1:2 = 2 h 20 min	15 min
1:2,8 = 5 h 45 min	29,4 min
1:3,5 = 10 h 30 min	46 min
1:4,5 = 20 h 30 min	1 h 16 min
1:5 = 27 h	1 h 35 min
1:6 = 44 h	2 h 15 min
1:7 = 66,6 h	3 h 5 min
1:8 = 95 h	4 h

Da jede ausbelichtete Aufnahme, gleich mit welcher Kamera gewonnen, bis zu schwächsten Flächenhelligkeiten (bis $27^m/\square''$) vordringen kann, ist die Deep-Sky-Fotografie großflächiger galaktischer Nebel selbst mit einfachem Kleinbildobjektiv nicht nur für Anfänger lohnend! (siehe Bild-Seite II)

Beim Umgang mit hypersensibilisiertem Kodak TP 2415-Film ist folgendes beachtenswert:

- Er neigt zu erhöhtem chemischen Schleier, vor allem wenn er in großer Luftfeuchtigkeit zum Einsatz kam.
- Gelegentlich entstehen auf einem Bild Inhomogenitäten in der Schwärzungsdichte, die nur durch kompliziertes Abwedeln beim Vergrößern auszugleichen sind.
- Die Schicht des Films darf nicht mit den Fingern berührt werden. Es entstehen nach der Entwicklung fingerabdruckartige Schwärzungsmuster; vermutlich durch Feuchtigkeit.
- Der hypersensibilisierte Film ist nur im Tiefkühlschrank bis zu einem Jahr lagerbar, bei Zimmertemperatur nur einige Wochen. Die Entwicklung des Films kann ohne weiteres in MH-28

(1 + 4) 4 min oder in A 71 (4 min) erfolgen. Meist wird der Entwickler Kodak D 19 verwendet.

Daß das Deep-Sky-Filter in der s/w-Fotografie allen Erwartungen gerecht wird, beweisen die Bild-S. I und III. Der im blauen Bereich weniger empfindliche TP 2415 zeigt mit diesem Filter die Plejadennebel ebenso brillant, wie schwache Randgebiete ferner Galaxien. Ein Ausweichen auf blauempfindlichere Emulsionen ist nach bisheriger Erfahrung des Verfassers unnötig. Zur farbfotografischen Anwendung des Deep-Sky-Filters muß einschränkend gesagt werden, daß Astroaufnahmen nur blaue und rote Sterne zeigen, das Gelbe wird völlig unterdrückt. Es gelang dem Verfasser bisher nicht, bei der Aussteuerung der Farbabzüge einen neutralen Hintergrund zu erzeugen (entweder Blau- oder Purpurstich).

Großflächige Deep-Sky-Objekte

Da viele Sternfreunde über keinen weitreichenden Katalog verfügen, sind im folgenden die wichtigsten großflächigen galaktischen Nebel unseres Himmels aufgeführt. Teilweise sind die Objekte so ausgedehnt, daß sie nur mit kurzen Brennweiten ganz erfaßt werden können. Abgebildete Kleinbildaufnahmen mit Normaloptik werden hier zum Leckerbissen!

Die Angaben stammen aus dem Cambridge Sky Catalogue 2000,0.

Zeichenerklärung: Kat-Nr. = Katalog Nummer, NGC = New General Catalogue, IC = Index Catalogue, Sh2 = Katalog nach Sharpless, Ced = nach Cederblad, PH-H = Helligkeit der Nebel auf einer rotempfindlichen Emulsion.

Die Skala reicht von 1 (am hellsten) bis 6 (am schwächsten).

F = Farbe der Nebel: sehr rot (sR), rot (R), blau (B), sehr blau (sB). SNU = Supernovaüberrest.

Tabelle 3: Großflächige galaktische Nebel nördlich $\delta = -16^\circ$

Kat.-Nr.	α)2000{	δ	Stb.	Durch- messer	PH-H	F	Name/Anmerkung
NGC 7822	0 ^h 03 ^m 7 ^s	+ 68°37'	Cep	60' × 30'	3	R	
Ced 214	0 04.7	+ 67 10	Cep	50 × 40	2	R	
IC 1805	2 33.4	+ 61 26	Cas	60 × 60	3	R	
IC 1848	2 51.3	+ 60 25	Cas	60 × 30	2	R	
NGC 1435	3 46.1	+ 23 47	Tau	30 × 30	2	sB	Tempels Nebel (Merope)
IC 353	3 55.0	+ 25 29	Tau	180 × 30	3	B	
Sh2-205	3 56.1	+ 53 12	Cam	100 × 80	5	R	
NGC 1499	4 00.7	+ 36 37	Per	145 × 40	1	R	Kalifornia Nebel
IC 360	4 13.0	+ 25 38	Tau	180 × 100	4	R	
IC 2188	5 06.9	- 7 13	Eri	180 × 60	3	B	(Rigel)
IC 405	5 16.2	+ 34 16	Aur	30 × 19	2	R	Flammender Stern-Nebel
Sh2-223	5 17.2	+ 42 12	Aur	70 × 10	4	sR	SNU
Sh2-276	5 20:	- 4:	Ori	400 × 40	3	R	Barnards-Schlinge
NGC 1976	5 35.4	- 5 27	Ori	66 × 60	1	R	M 42
Sh2-264	5 35:	+ 10:	Ori	270 × 240	4	R	(λ Ori)
Sh2 240	5 39.1	+ 28 00	Tau	200 × 180	4		SNU
IC 434	5 41.0	- 2 24	Ori	60 × 10	1	R	beim Pferdekopfnebel
Sh2-276	5 48:	+ 1:	Ori	600 × 30	3	R	Barnards-Schlinge
	5 56:	- 6:	Ori	600 × 20	3	sR	südl. Barnards-Schlinge
NGC 2237	6 32.3	+ 5 03	Mon	80 × 60	1	R	Rosettennebel
NGC 2264	6 40.9	+ 9 54	Mon	60 × 30	1	R	Conus-Nebel
IC 2177	7 05.1	- 10 42	Mon	120 × 40	3	R	Gum 2, Sh2-296
IC 4701	18 16.5	- 16 44	Sgr	60 × 40	4	R	
NGC 6604	18 17.9	- 11 44	Ser	60 × 30	1	R	
Sh2-91	19 35.6	+ 29 37	Cyg	120 × 2	4	R	SNU (langes Filament)
IC 1311	20 10.8	+ 41 11	Cyg	60 × 20	2	R	
IC 1318	20 14.3	+ 39 54	Cyg	40 × 40	4	R	
IC 1318	20 16.4	+ 41 49	Cyg	45 × 25	1	R	
Sh2-108	20 19.1	+ 39 21	Cyg	60 × 30	2	R	
NGC 6960	20 45.7	+ 30 43	Cyg	70 × 6	2	R-B	Cygnus-Bogen
	20 48.5	+ 31 09	Cyg	45 × 30	3	R-B	Cygnus-Bogen
IC 5068	20 50.8	+ 42 31	Cyg	80 × 30	2	R	
IC 5070	20 50.8	+ 44 21	Cyg	80 × 70	3	R	Pelikan-Nebel
NGC 6992	20 56.4	+ 31 43	Cyg	60 × 8	2	R-B	Cygnus-Bogen
NGC 7000	20 58.8	+ 44 20	Cyg	120 × 100	1	R	Nordamerika-Nebel
Sh2-129	21 11.8	+ 59 57	Cep	100 × 65	5	R	
IC 1396	21 39.1	+ 57 30	Cep	170 × 140	4	R	

Der Bezug westlicher Deep-Sky-Materialien

Alle in diesem Beitrag genannten westlichen Materialien können z. B. bei Mario Costantino „Alles für die Astronomie“, Schrämelstraße 90, D-8000 München 60, bestellt werden.

Viele im Artikel verwendete Angaben stammen aus einem Prospekt von Herrn Costantino. Da hier sehr viele weitere Informationen gegeben werden, sollte man ein Prospekt anfordern. Das Material ist auch als Planfilm (4" × 5") erhältlich. Als Rollfilm, Format 120, heißt er TP 6415. Der Film wird (völlig unabhängig vom Hersteller) durch den Vertreiber hypersensibilisiert und neu konfektioniert.

Der Kodak D 19-Entwickler ist nur als 5 Liter-Packung erhältlich.

Das Lumicon H_α-Pass-Filter kann in folgenden Filtergewindeabmessungen bezogen werden: 46, 48, 49, 52, 55, 58, 62, 67, 72, 77, 82 mm.

Für den fotografierenden Sternfreund empfiehlt sich das Deep-Sky-Filter mit 48 mm-Gewinde. Der freie Durchmesser beträgt 41 mm. Da das Gewinde bei uns nirgends paßt, sollte man sich einen Adapter drehen lassen. Der Preis des Filters: 312 DM.

Die genannten Farbfilme sind „ungehypert“ auch in Fotofachgeschäften erhältlich. Beim Einkauf sollte aber damit gerechnet werden, daß diese nicht immer vorrätig sind.



Zu den Abbildungen der Bildseiten I und III:

Galaxienfeld um M 101 im Sternbild Großer Bär
M 101, B₁ = 8^m18, $\varnothing$ = 26.9 × 26.3, Sc

Die mit Nummern gekennzeichneten Galaxien sind:

1	NGC 5474	B ₁ = 11 ^m 35	$\varnothing$ = 4,5 × 4,2	Sc
2	UGC 8837	13.10	4,0 × 1,4	Ir+
3	NGC 5477	14.2	1,7 × 1,4	Ir+
4	NGC 5473	12.3	2,6 × 1,8	E2
5	NGC 5485	12.4	2,6 × 2,1	Sa
6	NGC 5484	15.5		E2
7	NGC 5486	13.89	1,7 × 1,1	Sm
8	NGC 5422	13.01	3,9 × 0,9	S0

Sternbild Schwan im H-Licht

Diese KB-Aufnahme zeigt stark hervorgehoben die Wasserstoffemissionsgebiete und Dunkelwolken dieser Himmelsregion, überlagert von zahlreichen Sternen. Die Palette der abgebildeten Nebel ist vielfältig. Markante Objekte sind

am linken oberen Rand IC 1396 im Cepheus, die reich strukturierten Zonen um NGC 7000 und γ Cygni, die Cyg-Bögen, rechts um M 27 als Punkt. Die Aufnahme läßt neben hellen Nebeln (weiße Stellen) auch schwache und sehr schwache Nebelflächen erkennen (z. B. nördl. γ Cyg, nördl. und südl. NGC 7000). Interessant ist hier ein mehrere Grad breiter, schmaler und sehr lichtschwacher Nebelbogen, nördlich der Cygnus-Bögen gelegen.



Astrofotos durch ein „Ofenrohr“

FRANK ANDREAS

Das Licht, welches den 6 × 6-Film belichtet, gelangt wirklich durch ein Ofenrohr dorthin. Nur daß es eingangs noch ein Objektiv mit 115 mm Öffnung und 420 mm Brennweite passiert und sich damit ein 7° × 7° großer Himmelsausschnitt auf dem Film abbildet. Dieser befindet sich in einer alten abgesägten Rollfilmkamera aus Plaste, die an das konisch auslaufende Ofenrohr angeklebt wurde. Idee und handwerkliche Ausführung stammen von Frank Winkelmann aus Werdau.

Die lichtstarke Kamera wurde nun von mir genutzt, um im August 1989 den gerade sichtbaren Kometen P/Brorsen-Metcalf zu fotografieren. In einigen frühmorgendlichen Beobachtungsaktionen konnte ich den Kometen mehrmals auf den Film bannen. Am Ende der Sichtbarkeitsperiode bildete sich sogar der Schweif des Kometen ab. „Nebenbei“ entstanden noch einige schöne Aufnahmen von Standardobjekten des Sternhimmels (Abb. 2 und 3), die deutlich die Leistungsfähigkeit der Kamera zeigen. Die gute Bilddefinition bis an den Rand des genutzten Bildfeldes ist besonders erstaunlich, da dieses Objektiv aus einem Projektionsgerät stammt und nicht für einen derartigen Einsatz ausgelegt ist. Bei einem Versuch der Reichweitenbestimmung, anhand einer 15 Minuten belichteten Plejadenaufnahme, wurde als Grenzhelligkeit die 12.3 Größenklasse festgestellt. Das Gerät soll in Zukunft hauptsächlich zur Kometen- und Planetoidenfotografie eingesetzt werden.



für den rechnenden Sternfreund

Positionen der Planeten Jupiter bis Neptun für die Jahre 1970 bis 2010

KARL-HEINZ BÜCKE

Auch die Positionen der Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun können mit der im Heft 5–6/1989 gegebenen Anleitung berechnet werden. Die Orte sind etwa auf ± 1 Bogenminute bzw. $\pm 0,001$ AE in den Entfernungen genau. Allerdings müssen bei diesen massereichen Planeten zusätzlich die Störungen beachtet werden. Störungen sind die Abweichungen von der keplerschen Ellipse, die durch gegenseitige gravitative Einflüsse entstehen.

Bei der Berechnung geht man so vor, daß zunächst die heliozentrischen Koordinaten ermittelt werden. An diese Koordinaten entsprechend den mittleren Elementen sind die Störungen in Radiusvektor und Länge anzufügen. Die Störungen in Breite sind vernachlässigbar klein. Eine genaue Bestimmung der Störungen ist sehr aufwendig und kompliziert. Deshalb werden hier trigonometrische Reihen gegeben, die zwar immer noch umfangreich erscheinen mögen, aber für die Jahre 1970 bis 2010 Positionen annähernd auf die Bogenminute genau sichern.

$$r = r_m + r_s/1000$$

$$l = l_m + l_s/60$$

r_m und l_m sind mit den mittleren Elementen gerechnet. Die gegebenen Reihen können nicht vor 1970 und nicht nach 2010 verwendet werden.

Mittlere Bahnelemente für Positionen zum Äquinoktium des Datums:

$$T = (\text{JD} - 2451545,0)/36525 \quad (\text{JD in Weltzeit})$$

Große Halbachse a : Exzentrizität e :

Jupiter	5,202603	Jupiter	0,048495 + 0,000163 T
Saturn	9,554910	Saturn	0,055509 - 0,000347 T
Uranus	19,218446	Uranus	0,046296 - 0,000027 T
Neptun	30,110387	Neptun	0,008988 + 0,000006 T

Bahnneigung i :

Jupiter	1°3033 - 0°0055 T
Saturn	2°4889 - 0°0037 T
Uranus	0°7732 + 0°0008 T
Neptun	1°7700 - 0°0093 T

Länge des aufsteigenden Knotens Ω :

Jupiter	100°464 + 1°021 T
Saturn	113°666 + 0°877 T
Uranus	74°006 + 0°521 T
Neptun	131°784 + 1°102 T

Länge des Perihels $\tilde{\omega}$:

Jupiter	14°3313 + 1°6126 T
Saturn	93°0568 + 1°9638 T
Uranus	173°0052 + 1°4864 T
Neptun	48°1237 + 1°4263 T

Mittlere Anomalie M :

Jupiter	20°0202 + 3034°69015 T
Saturn	317°0207 + 1221°54725 T
Uranus	141°0499 + 428°37768 T
Neptun	256°2250 + 218°45704 T

Störungen in Radiusvektor und Länge:

Die trigonometrischen Reihen werden mit

$$x = (\text{JD} - 2438000,5) \cdot \pi/9600$$

im Bogenmaß oder

$$x = (\text{JD} - 2438000,5) \cdot 15/800$$

im Gradmaß gerechnet. r_s ist die Störung des Radiusvektors in der 3. Dezimalstelle und l_s die Störung der Länge in Bogenminuten; die Dezimalstellen dienen zur Unterdrückung von Rundungsfehlern.

Jupiter

$r_s =$	0,2	$l_s =$	3,0
	2,6 sin 5 x		3,9 sin x
	1,6 cos 5 x		3,0 cos 5 x
	- 1,1 cos 4 x		- 1,9 sin 5 x
	- 1,1 sin 6 x		- 1,8 cos 4 x
	- 1,0 sin 4 x		- 1,5 cos 2 x
	0,6 cos 3 x		1,4 sin 4 x
	- 0,6 cos x		- 1,3 cos 6 x
	- 0,5 cos 2 x		1,2 sin 2 x
	- 0,4 cos 6 x		- 1,0 sin 3 x
	- 0,3 sin 2 x		0,4 sin 6 x
	- 0,3 sin 7 x		- 0,4 cos 7 x
	0,2 sin 3 x		- 0,3 cos x
	0,2 cos 7 x		0,2 cos 8 x
	0,2 cos 9 x		0,2 sin 10 x
	0,2 sin 8 x		- 0,2 sin 9 x

Saturn

$$\begin{aligned}
 r_s &= -14,0 \\
 &- 14,1 \cos 2x \\
 &10,6 \cos x \\
 &4,0 \cos 3x \\
 &- 4,0 \sin 2x \\
 &3,7 \sin 3x \\
 &- 2,7 \sin x \\
 &0,8 \sin 6x \\
 &- 0,7 \sin 5x \\
 &0,5 \cos 4x \\
 &0,4 \cos 6x \\
 &- 0,4 \sin 8x \\
 &0,2 \sin 4x \\
 &- 0,2 \sin 11x
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 l_s &= -8,4 \\
 &- 14,0^\circ \sin x \\
 &6,2 \sin 2x \\
 &- 2,5 \cos x \\
 &- 1,2 \cos 2x \\
 &0,8 \sin 3x \\
 &0,4 \cos 3x \\
 &0,4 \cos 6x \\
 &- 0,3 \cos 5x \\
 &0,2 \cos 7x \\
 &- 0,2 \sin 4x \\
 &- 0,2 \sin 6x
 \end{aligned}$$

Uranus

$$\begin{aligned}
 r_s &= -13,9 \\
 &- 11,4 \cos x \\
 &- 11,2 \sin x \\
 &3,0 \cos 2x \\
 &3,0 \cos 3x \\
 &- 3,0 \sin 2x \\
 &- 2,7 \cos 4x \\
 &- 1,4 \sin 4x \\
 &0,9 \sin 5x \\
 &0,8 \sin 6x \\
 &0,5 \sin 7x \\
 &- 0,5 \cos 8x \\
 &- 0,4 \cos 7x \\
 &0,3 \sin 8x \\
 &- 0,3 \cos 9x \\
 &0,2 \sin 3x \\
 &- 0,2 \cos 10x
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 l_s &= -46,5 \\
 &6,7 \sin x \\
 &- 3,1 \cos x \\
 &1,9 \sin 2x \\
 &0,9 \sin 3x \\
 &- 0,8 \cos 2x \\
 &- 0,6 \sin 4x \\
 &0,4 \cos 4x \\
 &0,3 \cos 5x \\
 &0,3 \cos 6x \\
 &0,3 \cos 7x \\
 &0,3 \cos 8x \\
 &- 0,3 \cos 3x \\
 &0,2 \cos 9x \\
 &- 0,2 \sin 5x \\
 &- 0,2 \sin 6x \\
 &- 0,2 \sin 7x \\
 &- 0,2 \sin 8x
 \end{aligned}$$

Neptun

$$\begin{aligned}
 r_s &= -55,9 \\
 &- 3,3 \cos 4x \\
 &2,9 \cos 2x \\
 &- 2,2 \sin 4x \\
 &1,4 \cos x \\
 &1,0 \cos 3x \\
 &0,8 \cos 5x \\
 &0,8 \sin 5x \\
 &0,4 \sin 2x \\
 &0,4 \sin 6x \\
 &0,3 \sin 3x \\
 &0,3 \cos 6x \\
 &0,2 \cos 7x \\
 &0,2 \sin 7x \\
 &- 0,2 \sin x
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 l_s &= 32,4 \\
 &- 2,4 \sin x \\
 &- 0,6 \sin 2x \\
 &0,5 \cos x \\
 &0,4 \cos 4x \\
 &- 0,4 \sin 4x \\
 &0,3 \cos 2x \\
 &0,2 \cos 3x \\
 &0,2 \sin 5x \\
 &0,2 \sin 6x \\
 &0,2 \sin 7x \\
 &- 0,2 \sin 3x \\
 &- 0,2 \cos 6x \\
 &- 0,2 \cos 7x \\
 &- 0,2 \cos 8x
 \end{aligned}$$

Beispiel: Für den 20. September 1988 0^h UT sind die Koordinaten des Planeten Saturn bezogen auf das Äquinoktium 2000,0 zu bestimmen.

$$JD = 2447424,5$$

Saturn mit mittleren Elementen gerechnet:

$$\begin{aligned}
 l_{2000} &= 272^\circ 30'694 & r &= 10,08562 \text{ AE} \\
 b &= 0^\circ 9'095
 \end{aligned}$$

Störungen gerechnet mit $x = 3,0839968$ im Bogenmaß:

$$r_s = -41,18 \quad l_s = -8^\circ 28'$$

heliocentrische Koordinaten:

$$\begin{aligned}
 l_{2000} &= 272^\circ 16'89 & r &= 10,0444 \text{ AE} \\
 b &= 0^\circ 9'095
 \end{aligned}$$

Koordinaten der Sonne:

$$\odot_{2000} = 177,4122 \quad R = 1,0042 \text{ AE}$$

Saturn, geozentrisch:

$$\begin{aligned}
 \alpha_{2000} &= 17^h 44^m 6 & \Delta &= 10,011 \text{ AE} \\
 \delta_{2000} &= -22^\circ 29'
 \end{aligned}$$

Hinweis: Zur Bestimmung des Julianischen Datums gilt für den Zeitraum vom 1. März 1990 bis zum 28. Februar 2100 folgende kurze Rechnung:

$y = \text{Jahr} - 1$ und $m = \text{Monat} + 12$ falls Monat 1 oder 2

$y = \text{Jahr}$ und $m = \text{Monat}$ falls Monat 3 bis 12

$$\begin{aligned}
 JD &= \text{Int} (365,25 y) + \text{Int} (30,6001 (m+1)) \\
 &\quad + 1720981,5 + \text{Tag} + UT/24
 \end{aligned}$$

✱

Die Stellung der Venus am Abendhimmel zum Zeitpunkt der Elongation

MARCO PEUSCHEL

Für alle Einsteiger der Astronomie eine kurze Einleitung. Steht die Venus östlich der Sonne, so ist sie bei uns am Abendhimmel zu sehen. Ist der Maximalabstand erreicht, sprechen die Astronomen von der größten östlichen Elongation. Liegt das Datum im Frühjahr, steht die Venus nach Sonnenuntergang besonders hoch und ist gut vier Stunden zu beobachten. Wie sieht es eigentlich aus mit den Beobachtungsbedingungen der Venus in den Frühjahrselongationen über einen längeren Zeitraum hinweg. Bekanntlich wiederholen sich die Beobachtungsbedingungen der Venus nach acht Jahren fast auf den Tag genau. Ich möchte im Jahre 1876 beginnen. Wir finden die Venus am 5. Mai in gr. östl. Elongation. Zu diesem Zeitpunkt hat sie einen Deklinationsstand von $26^\circ 76'$. Hier dürfte das Maximum erreicht sein. Das Datum aller weiteren Elongationen ist

rückläufig, so daß die Sonne jeweils einen tieferen Stand am Himmel erreicht und mit ihr die Venus. Das Jahr 1988 bringt uns die Venus schon am 3. April in gr. östl. Elongation, bei einer Deklination von 23.3. Verfolgen wir nun die weiteren Elongationsstellungen, so zeigt sich, daß die Sichtbarkeitsbedingungen zusehends schlechter werden. Der Abstand vom Himmelsäquator wird immer kleiner. Am 2. März 2100, dem Tag der Elongation, erreicht die Venus eine Deklination von 12.9. In den 112 Jahren von 1988 bis 2100 verringert sich also die Deklination um gut 10°. Die günstigen Frühjahrelongationen werden in Zukunft immer ungünstiger, bis sich die Bedingungen nach einigen Jahrhunderten wieder verbessern. Machen wir einen weiteren Sprung über 112 Jahre. Wer die Venus zum Zeitpunkt der Elongation beobachten will, z. B. zur Beobachtung der Dichotomie, muß seinen Beobachtungsort im Winter aufschlagen. Die Elongation fällt auf den 29. Januar 2212: Den Himmelsäquator hat die Venus noch nicht überschritten, denn die Deklination beträgt nur -1.3. Damit erreicht sie eine Kulminationshöhe von 38,7 Grad (auf 50° Nord). Im Südwesten steht sie nur noch 25.9 über dem Horizont. Durch den Einfluß der Szintillation ist hier keine gute Beobachtung möglich.

Betrachten wir noch kurz einige andere astronomische Daten. Ich habe alle Frühjahrelongationen mit achtjährigem Abstand von 1988–2100 gerechnet und den Maximalabstand verglichen. Hier zeigt sich ein interessantes Phänomen. Als Ausgleich zur Abnahme der Deklination vergrößert sich der maximale Elongationswinkel. 1876 beträgt er 45.50 Ost und wächst bis 2212 auf 46.99 Ost. Auch die Entfernung der Venus zur Erde zum Elongationszeitpunkt ändert sich. 0,71268 AE trennen uns 1876 von der Venus, 2212 sind es nur noch 0,68919 AE. Eine Abnahme um gut 3,5 Mill. km. Das wirkt sich positiv auf den scheinbaren Durchmesser aus. Er wächst von 23.6 auf 24.4.

Noch einiges zu den angegebenen Daten. Ich habe sie gerechnet mit Hilfe der in [1] und [2] gegebenen Formeln. Sie sind nicht 100 % genau, geben aber nach eigenen zahlreichen Rechnungen und Vergleichen mit exakten Werten erstaunlich gute Werte. Dieser Beitrag soll unsere fleißigen Planetenbeobachter nicht abschrecken, weiterhin so intensiv unsere Nachbarn im Weltall zu beobachten. Ich wünsche ihnen allzeit einen klaren Himmel.

Lit.: [1] Hermann Mücke: Astronomische Phänomenologie mit dem Taschenrechner. In: Die Sterne, Heft 1/1982; S. 30–47. – [2] Jean Meeus: Die Berechnung einiger planetarer Phänomene. In: AuR, Heft 4/1987; S. 107–111.



Komet Okazaki-Levy-Rudenko

Ein Beobachtungsbericht

Über mehrere Wochen war der Komet 1989r (Okazaki-Levy-Rudenko) ein doch relativ auffallendes Objekt. Erste Beobachtungen sind bei sehr klarem Wetter am Abendhimmel 1989 Oktober 22 gewonnen worden. Der Komet, damals im Bootes stehend, erweckte in einem 100/1000 Newton-Teleskop bei 40facher Vergrößerung den Eindruck, als betrachte man einen Kugelsternhaufen. Im ersten Moment glaubten wir auch, wir haben den in der Nähe befindlichen M3 im Gesichtsfeld. Als wir aber das Objekt dann im Newton 400/2000 einstellten, war uns klar, daß eine Verwechslung nicht vorlag. M3 wäre in den Randpartien deutlich in Einzelsterne aufgelöst worden. Der Komet erschien als diffuses kreisrundes Objekt, zwar mit Helligkeitskonzentration zur Mitte hin, jedoch war ein deutlich auffallender Übergang zwischen Kern und Koma nicht erkennbar. Ebenfalls nicht sichtbar war die Andeutung eines Schweifes. Die Höhe betrug etwa 15° über dem Horizont. Die Durchsicht war für Zittauer Verhältnisse ausgezeichnet und erlaubte eine fotografische Beobachtung. Aufnahmeinstrument war der Newton Reflektor 400/2000 in Verbindung mit einer Pentacon Six und ORWO NP 27-Planfilm. Der Komet selbst war zu lichtschwach, um direkt auf ihn im 110/1650 Refraktor nachführen zu können. Die Aufnahme wurde 9 Min. belichtet und das Ergebnis ist als Negativkopie in Abb. 1 zu sehen. Es zeigte sich ein gerader, sehr schmaler aber lichtschwacher, etwa 1.5 langer Schweif. Die Koma erscheint kreisrund ohne irgendwelche sichtbare Abweichungen von dieser Form. Auf Grund der Bahnbewegung verschwand der Komet vom Abendhimmel und konnte ab Anfang November am Morgenhimmel beobachtet werden. Dies war etwa bis in die letzte Novemberekade möglich. Die Deklination



Zum Beitrag S. 73: Galaxienfeld um M 101 im Sternbild Großer Bär. Aufnahme vom 24. 2. 1990 von 3.56 bis 4.21 MEZ mit Schmidt-Kamera 200/240/356, Lumicon Deep-Sky-Filter, hypersensibilisierter Kodak TP 2415-Film, Entwicklung 5 min in Kodak D 19.

Foto: W. Fischer



Bildseiten II und III zum Beitrag S. 73: (oben) Pferdekopfnebel im Sternbild Orion, aufgenommen am 23. 2. 1990 von 20.53 bis 21.18 MEZ.

(unten) Lower's Nebel im Sternbild Orion ($RA_{2000} = 6\text{ h } 08,9\text{ min}$, $\delta = +15^\circ 49'$, $\varnothing = 30' \times 15'$, PH-H = 3, F = R). Instrument und Film incl. Verarbeitung wie Bildseite I.





Sternbild Schwan im H_{α} -Licht. Aufnahme vom 6. 8. 1989 von 1.07 bis 2.07 MESZ bei mäßig gutem Himmel mit Objektiv SMC Pentax A 1:1,2/50 mm, abgeblendet auf 1:3,5. Filter, Film, Entwicklung wie Bildseite II. (Abzug von einem FKT-Duplikat 1. Stufe) Aufn.-Ort: Sternwarte Sohland.

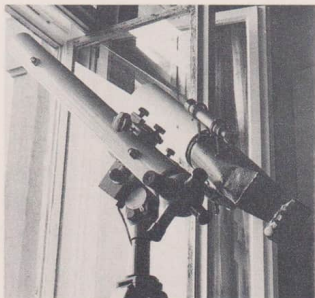


Abb. 1: „Ofenrohr“-Kamera (Objektiv 115/420) mit dem Telementor (Okular 25 mm) als Leitrohr. Die Fotos (rechte Spalte) entstanden mit dieser Anordnung und wurden mit einer Ib-Montierung nachgeführt.

Abb. 2: Doppelsternhaufen η und γ im Perseus. 1989 IX 1, 01.53 bis 02.15 UT; NP 27 KB-Film.

Abb. 3: Orionnebel. 1989 IX 1, 02.33 bis 2.40 UT. NP 27 KB-Film. Fotos: F. Andreas



Astrofotos durch ein „Ofenrohr“ (vgl. S. 77)

Jupiter am 26. 1. 1990 um 20.13 MEZ auf Planfilm NP 15. Mit Planetenkamera (Plattenansatz) von ZEISS Jena am Coudé-Refraktor 150/2250 der Sternwarte in Crimmitschau aufgenommen, in A 49 10 min bei 19 °C entwickelt. Papier extrahart. Foto: F. Andreas und U. Burkhardt



nahm sehr schnell ab, die tägliche Bewegung des Objektes nahm zu und 1989 November 30 hatte der Komet eine Deklination von -29° erreicht. Für Beobachter der nördlichen Halbkugel lag das nun auch ständig schwächer werdende Objekt außerhalb der Beobachtungsmöglichkeiten. Zwei weitere Aufnahmen gelangen 1989 November 12 und 19. Auf der Aufnahme vom 12. November (Abbildung 2) zeigt sich eine deutliche Vergrößerung der Koma. Der Schweif ist noch länger geworden und erscheint nicht mehr so schnurgerade wie am 22. Oktober. An seinem Ende beginnt er leicht aufzufächern. Die letzte Aufnahme vom 19. November (Abbildung 3) zeigt die Koma nicht mehr vollkommen kreisrund, der Schweif ist hier etwas kürzer und noch weiter aufgefächert. Die Helligkeit, die der Komet erreichte, erlaubte es dann auch direkt auf ihn nachzuführen. Das gestattete Belichtungszeiten von jeweils 15 Minuten. Die vorhergesagte Helligkeit von $3^m.5$ wurde mit Sicherheit nicht erreicht. Das Filmmaterial wurde in E 102, 1 + 6 bei 20°C 5 Min. lang entwickelt. (Abb. s. 3. Umschlag-S.)

Alles in allem ein schönes Objekt, welches zwar hinter dem Kometen Bradfield (1987s) noch zurückstand, aber dennoch in eine Reihe mit dem spektakulären Halley gestellt werden kann. Alle Aufnahmen sind Gemeinschaftsarbeit von Rene Weirauch und Dietmar Kitta von der Volkssternwarte „Erich Scholz“ in Zittau.

DIETMAR KITTA



Die Marsopposition 1990

KARL-HEINZ BÜCKE und ANDREAS DILL

Wenn sich der Mars am 20. November 1990 der Erde bis auf 77 Millionen Kilometer (0.51692 AE) nähert, wird er weiter entfernt sein als zur großen Opposition im September 1989, als er uns auf 59 Millionen Kilometer nahegekommen war. Die beiden folgenden Oppositionen im Januar 1993 und im Februar 1995 werden mit 94 und 101 Millionen Kilometern Minimalabstand noch ungünstiger sein.

Während der bevorstehenden Beobachtungsperiode hält sich der Mars als auffälliges Gestirn im

Sternbild Stier auf. Die große Zahl recht heller Bezugssterne wird es auch noch unerfahrenen jungen Sternfreunden ermöglichen, die Ortsveränderungen des roten Planeten in Abständen von wenigen Tagen zu beobachten und zu skizzieren. Abbildung 1 zeigt die Marsschleife während dieser Opposition, wobei die Rückläufigkeit vom 20. Oktober 1990 bis zum 2. Januar 1991 andauern wird.

Die größte Erdnähe erreicht Mars bereits, wie oben erwähnt, am 20. November, wobei er den maximalen scheinbaren Durchmesser von $18.11''$ zeigt. Die Opposition findet aber erst eine Woche später, am 27. November, statt. Dieser Zeitunterschied folgt aus der relativ hohen Exzentrizität der Marsbahn und ihrer Lage zur Erdbahn im November 1990.

Vor und nach der Opposition ist die Phasengestalt des Planeten deutlich zu erkennen. Von besonderem Interesse ist jedoch wieder die Beobachtung der Marsoberfläche im Wechsel der Marsjahreszeiten. Für die Nordhalbkugel ist am 30. Juli 1990 Winteranfang und am 4. Januar 1991 Frühlingsanfang. Während der gesamten Beobachtungsperiode ist der Marsnordpol von uns abgewandt, so daß vor allem die Geschehnisse in der Sommerzeit auf der Südhalbkugel in das Blickfeld der Beobachter rücken werden. Die südliche Polkappe wird also sehr klein erscheinen; obwohl sie nie ganz verschwindet, kann sie doch auf einen Minimaldurchmesser von etwa 6° schrumpfen. Besonders in den Monaten September bis November ist auch mit der Sichtung der ausgedehnten nördlichen Polkappe bzw. der über ihr liegenden Wolkenhaube zu rechnen.

Die Sommerzeit auf der Südhalbkugel ist immer auch die Zeit der gelben Wolken, der Staubstürme. Während der letzten Marsopposition waren hier zwar bemerkenswert wenige Aktivitäten zu verzeichnen gewesen. Trotzdem lohnt sich natürlich diesmal wieder die Suche nach Stürmen und gegebenenfalls das Verfolgen deren Ausbreitung.

Schließlich soll auch wieder dazu ermuntert werden, die Beobachtung der beiden Marsmonde mit mittelgroßen Instrumenten zu versuchen. Phobos und Deimos werden zur Opposition visuelle Helligkeiten von $11^m.3$ und $12^m.4$ erreichen, so daß man sie neben dem strahlend hellen Mars nur auffinden wird, wenn man das Störlicht des Planeten auf geeignete Weise ausblendet. Der Veranschaulichung der scheinbaren Bahnen der

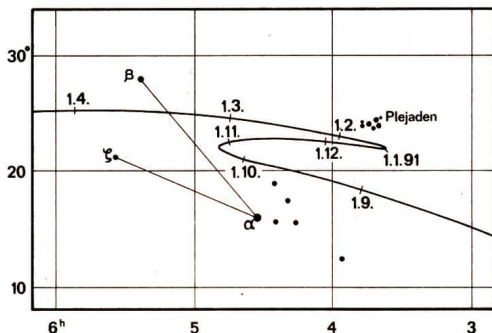


Abb. 1: Mars im Sternbild des Stiers Sept. 1990 bis März 1991.

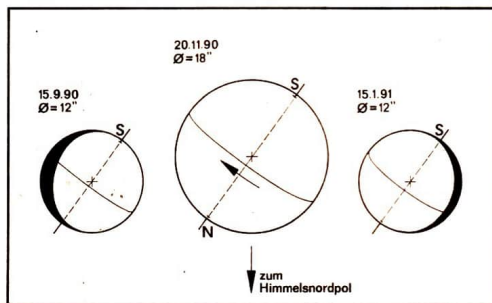
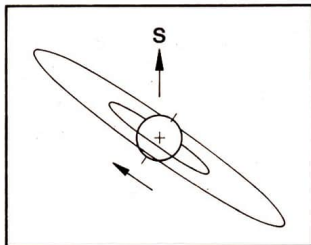


Abb. 2: Anblick des Mars im astronomischen Fernrohr.

Abb. 3: Die scheinbaren Bahnen der Marsmonde.



Marsmonde zur Zeit der größten Erdnähe dient Abbildung 3.

In Abbildung 2 sind die Phasen und die Lage von Äquator, Zentralmeridian und Südpol dargestellt. Tabelle 1 gibt den scheinbaren Durchmesser des Planeten $\varnothing$, den Positionswinkel der Rotationsachse P , die Deklinationen von Erde und Sonne im Äquatorsystem des Mars D_3 und $D_\odot$ und den Phasenwinkel i . Vom Phasenwinkel abhängig sind der beleuchtete Teil k und der Phasendefekt q (größte Breite der unbeleuchteten Sichel).

Der Zentralmeridian und der aktuelle Wert seiner stündlichen Zunahme ist Tabelle 2 zu entnehmen. Er gilt für die Mitte der Planetenscheibe und ist in Abbildung 2 als Gerade dargestellt.

Tabelle 1: Physische Ephemeriden (0^h UT)

Datum		$\varnothing$	P	D_{δ}	$D_{\odot}$	i	k	q
Sept.	2	11.1	323.3	- 8.2	- 23.4	45.0	0.853	1.6
	7	11.5	323.8	- 7.2	- 22.9	44.4	0.857	1.6
	12	11.9	324.3	- 6.4	- 22.3	43.6	0.862	1.6
	17	12.3	324.8	- 5.6	- 21.7	42.6	0.868	1.6
	22	12.8	325.3	- 4.9	- 21.0	41.5	0.875	1.6
Okt.	27	13.2	325.8	- 4.3	- 20.2	40.1	0.882	1.6
	2	13.8	326.2	- 3.9	- 19.4	38.5	0.891	1.5
	7	14.3	326.5	- 3.5	- 18.6	36.7	0.901	1.4
	12	14.9	326.7	- 3.3	- 17.7	34.6	0.912	1.3
	17	15.4	326.9	- 3.2	- 16.8	32.2	0.923	1.2
Nov.	22	16.0	326.9	- 3.4	- 15.9	29.4	0.936	1.1
	27	16.6	326.9	- 3.7	- 14.9	26.4	0.948	0.9
	1	17.1	326.6	- 4.2	- 13.9	22.9	0.961	0.7
	6	17.5	326.2	- 4.9	- 12.8	19.1	0.972	0.5
	11	17.8	325.7	- 5.8	- 11.8	15.0	0.983	0.3
Dez.	16	18.0	325.2	- 6.6	- 10.7	10.8	0.991	0.2
	21	18.0	324.7	- 7.7	- 9.7	6.3	0.997	0.1
	26	18.0	324.1	- 8.7	- 8.6	1.9	1.000	0.0
	1	17.7	323.6	- 9.7	- 7.6	3.1	0.999	0.0
	6	17.3	323.1	- 10.6	- 6.5	7.3	0.996	0.1
Jan.	11	16.7	322.8	- 11.4	- 5.4	11.5	0.990	0.2
	16	16.1	322.5	- 12.0	- 4.3	15.3	0.982	0.3
	21	15.4	322.3	- 12.5	- 3.2	18.8	0.973	0.4
	26	14.7	322.1	- 12.9	- 2.1	22.0	0.964	0.5
	31	14.0	322.1	- 13.0	- 1.1	24.8	0.954	0.6
Jan.	5	13.2	322.1	- 13.1	0.0	27.2	0.945	0.7
	10	12.6	322.1	- 12.9	1.0	29.3	0.936	0.8
	15	11.9	322.2	- 12.7	2.1	31.1	0.928	0.9
	20	11.3	322.4	- 12.3	3.2	32.6	0.921	0.9
	25	10.7	322.7	- 11.8	4.2	33.9	0.915	0.9

Tabelle 2: Zentralmeridian (0^h UT)

Dat.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.
1	249.2	325.4	41.2	136.0	219.0
3	230.1	306.8	23.3	118.4	200.7
5	211.0	288.2	5.5	100.7	182.4
7	191.9	269.6	347.6	83.1	164.1
9	172.9	251.0	329.8	65.4	145.7
11	153.9	232.5	312.1	47.7	127.2
13	134.9	214.1	294.4	29.9	108.7
15	116.0	195.7	276.7	12.1	90.2
17	97.0	177.3	259.1	354.3	71.6
19	78.1	159.0	241.5	336.4	53.0
21	59.3	140.8	223.9	318.5	34.4
23	40.4	122.6	206.3	300.5	15.7
25	21.6	104.4	188.7	282.4	357.0
27	2.9	86.3	171.1	264.4	338.3
29	344.1	68.2	153.6	246.2	323.7
31	-	50.2	-	228.0	309.1
stündl.					
Änd.	14.61	14.62	14.63	14.63	14.62

Tabelle 3: MEZ jeder dritten größten östlichen Elongation des PHOBOS

Datum	Zeit h	Datum	Zeit h
Nov. 10	3.9	Nov. 26	10.2
	11 2.9		27 9.1
	12 1.8		28 8.1
	13 0.8		29 7.0
	13 23.7		30 6.0
14	22.7	Dez. 1	4.9
15	21.7		2 3.9
16	20.6		3 2.8
17	19.6		4 1.8
18	18.5		5 0.8
19	17.5	5	23.7
20	16.4	6	22.7
21	15.4	7	21.6
22	14.3	8	20.6
23	13.3	9	19.5
24	12.3	10	18.5
25	11.2		

Tabelle 4: MEZ jeder östlichen Elongation des DEIMOS

Datum	Zeit h	Datum	Zeit h
Nov. 11	3.9	Nov. 26	7.1
12	10.2	27	13.4
13	16.4	28	19.6
14	22.7	30	1.9
16	5.0	Dez. 1	8.2
17	11.2	2	14.4
18	17.5	3	20.7
19	23.8	5	3.0
21	6.1	6	9.2
22	12.3	7	15.5
23	18.6	8	21.8
25	0.8	10	4.0

Durch die Phasenbildung geht der Zentralmeridian vor und nach der Opposition nicht durch die Mitte der sichtbaren Planetenscheibe. Die Verschiebung beträgt $\Delta ZM = 57.3 \sin^2 i/2$. Für die Mitte der sichtbaren Scheibe ist vor der Opposition die Verschiebung zu addieren und danach zu subtrahieren.

Die Tabellen 3 und 4 enthalten Elongationszeiten der Marsmonde vom 10. November bis zum 10. Dezember 1990.



Anregung zum Beobachten der Mars-Opposition 1990

H. BERGER

Der Herbst 1990 bringt für alle Freunde der Marsbeobachtung wieder Arbeit, Mars steht am 27. November in Opposition zur Sonne. Wenn es auch nicht so eine günstige wie die vergangene 88er sein wird, so kulminiert Mars in Höhen über 60 Grad, die dann zu erwartende Luftqualität gleicht den Nachteil des kleineren Scheibendurchmessers aus.

Wie sieht nun der 'Fahrplan' dieser Mars-Saison aus? Bedingt durch die Achsenneigung von weniger als 10 Grad können wir das Geschehen auf beiden Mars-Hemisphären gut beobachten. Das Perihel durchläuft Mars bereits am 30. Juni. Die Südhalkugel ist mitten im Marsfrühling, die

Nordhälfte ist herbstlich. Sternfreunde mit größeren Instrumenten werden schon (wenn sie das frühe Aufstehen nicht scheuen) mit den Beobachtungen begonnen haben. Sie werden die noch ausgedehnte Südpolarkappe (SPC) und evtl. schon die herbstliche Dunsthaube um den Nordpol beobachten können. Auf der S-Hälfte beginnt am 4. August der Sommer und damit das beschleunigte Abtauen der SPC. Im August überschreitet der Durchmesser des Mars-Scheibchens die 10"-Marke, die eigentliche Beobachtungssaison beginnt. Ob es diesmal Staubstürme größeren Ausmaßes geben wird, kann niemand vorhersagen, aber nachdem sie 1988 ausblieben, hofft wohl jeder darauf. Den geringsten Abstand zur Erde erreicht Mars am 20. November, er steht dann 77,3 Millionen km von uns entfernt. Sein Scheibendurchmesser beträgt 18". Der Sommer geht auf der S-Hälfte Anfang Januar zu Ende, die SPC dürfte auf einen kleinen Rest zusammengeschmolzen sein. Ende Januar 1991 sinkt der Durchmesser der Marsscheibe unter die 10", die Beobachtungsbedingungen werden wieder ungünstiger. Der Planet kulminiert aber immer noch in großen Höhen, mit größerer Optik und den dann möglichen hohen Vergrößerungen ist die Beobachtung noch sinnvoll.

Auch das Beobachten der Mars-Opposition mit dem bloßen Auge ist interessant, durchläuft Mars doch seine Oppositions-Schleife in unmittelbarer Nachbarschaft der Hyaden und Plejaden. Zur Opposition halbiert er die Verbindungslinie zwischen beiden Sternhaufen. Beim Übergang von der Rück- zur Rechtläufigkeit steht er längere Zeit in weniger als drei Grad Abstand zu den Plejaden.

Worauf sollte der Fernrohrbeobachter nun achten? Zunächst gilt es, das Abtauen der SPC und die Ausbildung der Nordpolarhaube (NPH) zu verfolgen. Auch das Auftreten des dunklen Polsaumes um die SPC ist zu beachten. Das Hauptinteresse sollte aber auf die atmosphärischen Erscheinungen gerichtet werden. In den Dämmerungszonen sind oft Dunstwolken zu bemerken. Bekannt als Wolkenküche sind Hellas, Eridania oder auch Argire. Staubstürme beginnen oft als relativ kleiner gelber Fleck und werden dann rasch deutlicher. Zur Beobachtung der Atmosphäre empfiehlt sich der Einsatz von Filtern. Staubwolken sind mit Orangefiltern (OG 5) gut zu erkennen, für Dunst- und weiße Wolken ist ein Blaufilter (BG 12 oder BG 7) günstig. Es können

auch Kontraständerungen von Oberflächendetails auftreten, eine gute Marskarte ist dann eine notwendige Hilfe. Das soll keine Beobachtungsanleitung werden. Der erfahrene Beobachter wird selbst wissen, wie er die Beobachtungen ausführt. Für den Anfänger, vielleicht noch mit einer kleinen Öffnung, gilt es, selbstkritisch Mars zu beobachten. Gewiß kann mit 63 mm feineres Detail kaum gesehen werden, aber das Abtauen der Polkappe oder auch ausgedehntere Wolkenerscheinungen sind erkennbar. Zeichnungen fordern ein genaueres Hinschauen. Um erfolgreich Mars zu beobachten, ist viel Erfahrung notwendig und die kann man nur durch intensives Beobachten erwerben.

Der Arbeitskreis Planeten gibt Zeichnungsvorlagen heraus, die von jedem Sternfreund bezogen werden können (bei der Bestellung bitte Rückporto beilegen). Die fehlenden Angaben im Kalender für Sternfreunde für Zentralmeridian der Marsscheibe, Positionswinkel und Neigung der Marsachse können ebenfalls vom AKP bezogen werden. In geringem Umfang ist auch eine Kopie einer Marskarte im Format A5 lieferbar (Selbstkostenpreis 0.50 DM in Briefmarken beilegen). Alle Bestellungen sind zweckmäßigerweise an den Verfasser zu richten.

Zum Schluß möchten wir alle Beobachter aufrufen, ihre Beobachtungsergebnisse (Zeichnungen, Notizen), die einen Aussagewert besitzen, zur zentralen Auswertung an mich einzusenden. Nach Abschluß des Auswertungs-Berichtes erhalten alle Sternfreunde ihre Ergebnisse wieder zurück.

Wünschen wir uns alle eine interessante Marsopposition 1990!

An alle Schnellnachrichten-Bezieher

Bedingt durch die neuen Portogebühren bei der Deutschen Post ist der Versand unserer „Schnellnachrichten“ durch die Schulsternwarte in Rodewisch unmöglich, falls Sie noch nicht für die ordnungsgemäße Frankierung Ihrer Freiumschläge Sorge getragen haben. Bitte holen Sie dies umgehend in Rodewisch nach!

Dr. Wolfgang Wenzel
Sternwarte Sonneberg

Mars im Bild

Marsopposition 1988

KARL-HEINZ MAU

Die Marsopposition vom September 1988 war eine Periheloposition und somit die günstigste seit 1971. Mars erreichte einen großen scheinbaren Winkeldurchmesser und auch eine relativ günstige Höhe über dem Horizont. Sogar der typische große Staubsturm blieb diesmal aus, so daß die Marsatmosphäre, abgesehen von einigen lokal begrenzten Regionen, klar und brillant durchsichtig war. Damit waren die Grundvoraussetzungen für erfolgreiche visuelle und fotografische Marsbeobachtungen gegeben.

Mir stand das Instrumentarium der Zentralen Amateursternwarte „Erich Bartl“ in Apolda – dem künftigen Astroparadies – zur Verfügung. Hauptsächlich nutzte ich das Leitrohr 150/2030 des Cassegrainspiegels 400/1800. Der Cassegrainspiegel selbst kam kaum zum Einsatz, da bedingt durch dessen damaligen Oberflächenzustand die Abbildungsqualität keine optimalen Ergebnisse versprach. Die beabsichtigte Nutzung des 20-cm-Refraktors (Leitrohr am großen Cassegrainspiegel 850/3000) war durch unerwarteten Ausfall der Kuppeldrehung des Teleskopes leider ebenfalls nicht möglich. Was meine visuellen und fotografischen Beobachtungen trotz begrenzten Instrumentariums ergaben, sei im folgenden wiedergegeben.

Die Auswertung einer Serie von etwa 70 Aufnahmen zeigte überraschenderweise, daß die wenigen Aufnahmen mit dem 40-cm-Cassegrain hinsichtlich der Bildauflösung die besten Resultate brachten. Einige der Fotos sind im Bildteil wiedergegeben. Einen deutlichen Gewinn an Detailerkennbarkeit zeigt die nachträgliche Kontrastverstärkung einiger Aufnahmen, die freundlicherweise Herr W. Högner vom KSO Tautenburg vornahm.

Was mit intaktem Instrumentarium in Apolda erreichbar wäre, ist aus den mit einem 30-cm-Refraktor gewonnenen Aufnahmen ersichtlich, die Herrn M. Woche vom KSO Tautenburg gelangen. Hierbei handelt es sich um Testaufnahmen zur Untersuchung der astronomischen Beobachtungsbedingungen – dem Seeing – das bei diesen

Aufnahmen etwa 1.5 betrug und guten atmosphärischen Beobachtungsbedingungen entspricht. Zwei dieser Aufnahmen, die auch ohne Kontrastverstärkung des Negativs schon deutliche Details erkennen lassen, sind hier wiedergegeben. Allerdings macht sich die längere Belichtungszeit aufgrund des großen Abbildungsmaßstabes schon störend bemerkbar. Dieser bewirkt auch, daß bei den kontrastverstärkten Kopien das Filmkorn deutlich hervortritt. Bei den mit kleinerem Abbildungsmaßstab gewonnenen Aufnahmen am 40-cm-Cassegrain und am 15-cm-Refraktor machte sich das Filmkorn nach der Kontrastverstärkung nicht so störend bemerkbar.

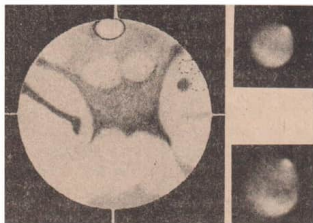
Die Auswertung weiterer Aufnahmen zeigt, daß offenbar die Verwendung von Teleskopen mit Öffnungen von mehr als 30 bis 40 cm unter *mitteleuropäischen Beobachtungsbedingungen* keinen Gewinn an Detailerkennbarkeit bringt.

Abb. 1: 1988, Sept. 09:

li.: R 15 cm, OP 10 mm, NP 15, $t = 1$ s, ZM 32, (K)

re.: C 40 cm, OP 16 mm, NP 15, $t = 1$ s, ZM 33, (K)

Region: Mare Erythraeum ▼



Die derzeit an der Apoldaer Sternwarte laufenden Aktivitäten – Überholungsarbeiten an Instrumenten und Gebäuden – lassen hoffen, daß zur ebenfalls noch günstigen Marsopposition 1990 der größte Teil des Instrumentenparks wieder in tadellosem, einwandfreiem Zustand sein wird und allen Amateuren wieder zur Verfügung stehen kann. Damit möchte ich alle Amateure aufrufen, auch die diesjährige günstige Marsopposition zu nutzen, denn die nächste große Perihelopposition des Mars ist erst am 28. August 2003 zu erwarten.

Erläuterungen zu den Abbildungen:

R-Refraktor; C-Cassegrain; OP-Okularprojektion; P-Projektiv; t-Belichtungszeit; ZM-Zentralmeridian in Grad; (N)-Normalnegativ; (K)-Kontrastverstärkt.

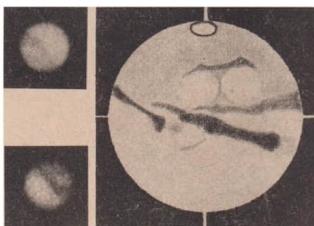


Abb. 3: 1988, Sept. 27: ▲

rechts: Zeichng. ZM 196

li. Foto: R 15 cm, OP 10 mm, NP 20, $t = 1$ s, ZM 207, (N)

unteres Foto: dass. (K)

Region: Mare Cimmerium, Eridania, Electris

Abb. 2: 1988, Sept. 10: ◀

links: Zeichng. ZM 25.5

re. oben: R 15 cm, OP 10 mm, NP 15, $t = 1$ s, ZM 13, (N)

r. u.: dass. (K)

Region: Mare Erythraeum, Sinus, Magaritifera, Sinus Sabaeus, Aurorae Sinus

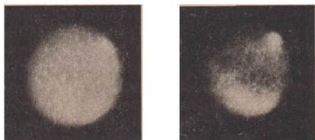
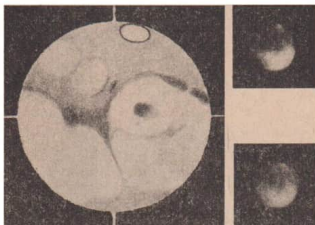


Abb. 4.: 1988, Sept. 10:
li.: C 40 cm, OP 10 mm, NP 15, $t = 1$ s, ZM 35, (N)
re.: dass. (K)
 Region: Ostteil: Mare Erythraeum, Solis Lacus
 Westteil: Sinus Sabaeus



Abb. 5: 1988, Sept. 10:
links: Zeichng. ZM 62
o. Foto: R 15 cm, OP 10 mm, NP 20, $t = 1$ s, ZM 66, Rotfilt. (N)
unt. Foto: dass. (K)
 Region: Westteil: Mare Erythraeum
 Ostteil: Solis Lacus

Abb. 6: 1988, Sept. 05:
oben: Zeichng. ZM 105
li. Foto: R 30 cm, P 6,3:1, NP 15, $t = 4$ s, ZM 94, (N)
re. Foto: dass. (K)
 Region: Solis Lacus (Auge des Mars), Tharsis



Fotos der Abb. 1–5 und alle Zeichnungen: K.-H. Mau.
 Fotos der Abb. 6 und 7: M. Woche.

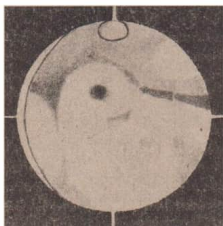
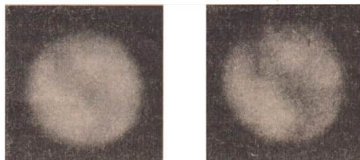


Abb. 7: 1988, Sept. 23:
links: Zeichng. ZM 244 30 cm, PR 6,3:1, NP 15, $t = 6$ s,
mittl. Foto: R 30 cm, P 6,3:1, NP 15, $t = 6$ s, ZM 255, (N)
re. Foto: dass. (K)
 Region: Große Syrte u. Hellas am Ostrand



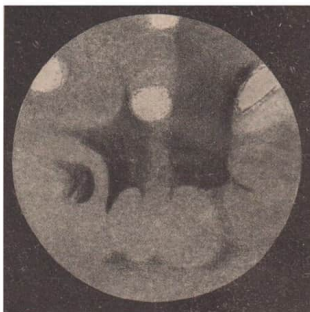
Der Mars während der Opposition 1988

J. HOPPE

Die Zeichnung zeigt auf den ersten Blick die unterschiedliche Helligkeit zwischen der Süd- und Nordhemisphäre des Planeten.

An jenem Tage waren über Hellas oder Hellespontus (starke Randkrümmung), Argyre und Thaumasia helle Wolken zu beobachten.

Das vorangehende Ufer der Margaritifer Sinus sowie der Bosporos und Teile der Aurorae Sinus erschienen kräftig dunkel. Die Landenge Aram hingegen zeigte sich in den letzten Wochen immer recht hell. Pyrrhae Regio teilt die Margaritifer Sinus deutlich vom Mare Erythraeum ab. Am Westrand der Scheibe erscheint Solis Lacus unter einem gelblichen Dunst. Nilokeras und Niliacus Lacus waren erstaunlicherweise gut zu beobachten.



Mars am 10. Oktober 1988 um 19^h15^m UT, bei einer Vergrößerung von 240fach.

Instrument: 80/1200 Refraktor; ZM 29° Ls: 287°

Kurzberichte

Lohrmann-Kolloquium

Auf den Tag genau 150 Jahre nach Wilhelm Gottlieb Lohrmanns frühem Tod (31. Januar 1796 bis 20. Februar 1840) gedachten Mitarbeiter zahlreicher Museen und Forschungsstätten der DDR, Wissenschaftler aus Karlsruhe, Prag, Warschau und Moskau, Nachfahren sowie Liebhaber der Astronomie und Kartographie während eines Kolloquiums an der TU Dresden des Dresdner Universalgelehrten.

Lohrmann, dessen Porträt die Amtskette des Rektors der Alma mater Dresdensis zierte, war u. a. erster Vorsteher der Technischen Bildungsanstalt, Direktor der sächsischen Kameralvermessung und Inspektor des Mathematisch-Physikalischen Salons. Doch mehr als die beruflichen Erfolge verschaffte ihm sein Hobby Astronomie Weltgeltung. Seit dem 24. Lebensjahr widmete sich Lohrmann der Sternenkunde. 26jährig publizierte er ein kleines Bändchen mit dem Titel „Astronomie des Sonnensystems“, mit dem er auch bei Bode und Fraunhofer Aufsehen erregte.

Internationale Reputation erwarb der Dresdner Forscher dann durch seine große Mondkarte (Durchmesser 97 cm), deren Detailreichtum und Präzision von anderen zeichnerisch ermittelten Oberflächenaufnahmen des Erdbegleiters später

W. G. Lohrmann (1796–1840).



nie wieder erreicht wurden. Wegen ihrer Handlichkeit wird die Lohrmannsche Mondkarte von Amateurastronomen noch heute sehr geschätzt. Den Ehrennamen des sächsischen Selenographen tragen in Dresden gegenwärtig das astronomische Observatorium der TU Dresden und ein Klub für Freunde der Astronomie, Geodäsie, Kartographie und Meteorologie. Daß Lohrmanns bevorzugtes Beobachtungsobjekt für die kleine Dresdner Schar von Fachastronomen auch weiterhin interessant bleiben wird, versicherte der Leiter des Observatoriums an der TU Dresden, Prof. K.-G. Steinert, den Kolloquiumsteilnehmern. In seinem Wissenschaftsbereich werden seit vielen Jahren schon Mondpositionen durch Sternbedeckungen ermittelt.

JÜRGEN HELFRICHT



Wilhelm-Foerster-Preis erstmals in Berlin verliehen

Am 27. September 1989 wurde zum ersten Mal der mit DM 5000 dotierte Wilhelm-Foerster-Preis im Rahmen einer Feierstunde an die beiden Hobbyastronomen Adolf Voigt und Hans Giebeler vergeben. Während der festlichen Veranstaltung im Planetarium der Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin aus Anlaß des 100. Geburtstages des Bamberg-Refraktors, dem 12-zölligen Hauptfernrohr der Berliner Sternfreunde, würdigte der Vorsitzende der WFS, Dr. Karl-Friedrich Hoffmann, die beiden Sternfreunde für ihre hervorragende Tätigkeit in Zusammenhang mit der Entstehung des „Berliner Mond-Atlas“. Dieser photographische Atlas unseres Trabanten zeigt in insgesamt 106 Einzelblättern den täglich wandernden Terminator (Grenze zwischen dem beleuchteten und dem schattigen Teil des Mondes) zwischen zwei Neumondphasen binnen eines Monats. Die Arbeiten zogen sich über vier Jahre hin, da bei schlechtem Wetter keine Aufnahmen mit dem Bamberg-Refraktor gemacht werden konnten und die gleiche Mondphase erst einen Monat später wieder auftritt. Die Terminatöraufnahmen sind für den Sternfreund deshalb so interessant, weil in dem schräg einfallenden

Sonnenlicht die Krater, Täler und Berge auf dem Mond gut zu erkennen sind. Der „Berliner Mond-Atlas“ ist nun zum dritten Mal von der Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin aufgelegt worden und erfreut sich weiterhin großer Beliebtheit.

Der Wilhelm-Foerster-Preis soll im Turnus von ein bis zwei Jahren an Amateurastronomen verliehen werden, die sich mit ihren Tätigkeiten um die volkstümliche Astronomie verdient gemacht haben.

THOMAS NOBILING



Tagung „Beobachtung nichtregelmäßiger Veränderlicher“

Am 28. Oktober 1989 fand in den Räumen der Friedrich-Schiller-Universität in Jena, diese vom Arbeitskreis Veränderliche Sterne organisierte Tagung statt.

Es trafen sich 25 Amateurastronomen um über neue Aspekte bei der Erforschung dieser Sterne und Möglichkeiten ihrer Mitarbeit zu beraten. Haupttagungsordnungspunkte waren die Fachvorträge zweier versierter Profis aus der DDR. Dr. sc. W. Pfau, der Direktor der Universitätssternwarte in Jena sprach über die Stellung der uns hier interessierenden Sterne in der Sternentwicklung. Im Anschluß kam der Vortrag von Dr. G. Richter, einem Sonneberger Astronomen über die derzeit die Wissenschaft sehr beschäftigenden kataklysmischen Sterne. Es sind die Doppelsternsysteme bei denen ein Materieaustausch zu nicht berechenbaren Helligkeitsänderungen führt. Ergänzt wurden diese Ausführungen durch Dr. W. Wenzel, ebenfalls ein bekannter Sonneberger.

In fünf Kurzvorträgen sprachen Amateure über die Ergebnisse ihrer Arbeit. Dabei wurde deutlich, daß mit etwa 100000 Beobachtungen an nichtregelmäßigen Sternen ein großer Schatz im Archiv des AKV lagert, der nicht annäherungsweise ausgewertet ist. Das große Handicap unserer AKV-Mitglieder sind die fehlenden größeren Instrumente, um die interessanten kataklysmischen Sterne, die meist jenseits der 12. Größe liegen, beobachten zu können. Neben der Weiter-

führung unseres bisherigen Programmes mit dem Schwerpunkt „rote Halbgelmäßige“ im Helligkeitsbereich zwischen der 6. und 9. Größe, wird eine zunehmende Orientierung zu den aktuellen Objekten erfolgen.

Dies sind neben den schon genannten kataklysmischen Sternen auch symbiotische Variable, R Crb-Typen und Novae. Der Punkt systematische Suche nach Novae und novaähnlichen Objekten wurde besprochen. Von den Teilnehmern wird eine weitere Verbesserung der Zusammenarbeit mit den Fachastronomen der DDR befürwortet. Eine Teilnehmergruppe des AKV wird an der Fachtagung der AAVSO im Juli 1990 in Brüssel teilnehmen.

DIETMAR BÖHME

Veränderliche, deren Beobachtung sehr erwünscht ist

Stern	Typ	Amplitude
Z And	Z And	8.0–12.4 (p)
DX And	UGSS	10.9–16.4 (p)
LL And	UG?	13–17 (p)
R Aqr	M	5.8–12.4 (v)
VY Aqr	NR	8.0–16.6 (p)
TT Ari	UGZ	10.2–14.5 (p)
RX Boo	SRb	8.6–11.3 (p)
TT Boo	UG	12.7–15.6 (p)
PZ Cas	SRc	8.5–10.5 (p)
WX Cet	UG	9.5–18 (p)
YZ Cnc	UGSU	10.2–14.6 (p)
R CrB	R CrB	5.7–14.8 (v)
CH Cyg	Z And + SR	5.6–8.5 (v)
BF Cyg	Z And	9.3–13.4 (p)
CI Cyg	EA/G + Z	9.9–13.1 (p)
	And	
EM Cyg	UGZ + E	11.9–14.4 (p)
V 404 Cyg	N	11.5–18.5 (p)
AG Dra	Z And	7.9–10.8 (v)
IR Gem	UGSU	10.7–14.5 (v)
AM Her	AM + XR + E	12.3–15.7 (v)
VW Hyd	EA/SD	10.5–14.1 (v)
MV Lyr	NL	12.2–18 (B)
AY Lyr	UGSU	12.5–18 (B)
RS Oph	NR	4.3–12.5 (v)
AG Peg	NC	6.0–9.4 (v)
GK Per	NA + XP	10.0–14.0 (v)
AX Per	Z And	8.0–12.0 (v)

RZ Sge	UGSU	12.2–17.4 (p)
SV Sge	R CrB	11.5–16.2 (p)
WZ Sge	UGSU + E + ZZ	7.0–15.5 (p)
V 348 Sgr	?	11.2–18.4 (p)
CY UMa	UGSU	11.0–17 (v)
SU UMa	UGSU	10.8–15.0 (v)
VW Vul	UGZ	13.1–16.2 (p)
WW Vul	Isa	10.2–13.0 (v)

✱

WARC ORB 88

Mit einer Kompromißlösung bezüglich der Zuweisung von Frequenzen und geostationären Orbitpositionen wurde im Oktober 1988 in Genf die 2. Sitzungsperiode der „World Administrative Radio Conference on the Geostationary Satellite Orbit and the Planning of the Space Service Utilizing II“ (WARC ORB 88) beendet. Die erste Sitzungsperiode dieser Konferenz fand bereits im Sommer 1985 am Sitz der ITU in Genf statt. Ausgangspunkt dieser Konferenz waren vor allem die von den Entwicklungsländern geäußerten Bedenken, künftig für den Betrieb eigener Kommunikationssatellitensysteme im Geo-Orbit keine Parkplätze und Funkfrequenzen mehr verfügbar zu haben. Es entstand deshalb die Forderung nach einer langfristig geplanten und gleichberechtigten Verteilung der Orbitpositionen und Frequenzen, eine Aufgabe, die ebenso problematisch wie politisch hochgradig motiviert ist. Einerseits verlangt diese Forderung Akzeptanz, andererseits sind vorhandene Tatbestände in Gestalt der bestehenden Satellitensysteme nicht ohne heute bereits weltweite Konsequenzen für das Fernmeldewesen umstößlich. Immerhin nutzen bereits rund 170 Staaten unseres Erdballs Nachrichten Satelliten für nationale und internationale Belange.

Die WARC ORB 88 war deshalb von vornherein auf Kompromißlösungen programmiert, die letztlich als Erfolg zu werten sind. So wurde für die Frequenzbereiche 4,5–4,8 GHz, 6,725 bis 7,025 GHz, 10,7–10,95 GHz, 11,2–11,45 GHz und 12,75–13,25 GHz ein neuer Verteilungsplan erarbeitet, der für feste Funkdienste einschließlich Signalführung zu Satelliten gilt. Für alle freien Orbitpositionen wird allen Staaten gleichberechtigter Zugang garantiert. Ausgenommen

von diesen Regelungen sind existierende Satelliten und solche, die bis August 1985 angemeldet wurden und dadurch bereits einen fortgeschrittenen Entwicklungsstand zu verzeichnen haben. Für künftig neue Fernsehsysteme, insbesondere hochauflösende Systeme mit höherer Zeilenzahl (sog. HDTV-Fernsehen) wurden Frequenzen zwischen 12,7 und 23 GHz in Aussicht gestellt, für künftigen digitalen Hörrundfunk via Satellit solche zwischen 0,5 und 3,0 GHz. Verbindliche Regelungen hierfür werden durch künftige Konferenzen erfolgen.

(HDN)



Jahreszeiten im Wandel der Zeit

Ohne größere öffentliche Anteilnahme kommt es gerade zu einer kleinen astronomischen Kuriosität: Die Jahreszeit Winter schickt sich an, für eine weite Zukunft die Längenmarke 89 Tage zu unterschreiten. Erstmals seit Existenz der Menschheitskultur geschah das 1971/72. Zum vorletzten Mal ist der Winter 1988/89 noch 89d00h00m10s lang und nach 1993/94 (89d00h02m00s) wird es für mehrere tausend Jahre nur noch Winter geben, die kürzer als 89 Tage sind. Um das Jahr 3500 wird es dabei ein Minimum bei 88,71 d geben.

Der Wechsel astronomischer Jahreszeiten tritt immer dann ein, wenn die scheinbare Länge der Sonnenmitte Vielfache von 90° erreicht. Betrachtet man sich die Angaben in Tabelle 1, ist leicht zu erkennen, daß der Winter zur Zeit (seit dem Jahr 1245) die kürzeste Jahreszeit ist. Die Ur-

sache dafür wird sofort erkennbar, wenn man daran denkt, daß die Erde sich gegenwärtig Anfang Januar im Perihel ihrer Bahn aufhält. Mit anderen Worten: Gemäß dem zweiten Keplerschen Gesetz durchläuft die Erde ihr Winter-Bahnstück am schnellsten. In Zukunft wird sich das Perihel der Erdbahn so verschieben, daß der Zeitpunkt der Erdpassage weiter in den zentralen Teil des Winters rückt. Dadurch kann sich der Winter noch mehr verkürzen.

Auf analoge Weise könnte man die Länge der anderen Jahreszeiten betrachten, indem man die langsamen Variationen von Perihellänge und Exzentrizität der Erdbahn einbezieht. (Tabelle nach Jean Meeus: *Astronomical Tables of the Sun, Moon, and Planets*. Richmond/Va. 1983)



Fred Hoyle, der Unruhestifter

Es ging nicht ohne beträchtliche Aufregung ab, als der prominente britische Astrophysiker Fred Hoyle vor einigen Jahren vehement mit der Ansicht herauskam, Leben sei in Form von Mikroorganismen in kosmischen Staubwolken überall präsent und werde auch heute noch kontinuierlich dem inneren Sonnensystem eingepflegt.

Hoyle trat hier mit der erklärten Absicht auf, der Darwinschen Evolutionstheorie etwas von ihrem Glanz zu rauben. Nicht Mutation und Selektion, sondern aus dem All herabregnende Bakterien hätten die Evolution vorangebracht. Kürzlich verabfolgte Hoyle der wissenschaftlichen Welt noch einen kleinen Nachschlag, indem er an einem der berühmtesten Monumente der Evolutionstheorie rüttelte: Bei den wenigen fossilen Exemplaren des Urvogels *Archaeopteryx* handele es sich samt und sonders um Fälschungen. Sie seien von interessierter Seite angefertigt und untergeschoben worden, um eines der „connecting links“, eines der Bindeglieder in der Evolutionsgeschichte (hier das zwischen Archosauriern und Vögeln) vorweisen zu können. Hoyle und seine Mitarbeiter stellen diese ungeheuerlich wirkende Behauptung nicht einfach in den Raum, sondern untermauern sie gekonnt mit einer Fülle von historischen Informationen und Detailuntersuchungen an den Fossilien des *Archaeopteryx*.

Tabelle 1: Variation der Jahreszeitenlängen

Jahr	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
- 3000	94 ^m 05	89 ^m 93	88 ^m 61	92 ^m 65
- 2000	94.29	90.77	88.39	91.80
- 1000	94.25	91.94	88.42	90.93
0	93.97	92.45	88.69	90.14
1000	93.44	93.15	89.18	89.47
2000	92.76	93.65	89.84	88.99
3000	91.97	93.92	90.61	88.74
4000	91.17	93.93	91.40	88.74
5000	90.43	93.69	92.16	88.96
6000	89.82	93.25	92.80	89.39

Die Reaktionen aus dem Lager der betroffenen Wissenschaftler waren heftig. In Fachzeitschriften und populären Journalen setzte man sich mit Hoyles Theorie auseinander. Vor den Augen der Öffentlichkeit spielte sich eine scharfe und sehr interessante Debatte ab. Kapazitäten der Paläontologie unterzogen sich der Mühe, Hoyles Behauptungen zu analysieren und stichhaltig zu widerlegen. Es ist hier nicht der Platz, Details dieser Diskussion anzuführen. Sie hinterließen letzten Endes auch unter den vielen interessierten Laien die Erkenntnis, daß die Fundamente der Evolutionstheorie sicherer sind, als das zuweilen in letzter Zeit schien.

Und hier findet sich ein wichtiger Ansatz, der bei der Betrachtung der Motive der überraschenden Aktivitäten Fred Hoyles berücksichtigt werden sollte. Viele Astronomen mögen den Kopf über die Eskapaden ihres „alternden Kollegen“ geschüttelt haben. Nicht wenige Wissenschaftler werden jedoch mit heimlichem Vergnügen, ja mit Hochachtung auf den Nestor der modernen britischen Astrophysik geschaut haben. Denn: Fred Hoyle hat der Evolutionstheorie mit seinen Vorstößen unschätzbare Dienste erwiesen. War doch die Situation eingetreten, daß es Evolutionstheoretiker für unter ihrer Würde hielten, sich öffentlich mit den Antidarwinisten auseinanderzusetzen, die in einigen westlichen Ländern sogar regierungsamtliche Förderung erfuhren. Mit anderen Worten, man hatte außenstehende Anhänger der Evolutionstheorie „im Regen stehen lassen“.

Wenn die Bemühungen „kleiner“ Wissenschaftspublizisten nicht viel bewirkten, die Provokationen eines Sir Fred Hoyle mußten die Tür des Elfenbeinturmes der Paläontologen sprengen und diese zum öffentlichen Einstehen für die Evolutionstheorie veranlassen. Insider meinen, daß genau hier die Absichten Hoyles zu orten seien. Eines ehrenvollen Platzes in der Wissenschaftsgeschichte sicher, wolle er hier wohl auf ebenso originelle wie wirksame Weise einen Beitrag dazu leisten, die Position der Darwinisten in möglichst breiter öffentlicher Diskussion zu stärken.

Verfolgt man den wissenschaftlichen Werdegang Hoyles, erkennt man, daß er schon immer die Methode der Schocktherapie bevorzugte, wenn in bestimmten Fachgebieten (der Astrophysik und Kosmologie) eine zufriedene Schläfrigkeit aufzukommen drohte. So hat Hoyle die

Rolle des aktivierenden Unruhestifters übernommen, eine Funktion, die in der Wissenschaftsgeschichte oft besetzt war.

Inzwischen entdeckte G. Violet in einer privaten Sammlung in Solnhofen ein neues Exemplar des Archaeopteryx, das bis dahin für einen Zwergdinosaurius gehalten worden war. Das Solnhofener Museum hat diese Kostbarkeit inzwischen übernommen und besitzt damit das sechste Exemplar (nach denen in London, Berlin, Haarlem, Eichstätt und in einer privaten Sammlung in Pappenheim). (AD)



Antike und mittelalterliche Sonnenuhren in Jugoslawien

In einem zwölfseitigen Katalog informiert M. Tadić, Sarajevo, über die in Jugoslawien vorhandenen antiken und mittelalterlichen Sonnenuhren. Von den ca. 200 bekannten ortsfesten Sonnenuhren in Jugoslawien sind acht und ein Rest (nur der Sockel ist vorhanden) aus antiker Zeit. Sie befinden sich alle in jugoslawischen Museen. Weitere neun Sonnenuhren aus dem Mittelalter sind an Kirchen und Klosterbauten erhalten geblieben.

Die vorhandenen antiken Sonnenuhren in Jugoslawien gehören drei verschiedenen Arten an:

1. Vier Sonnenuhren nach der Konstruktion des Eudoxus (408–355 v. d. Z.) bzw. des Apolonius (262–190 v. d. Z.). Mittels einer nach oben offenen und hohlen Halbkugel, als Gegenstück zum Himmelsgewölbe, sowie einem senkrechten oder waagerechten Schattenstab bis zum Südmittelpunkt wird die Tageszeit durch den Schatten des Schattenstabendpunktes bestimmt. Es kommt auch vor, daß die Hohlkugel zur besseren Einsichtnahme des Zifferblattes auf der Südseite angeschnitten ist. Dabei entsprechen die auf dem Zifferblatt markierten parallelen Kreisbögen auf der Kugelhohlfläche den Tagbögen der Sonne zur Zeit der Sommersonnenwende, der Tag- und Nachtgleichen und der Wintersonnenwende. Jeder Kreisbogen wird von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang in 12 gleiche Abschnitte – die Temporalstunde – geteilt. Der Kreisbogen für die

Tag- und Nachtgleiche ist ein Großkreis mit einer durch die Himmelspole gehenden Achse.

2. Zwei Sonnenuhren nach der Konstruktion des Berosus (350–280 v. d. Z.). Hier ist das Zifferblatt die Innenfläche einer schräg nach unten offenen und von Süden einsehbaren Hohlkugel. Eine Lichtöffnung im Kreuzungspunkt des Meridiankreises mit dem Äquatorkreis der Kugelwandung läßt einen Lichtpunkt über den jeweils beschatteten Zifferblatteil (mit den Tagbogenkreisen und Temporalstundenlinien wie bei 1.) gleiten. Beide erstgenannten Sonnenuhr-Arten bedingen eine Konstruktion unter Berücksichtigung der geographischen Breite des jeweiligen Aufstellungsortes.

3. Nicht zum Temporalstunden-System gehören zwei Sonnenuhren. Es handelt sich dabei um vertikal stehende, am oberen Rand waagrecht angeschnittene halbe Hohlkalotten. Im Fußpunkt, dem Kalottenmittelpunkt, des waagerechten Schattenstabes treffen sich die Stundenlinien der gleichwinkligen Segmentstrahlen. Diese Sonnenuhren werden unabhängig von der geographischen Breite verwandt. Je weiter entfernt man sie vom Äquator aufstellt, desto ungenauer zeigen sie die Temporalstunde an.

Die Konstruktion der Sonnenuhren nach Eudoxus und Berosus war im Mittelalter vergessen. Es existieren nur solche für jeden beliebigen Aufstellungsort. Sie sind gleichwinklig geteilt. Es war gewissermaßen paradox: Die Kurie teilte den Tag auch im Mittelalter in Temporalstunden. Die kanonischen Sonnenuhren an Klöstern und Kirchen im Mittelalter maßen aber täglich und während des Jahres verschieden ungleichlange Stunden. Morgens und abends durchwanderte der Schatten die immer gleichgroßen Sektoren des Zifferblattes schneller als um die Mittagzeit. Die mittelalterlichen Sonnenuhren gibt es in Jugoslawien in zwei Arten:

1. In vertikale Südwälle eingekratzte, nach oben offene Halbkreise mit gleichwinkligen Sektoren und waagerechtem Schattenstab. Fünf Standorte sind bekannt. Sie stammen aus dem XII. bis XVII. Jh. Die älteste davon ist eine mittelalterliche Sonnenuhr an der Jungfrau-Maria-Kirche im Kloster Studenica.

2. Vier vertikal stehende halbe Hohl-Kalotten mit gleicher Teilung wie die entsprechende nicht zum Temporalstunden-System gehörende Ausführung der Antike.

Alle in Jugoslawien gefundenen mittelalterlichen Sonnenuhren sind ohne Temporalstunden-Teilung. Sie sind gleichwinklig geteilt. Die ungleichwinklige Teilung mittelalterlicher Sonnenuhren wird erst in nördlicheren Breiten zu einem der Versuche die Temporalstunden-Teilung der Antike wieder zu erreichen.

Lit.: Tadić, M.: Katalog der antiken und mittelalterlichen Sonnenuhren in Jugoslawien, serbokroatisch, Sarajevo 1988.

H. RAU

Aus der Literatur

Heftige Aktivität in 3 C 273

Der helle Quasar 3 C 273 ist gut wegen seiner Variabilität in den meisten Spektralbereichen bekannt. Die optische Veränderlichkeit kann auf Fotoplatten sogar fast ein Jahrhundert zurückverfolgt werden. Typische Zeitskalen der Variationen liegen zwischen 10 Tagen und einem Monat.

Seit 1983 wird jede Beobachtungsperiode zur umfassenden Überwachung des Objektes genutzt. Im Februar 1988 ging nun 3 C 273 von einem relativ ruhigen Zustand in eine Phase heftigster Aktivität über. Die seit 1983 gut eingespielte Zusammenarbeit bei der Überwachung des Quasars erlaubte den sofortigen Beginn koordinierter Beobachtungen an vier Teleskopen der ESO und im Observatorium auf Hawaii, zuzüglich zweier Radioteleskope in beiden Sternwarten. Die Aktivitätsperiode dauerte bis zum April 1988. Während dieser Zeit wurden 5 optische Maxima (Flares) im Abstand von durchschnittlich 15 Tagen beobachtet. Die schnellsten Änderungen waren eine Abnahme des Strahlungsflusses im optischen Bereich um ca. 15% in 24 Stunden (entsprechend $-6 \cdot 10^{40} \text{ erg s}^{-1}$) und eine Zunahme im Infraroten um 40% (entsprechend $+6 \cdot 10^{40} \text{ erg s}^{-1}$). Unter Annahme einer Hubble-Konstante von $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ und einer isotrop strahlenden Quelle ergeben sich daraus wahrhaft unvorstellbare Energieänderungen: Die Strahlungsabnahme im ersten Fall käme dem „Abschalten“ von 10 Millionen Sonnen pro Sekunde über eine Dauer von 24 Stunden gleich. Umgekehrt würde die Zunahme der Infrarothelligkeit im zweiten Fall das Aufleuchten von 10 Millionen Sonnen pro Sekunde für 24 Stunden bedeuten.

Es kann angenommen werden, daß die Emissionsregion mit einem superhellen Jet zusammenhängt, der erst kürzlich mit dem VLBI entdeckt worden war. Dieser Jet ist hochstrukturiert und von Knoten durchsetzt, die sich mehr oder weniger regelmäßig bilden und mit sehr hoher Geschwindigkeit von der Quelle entfernen. Die Flares im vergangenen Jahr könnten mit der Bildung eines neuen Knotens zu tun haben. Wichtig wäre nun, zu erkennen, was die Flares auslöst, um möglicherweise die Natur des Jets zu verstehen.

Lit.: Messenger No. 54, S. 37–39.

(AD)

Vergleich „alter“ und „neuer“ Kometen

Mit dem International Ultraviolet Explorer (IUE) wurden zwischen September 1986 und November 1987 regelmäßige Beobachtungen des UV-Spektrums von Komet Wilson (1986 I) durchgeführt. Dieser Komet scheint seinen ersten Flug in das innere Sonnensystem vollzogen zu haben. Der Wert von $1/a = 0,000030 \pm 0,00025 \text{ AE}^{-1}$ weist darauf hin.

Gleichzeitig liegen umfangreiche IUE-Messungen des „alten“ Kometen P/Halley (1986 III) vor und nach seinem Perihel vor. „Neue“ Kometen erscheinen oft vor dem Perihel heller als danach bzw. bei späteren Umläufen. Das könnte z. B. durch die Entwicklung einer modifizierten äußeren Schicht auf dem Kometen während seines sehr langen Aufenthalts in der Oort'schen Wolke verursacht sein. Dieses und andere Modelle beruhen vorrangig auf den visuellen Lichtkurven. Die neueren Untersuchungen enthalten auch Informationen über solche Gase, die im UV fluoreszieren.

Die ersten Beobachtungen von Komet Wilson beim Anflug (zwischen 2 und 3 AE) belegen eine Wasserfreisetzung, die deutlich höher als bei P/Halley im selben Sonnenabstand war. Näher zum Perihel (1,2 bis 1,3 AE) glichen sie denen von P/Halley vor dem Perihel. Stärkere Variationen, wie sie beim P/Halley registriert wurden, traten bei Komet Wilson trotz Rotation nicht auf. Das spricht für eine weitgehend gleichförmige Oberfläche. Die langsame, gleichmäßige Abnahme der Freisetzung von OH und Staub im Gegensatz zu den Fluktuationen bei P/Halley zeigt ebenfalls, daß definierte aktive Gebiete auf Komet Wilson nicht existieren. Bei gleichen Abstandsverhältnissen zur Sonne und zur Erde waren die relativen Gasemissionen beider Kometen bis auf einen Faktor 2 vergleichbar. Die direkten Gasmessungen bei P/Halley kann man daher mit einiger Berechtigung als allgemein für Kometen typisch ansehen. Zwei Produkte der Wasserdissociation, OH und O haben – ebenfalls in gleichen heliozentrischen und geozentrischen Distanzen – ebenfalls ähnliche Dichten. Das gilt auch für die relativen Häufigkeiten CO/ OH. Andere Gase waren bei Komet Wilson in geringeren Mengen zu finden. Bisher unbekannte Emissionen bei 1474 Å und 1425 Å wurden mit S I identifiziert.

Lit.: E. E. Roettger et al.: IUE Observations of the Evolution of Comet Wilson (1986 I): Comparison with P/Halley. Erscheint in *Icarus*, 1989)

(J. R.)



Infrarotastronomie mit hochauflösenden zweidimensionalen Array-Detektoren

Obwohl die langwellige Infrarotstrahlung aus dem All die Erdatmosphäre zu durchdringen vermag und mit normalen optischen Teleskopen auch fokussiert werden kann, gab es bis vor zwei Jahren noch keine effektive Möglichkeit Infrarotbilder mit der gleichen Güte wie optische abzubilden. Mit der verfügbaren Technologie und Instrumentation unter Verwendung einzelner Detektoren mußten IR-Objekte Punkt für Punkt abgetastet werden, und man erhielt integrale Abbildungen der Objekte nur auf sehr aufwendigem und zeitraubendem Wege. Dabei steckt der Infrarotbereich voller faszinierender Phänomene. Zahlreiche kühle Ob-

jekte mit Temperaturen bis 2000 K strahlen vorwiegend im Infraroten, wie Planeten, Braune Zwerge, zirkumstellbare Gas- und Staubwolken und auch erkaltende Sterne.

Infrarotstrahlung vermag auch kosmische Wolken zu durchdringen, so z. B. ist das Zentrum der Milchstraße hinter dichten kosmischen Wolken, der optischen Beobachtung unzugänglich, verborgen, jedoch extrem hell im Infraroten.

Von großer Bedeutung ist die Infrarotastronomie für die Beobachtung der fernsten leuchtenden Objekte, Galaxien und Quasare, deren Energieabstrahlung wegen ihrer großen Entfernung und hohen Fluchtgeschwindigkeit bis ins Infrarote verschoben ist, teilweise sogar ihre UV-Strahlung!

Auf einem Meeting in Hawaii, der Hochburg der Infrarotastronomie, berichteten im März 1987 mehrere Gruppen über ihre ersten Ergebnisse der Verwendung der neuen zweidimensionalen IR-Arrays, die geradezu sensationell wirkten. Diese Detektoren entstanden in den letzten zwei Jahren in Zusammenarbeit von Universitäten, der Industrie und staatlichen Institutionen der USA. Sie bestehen aus Feldern von Infrarotdetektoren aus Indiumantimonid (InSb), Platinisilicid (PtSi), dotiertem Silicium (SiX) oder Quecksilbercadmiumtellurid (HgCdTe), die zu Gruppen von 58×62 bis 256×256 einzelner Detektoren angeordnet sind. Der Readout-Chip besteht aus Silicium, die Verbindung beider Chips aus Indium. Zum Teil sind diese Arrays bereits kommerziell erhältlich.

Der Empfindlichkeitsbereich liegt bei 1 bis 2,5 µm, und die Ausweitung des Meßbereichs bis 30 µm bei gleicher Empfindlichkeit ist zu erwarten.

Bereits in der kurzen Zeit seit ihrer Einführung in die astronomische Praxis ist eine Fülle von Ergebnissen erzielt worden, und man kann geradezu von einer neuen Ära der Infrarotastronomie sprechen. Hierfür seien einige Beispiele angeführt.

Zentrum der Milchstraße: Dort ist die Energiedichte so hoch, daß die einzige physikalisch plausible Erklärung die von Emmission einer Akkretionsscheibe mit Massezentrum durch ein zentrales Schwarzes Loch ist. Diese Energieabstrahlung beträgt das Zehnmillionenfache der der Sonne. Mußten mit der herkömmlichen Technologie und Instrumentierung die IR-Teleskope nacheinander auf Tausende Objekte ausgerichtet werden – eine heroische Arbeit! – genügt nun der Bruchteil einer Stunde, um Hunderttausende Objekte gleichzeitig abzubilden.

Planetare Nebel: Sie charakterisieren späte Stadien der Sternentstehung mit starkem Masseverlust, vorwiegend Wasserstoff, deren Komponenten durch den heißen Zentralstern im visuellen oder infraroten Frequenzbereich angeregt werden. Die neuen IR-Bilder von planetaren Nebeln enthüllen deren Ring- oder Schmetterlingsflügel-Struktur, die Hinweise auf die Art ihrer Entstehung enthält.

Regionen intensiver Sternbildung: Die Sternbildung vollzieht sich im Inneren dichter kosmischer Wolken nach deren Anregung durch äußere Ereignisse (Stoßwellen), die ihr statisches Gleichgewicht stören. Was sich im Detail im Inneren solcher Wolken vollzieht, ist der direkten visuellen Beobachtung unzugänglich, wohl aber der IR-Astronomie zugänglich, da die Infrarotstrahlung um den Faktor Hunderttausend weniger geschwächt wird, wenn sie eine solche kosmische Wolke durchquert. Erste Beispiele bisher unbekannter Strukturen solcher Nebel sind NGC 2024 (Pferdekopfnebel, mit der Quelle Orion B und der Omega-Nebel (Messier 17), wo die Gesamtleuchtkraft der jungen Sterne etwa sechs Millionen mal stärker als die der Sonne ist.

L. TILL

Lit.: Gatlley, I., dePoy, D. L. und Fowler, A. M., *Science* **242** (1988), 1264–1269.

Brauner Zwerg entdeckt

Den renommierten Pionieren der Infrarotastronomie Becklin und Zuckerman (Universität Hawaii bzw. Universität California, Los Angeles) gelang die Entdeckung eines Infrarotobjektes als Begleiter des Weißen Zwergs GD 165 A, nachdem sie schon ein Jahr zuvor ein ähnliches Objekt als Begleiter von Glías 29-38 gefunden hatten [1]. Ob das IR-Objekt Glías 29-38 wirklich ein Brauner Zwerg oder eine auf 1200 K aufgeheizte kompakte Staubwolke in engem Umlauf um einen Weißen Zwerg ist, bleibt ungewiß, da die Infrarotquelle nicht völlig aufgelöst abgebildet werden konnte.

GD 165 B wurde bei der systematischen IR-Durchmusterung von 200 Weißen Zwergen mit Hilfe des 2,2 m-Infrarotteleskops der Universität Hawaii entdeckt und auf drei Frequenzen (Wellenlänge 1,25 m, 1,65 m und 2,2 m) deutlich vom Zentralstern unterschieden. Dieser Stern steht in 29 pc Abstand zur Sonne, trigonometrisch auf $\pm 10\%$ genau bestimmt, und der Infrarotbegleiter umkreist ihn etwa im Abstand des Neptun/Pluto zur Sonne. Seine Masse liegt bei 0,06 $M_{\odot}$. Das ist ein Wert knapp unterhalb der Mindestmasse von 0,08 $M_{\odot}$, die ein kosmisches Objekt aus Wasserstoff und Helium haben muß, um im Kern heiß und dicht genug zu sein, um Kernverschmelzungsprozesse zu ermöglichen. Die Energiequellen eines Braunen Zwergs sind die Umwandlung von Gravitationsenergie durch Kontraktion über kinetische Energie in Wärme und chemische Energie aus thermodynamischen Prozessen der Bildung energetisch stabilerer Stoffe aus instabileren. Diese Energiequellen vermögen Braune Zwerge für Hunderte Millionen Jahre auf etwa 1000–2000 K aufzuheizen, sodaß sie einen großen Teil ihrer überschüssigen Energie im Infraroten abstrahlen.

Mit einer Oberflächentemperatur von 2130 K ist GD 165 B gegenwärtig das kälteste bekannte Objekt (mit Ausnahme kosmischer Wolken natürlich außerhalb des Sonnensystems. Gehörte GD 165 B zu unserem Planetensystem, würde er, von der Erde aus betrachtet, etwa die Leuchtkraft des Mars am Nachthimmel haben. L. TILL

Lit.: [1] Zuckerman, B. und Becklin, E. E., *Nature* **330**, 138 bis 140 (1987). – [2] Becklin, E. E. und Zuckerman, B., *Nature* **336**, 656–658 (1988).

Astronomie als Naturwissenschaft dargelegt. Anschließend erfährt der Leser etwas über die Geschichte, Gegenwart und Zukunft des Teleskop-Baus. Dem inhaltlichen Ziel des Buches entsprechend wird hierbei den Schmidt-Spiegelteleskopen breiterer Raum gewidmet. Ausführlich werden Aufbau und Wirkungsweise der Schmidt-Teleskope besprochen und ihre Bedeutung für die heutige astronomische Forschung belegt. Schließlich wird das Leben und Werk von Bernhard Schmidt (1879–1935), dem Erfinder des gleichnamigen Teleskop-Prinzips, gewürdigt. Die Autoren haben hierzu ein umfangreiches historisches Material zusammengetragen. Für den Rezensenten war in diesem Abschnitt besonders beeindruckend, daß Schmidt über sein technisch revolutionarisches Teleskop-Prinzip in seinem ganzen Leben nur einmal einen 4-seitigen Artikel publiziert hat (der hier auf den Seiten 68/69 abgedruckt ist). Ein für heutige Verhältnisse undenkbarer Fall!

Den zweiten und zugleich Hauptteil des Buches bildet ein Bildteil mit 43 großformatigen Abbildungen astronomischer Motive, welche mit Schmidt-Teleskopen aufgenommen wurden. Alle Aufnahmeobjekte werden ausführlich erläutert. Die Autoren sind bekannte Fachastronomen, so daß der Leser hier auch viele Detail-Informationen findet, die den Inhalt dieses Buches durchaus über die ganze Astronomie erstrecken lassen.

Der Rezensent arbeitet beruflich eng mit den Autoren dieses Buches zusammen und ist daher bemüht – um nicht in Verruf zu geraten – keine kritikfreie Rezension anzufertigen. In der Tat hat der Rezensent das berühmte Haar in der Suppe gefunden: Von dem in der Abbildungsunterschrift zum Tautenburger Spiegelteleskop (S. 34) erwähnten, angeblich zu schenken großen Cassegrain-Spektrographen, fehlt in der Abbildung jede Spur! Der Tautenburger Cassegrain-Spektrograph liegt seit langem „eingemottet“ in einer dunklen Ecke. Hier war die Abbildungsunterschrift schneller als der Tautenburger Fotograf.

Die Ausgestaltung des Buches durch den Verlag ist großzügig und auch der Preis ist – aus der Sicht des Jahres 1990 – akzeptabel. Allen, die sich für die beobachtende Astronomie interessieren, wird dieses Buch sicher viel Freude bereiten. Im Bucherfundus von Volks- und Schulsternwarten sollte es nicht fehlen.

S. KLOSE

S. Marx; W. Pfau: *Himmelsfotografie mit Schmidt-Teleskopen*. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. 1. Auflage 1990. 167 Seiten mit zahlreichen z. T. ganzseitigen Abbildungen. Preis: 36 Mark. Best.-Nr.: 6542198. ISBN 3-332-00214-7.

Rezensionen

Himmelsfotografie mit Schmidt-Teleskopen

Das vorliegende Buch ist eine populärwissenschaftliche Darstellung über Schmidt-Spiegelteleskope, ihre Aufgaben, ihre internationale Verbreitung und ihren Einsatz in der astronomischen Forschung. Es wendet sich an alle, die sich für die beobachtende Astronomie interessieren und setzt daher auch keine speziellen Kenntnisse voraus; nötigenfalls hilft zum Verständnis des Textes ein kleines Glossar am Ende des Buches.

Den ersten Teil des Buches bildet ein reichlich mit Abbildungen versehener Textteil. Hier werden zunächst kurz die Anfänge der

Berliner Mondatlas

Schon in dritter Auflage erschien er nun beim Wilhelm-Foerster-Sternwarte e. V., doch für das überwiegende Gros der Liebhaber-astronomen in der DDR ist erst jetzt Gelegenheit, ihn käuflich zu erwerben: der ausgezeichnete, von den beiden Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Berliner Mondbeobachter“, Adolf Voigt und Hans Giebler konzipierte, am – nun hundertjährigen – Bamberg-Refraktor fotografierte und zusammengestellte Mondatlas mit seinen 108 fotografischen Blättern in Ringbuchheftung die dadurch sowohl als Buch als auch einzeln am Fernrohr, im Fotolabor oder am Schreibtisch benutzbar sind.

Beginnend beim Mondalter von 1st und endend bei 27^{ten} umfassen die Fotos fast eine vollständige Lunation. Auf 31 Blättern sind

die Mondphasen als Überblicksaufnahmen dargestellt, während von 25 Mondphasen auf je drei weiteren Blättern (A, B und C) Vergrößerungen einzelner Terminatorabschnitte angeboten werden, denen jeweils Klarsichtfolien vorgeheftet sind, die markante Formationen lokalisieren und so die Orientierung auf dem Kartenblatt enorm erleichtern bzw. beschleunigen.

Jedes Kartenblatt enthält auf seiner Rückseite neben der – dem über die Mondscheibe wandernden Terminator folgenden – Blatt-Nummer (1–31) die physikalischen Daten (Lage des Terminators, Mondalter und Libration der abgebildeten Phase), sowie das Datum der Aufnahme. Zwei zusätzliche Kartenblätter (32 und 33) sind aufgenommen worden, die zwei aneinander anschließende Lunar-Orbiter-Aufnahmen der Mondrückseite zeigen.

Eine von den Autoren gezeichnete Übersichtskarte des Mondes, die markante Formationen seiner Oberfläche enthält und benennt sowie ein Beiheft bereichern die Ausgabe. Das Beiheft enthält die „Anleitung zur Beobachtung von Schatten-Antritten und -Austritten an Meßpunkten des BERLINER SYSTEMS (Blatt 18) bei Mondfinsternissen“ sowie zwei Tabellen mit dem alphabetischen Verzeichnis der auf den Deckblättern genannten Formationen und die Übersicht über die technischen Daten der Aufnahmen. Das in der 3. Auflage zur Anwendung gekommene Raster-Druckverfahren hat die Wiedergabe gegenüber den früheren Auflagen zum Teil noch erhöht, so daß der Kauf dieses Kartenwerkes jedem Interessenten nur empfohlen werden kann.

HEINZ ALBERT

A. Voigt und H. Giebler: *Berliner Mondatlas* in 108 fotografischen Blättern, herausgegeben vom Wilhelm-Foerster-Sternwarte e. V., 3. überarb. und erw. Auflage, Berlin 1989.



Trans Magazin Luft- und Raumfahrt

Hätte ich nicht das Belegexemplar für diese Rezension, würde das Buch nicht in meiner Bibliothek zu finden sein. Der sehr schleppende Verkauf dieses Titels beweist meinen zunächst nur gefühlsmäßigen Eindruck. Ein erstes Hineinsehen und Durchblättern in der Buchhandlung ließ mich auch von einem Kauf Abstand nehmen.

Der Verlag geht jedoch mit einem sehr hohen Anspruch in die neue Konzeption für den Ersatz des bis zum Jahre 1987 erschienenen Flieger-Jahrbuches. Zitat aus dem Impressum: „Die neue äußere Form und die moderne inhaltliche Gestaltung dieses Magazins entsprechen der unterhaltenen Vermittlung von luft- und raumfahrtbezogenen Sachverhalten“. Im Gegensatz dazu muß eigentlich alles negativ kritisiert werden: Die Papierqualität, der Druck (wenn überhaupt Farbdruck, dann nur ungenügend), die grafische Gestaltung der Bilder, Farbtöne in Braun und Grau auf der gleichen Seite, Beiträge selbst und nicht zuletzt der Preis von 14,- M.

Von den acht Artikeln sind zum großen Teil Themen der Luft- und Raumfahrt behandelt. Alle Luftfahrt-Beiträge sind historisch, leider auch eigentlich alle Raumfahrt-Beiträge, denn vom Redaktionsschluß bis zum Erscheinen ist fast ein ganzes Jahr vergangen. Gerade bei den Raumfahrt-Artikeln, und auf diese Themen möchte sich der Rezensent beschränken, hat man den Eindruck, daß alles schon einmal irgendwo zu lesen war. Sei es der Artikel von Peter Stahe „Von Kosmos bis Energija“, der keine Neuheiten gegenüber dem Raketenypenbuch des gleichen Autors bringt bzw. nur das wiederholt, was vor Jahren bereits im

Fliegerkalender zu lesen war, oder sei es der Horst Hoffmann-Beitrag „Mit MIR ins 21. Jahrhundert“ – alles schon mal dagewesen. Letzterer wiederholt in altbekannter Manier das „Kredo der Kosmonauten“, wonach die gesamte sowjetische Raumfahrt nur zum Nutzen der Wissenschaft, nur im Dienste der Volkswirtschaft, nur zum Wohle der Menschheit betrieben werde. Nichts wird über die militärischen Aspekte, nichts über den begonnenen und dann abgebrochenen „Wettlauf zum Mond“, nichts über die rein propagandistischen Erstleistungen gesagt, deren wissenschaftliche Ergebnisse oft genug und ohne Hähne mehr als kläglich waren. In berüchtigten „Statistiken“ wird „Tonnenideologie“ gepredigt, wovon dieser Text in weitschweifigen Passagen zehrt. Hoffentlich gehören derartige Betrachtungen bald der Vergangenheit an und weichen einer objektiven und zerrbildfreien Geschichtsbetrachtung. Die kleinen Anderen, die der Autor von seinen vielen Kongreß- und anderen Reisen zu berichten weiß, sind hierfür kein Ersatz. Die Frage allgemein ist, wo beginnt und wo endet die moralische Verantwortung eines Autors, wo darf er weglassen und verschweigen trotz besseren Wissens.

Der Beitrag von Frank E. Rietz über den Raketenpionier Alfred Maul war dem Rezensenten in einigen Passagen neu und ist durch eine Reihe von historischen Fotos recht hübsch, doch vermißt wurde in den biografischen Daten das Geburtsdatum.

Der Beitrag von Bernd Ruttman bringt eine Zusammenstellung der INMARSAT-Aktivitäten, doch diese in der Überschrift als „neuen Weg“ zu bezeichnen, hätte bei der redaktionellen Bearbeitung nach einem Jahr gestrichen werden müssen.

Als Fazit bleibt, daß der Verlag in seiner Arbeit eine grundsätzliche Wende machen muß und das Niveau seiner Leser nicht so niedrig ansetzen darf, daß er wirklich neue Wege der populären Wissensvermittlung beschreiten muß, daß er in der gesamten thematischen Aufbereitung von anderen Presseerzeugnissen viel lernen muß, sonst bleibt die Nr. 1 der geplanten Serie zu Recht die einzige Nummer.

J. ROSE

Trans: Magazin Luft- und Raumfahrt. Transpress 1. Auflage, Berlin, 1989, 112 S., 104 Abb. (z. T. farb.), 18 Tab., Preis: (DDR) 14,- M., ISSN 0863-1891, ISBN 3-344-0392-5

Vorschau auf Heft 4/1990

Spekulationen um die Cheops-Pyramide • ROSAT: Erste Beobachtungen • Start des Gallex-Experimentes • Die physischen Ephemeriden der Planeten (DATA-Reihe)

Unsere Autoren

Dr. R. Beck, Gebr.-Wright-Str. 27, D-5300 Bonn 1
Dr. R. Ziener, K.-Schwarzschild-Observatorium, Tautenburg, 6901
Chr. St. J. H. Daniel, über: Roger Turner Books Ltd., 22 Nelson Road, Greenwich SE 10, England
Wolfram Fischer, Selnickerstr. 22, Leipzig, 7030
Frank Andreas, Rob.-Szlapka-Weg 7, Crimmitschau, 9630
Karl-Heinz Bücke, Florian Geyer-Str. 40/004, Dresden, 8019
Marco Peuschel, Dr.-Friedrich-Str. 68, Schönebeck, 9655
Dietmar Kitta, Torbogenweg 22, Zittau, 8800
Andreas Dill, Wilhelmstraße 15, Apolda, 5320
Hermann Berger, Gruben 27b, Scharfenberg, 8251
Karl-Heinz Mau, Moorweg 5, Wegeleben, 3607



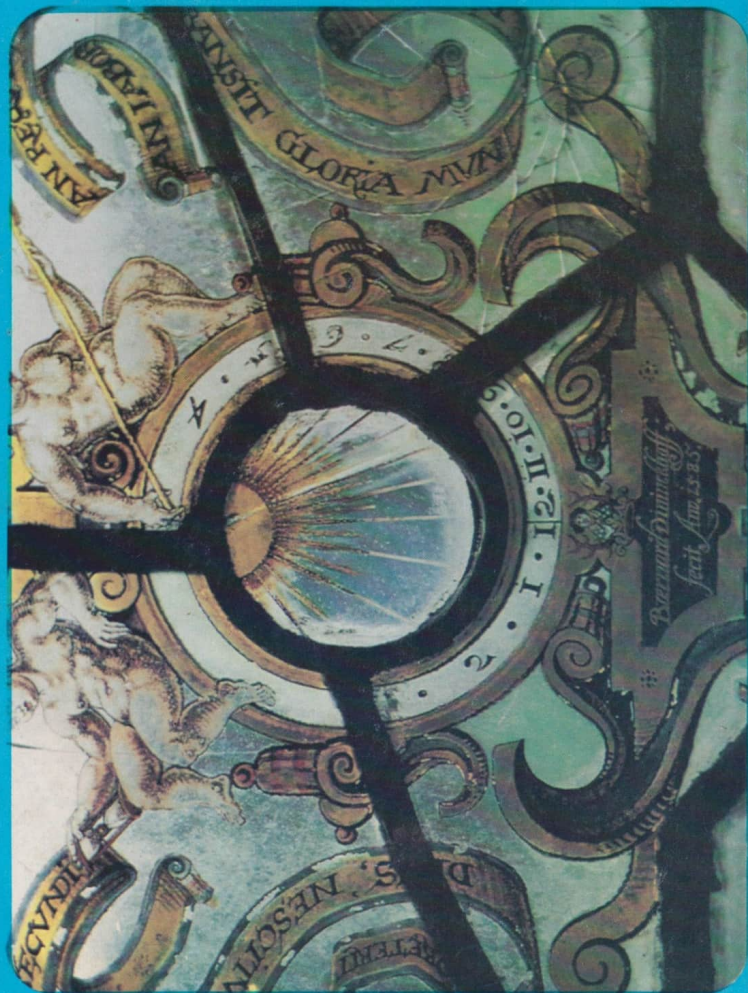
Zum Beitrag S. 80: Komet Okazaki-Levy-Rudenko

Abb. 1: Komet 1989r, 1989 Oktober 22, 18^h41 – 18.50 MEZ; N 400/2000, NP 27-Planfilm, Pentacon six. (Bei den Aufnahmen 1–3 gleiches Instrument und gleicher Film.)

Abb. 2: Komet 1989r, 1989 November 12, 4^h48–5^h03 MEZ.

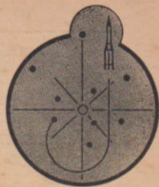
Abb. 3: Komet 1989r, 1989 November 22, 4^h50–5^h05 MEZ.

Alle Aufnahmen: Kitta/Weirauch, Volkssternwarte „Erich Scholz“ Zittau.



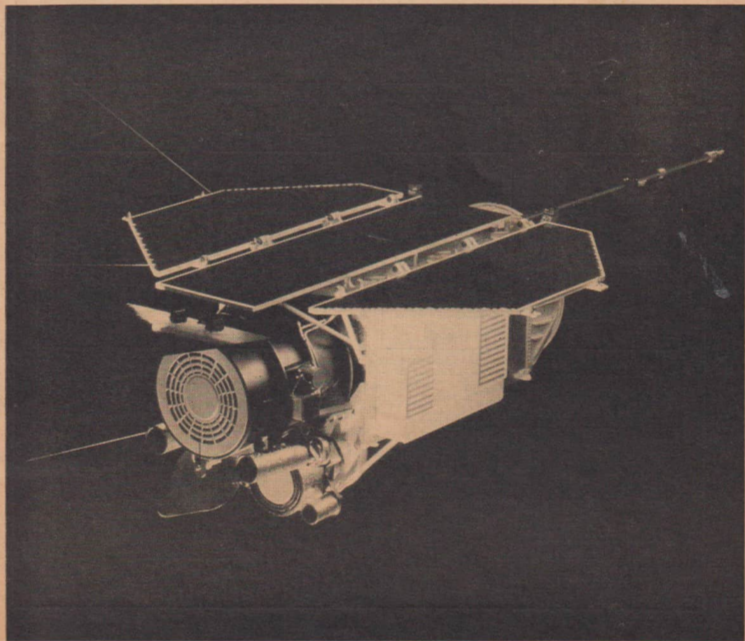
1990/4

Astronomie und Raumfahrt



ISSN 0587-565X

1,50 DM



Herausgeber: Kulturbund e. V.

Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:
Kulturbund e. V.
Bereich Wissenschaft
Otto-Nuschke-Str. 1
Berlin, 1080

Redaktion:

Chefredakteur:
Prof. Dr. sc. S. Marx
Verantwortlicher Redakteur:
Andreas Dill
Astronomie: Prof. Dr. sc.
S. Marx, Dipl.-Phys.
W. Häupl; – Raumfahrt:
Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,
Uwe Schmalzing; – Philosophie/Geschichte: Dr. J. Hamel; – Amateure: Ing.
A. Grünberg, Dipl.-Phys.
J. Rendtel, StR A. Zenkert,
Dr. B. Zill; –

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1990 mit 6 Heften, Bezugspreis im Abonnement, zweimonatlich (1 Heft) 1,50 DM. Bezug durch die Post oder den Buchhandel. Bestellungen aus dem Ausland sind zu richten an das Zeitungsvertriebsamt, Abt. Export, Straße der Pariser Kommune 3–4, Berlin, 1004. Veröffentlicht unter Registrier-Nr. 1490 des Presse- und Informationsdienstes der Regierung der DDR, Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Layout: K. N. Marsand

Manuskripte sind in doppelter Ausfertigung (Durchschlag) an den Redaktions-sitz einzusenden. Für unverlangte Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Die Redaktion behält sich vor, Beiträge zu kürzen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie und Raumfahrt veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

Satz und Druck: Druckhaus Mitte GmbH, Berlin

Inhalt

Vorwort

Seite
2

Rudolf Dröbner: Spekulationen um die Cheopspyramide	3
Erstes Licht für ROSAT	7
GALLEX – ein neues Neutrino-Experiment	12
Pech mit dem HST	13
Chiron: Neue Beobachtungen	14
Himmelserscheinungen September/Oktober	15

Informationen

Raumfahrtmesse MOSCOW AEROSPACE	19
Deutsch-deutsches Sternfreundetreffen	20

Kurzberichte

Edgar Schmidt: Kleinstplanetarium	20
B. Jende: Aquarianer beobachten Mondfinsternis	23
André Knöfel: UFO's über Sibirien	24
S. Marx: In eigener Sache: Heinz Albert	25
Totale Sonnenfinsternis	26

Rezensionen

26

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser!

Während ich diese Zeilen für Heft 4/1990 von „Astronomie und Raumfahrt“ schreibe, die eine Ergänzung meiner Bemerkungen von Heft 3/1990 sein sollen, ist das Heft 3 noch gar nicht erschienen. Es kann also passieren, daß das Heft 4 das Heft 3 nicht nur „ein-, sondern sogar überholt“.

Aus dem Erscheinen von Heft 4/1990 kann man aber zwei Schlußfolgerungen ziehen: es gibt „Astronomie und Raumfahrt“ noch, und das Ziel, pünktliches Erscheinen zu sichern, ist nahezu erreicht. Von einer Verbesserung der äußeren Gestaltung kann allerdings nicht gesprochen werden. Im Jahre 1990 müssen wir die Zeitschrift ohne Zuschüsse für den Heftpreis von 1,50 DM produzieren. Das läßt beim besten Willen nicht mehr zu, als Sie zur Zeit in der Hand halten. Es ist dem Verlag „visuell“ zu danken, daß es überhaupt möglich ist, die Hefte 4, 5 und 6/1990 noch herauszubringen. Dieser Verlag wird unsere Zeitschrift auch in Zukunft herstellen.

In den Heften 5 und 6/1990 werden Sie Bestellscheine finden. Damit können Sie „Astronomie und Raumfahrt“ ab 1991 abonnieren und sich darüber informieren, wie die Zeitschrift ab 1991 aussehen wird. Soviel kann man heute schon sagen: „Astronomie und Raumfahrt“ wird auf gutem Papier und farbig gedruckt. Sie wird in der äußeren Gestaltung mit ähnlichen Zeitschriften konkurrieren können. Außerdem wird sich der Raumfahrtteil deutlich verbessern. Verlag und Redaktion würden sich freuen, wenn Sie auch Leser der neuen „Astronomie und Raumfahrt“ werden und damit unserer Zeitschrift trotz aller vergangenen Probleme die Treue halten.

Mit der Hoffnung auf weitere gute Zusammenarbeit verbleibe ich

Ihr
Siegfried Marx

Spekulationen um die Cheopspyramide

RUDOLF DRÖSSLER

Trotz der vielen überlieferten Hieroglypheninschriften und Texte gibt es nur wenige Hinweise auf die ägyptische Astronomie. Außerdem sind die Berichte durch die Art ihrer Abfassung mitunter mehrdeutig. So bleibt manches umstritten. Dennoch läßt sich wohl sagen, daß die ägyptischen Astronomen nicht mit den systematischen Beobachtungen und Auswertungen ihrer „Kollegen“ in Mesopotamien wetteifern konnten.

Der Mangel an ausführlichen astronomischen Texten fiel bald auf, als man sich näher mit der Kultur des Nillandes beschäftigte und die Hieroglyphenschrift entziffert hatte. John Taylor, einen Londoner Buchhändler und Verleger, führte das zu der Annahme, die Priester des Pharaonenreiches hätten ihr astronomisches Wissen geheimgehalten und es nur verschlüsselt hinterlassen, und zwar in der Cheopspyramide.

Ihr Erbauer, ein Pharao der IV. Dynastie,

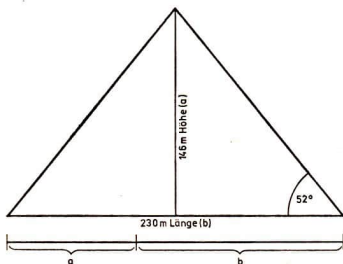


Abbildung 1: Die Seitenlänge der Cheopspyramide entspricht im Verhältnis zur Pyramidenhöhe etwa dem Goldenen Schnitt.

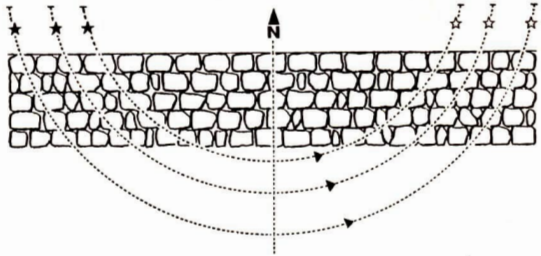
regierte etwa von 2575 bis 2550 v. u. Z. Zusammen mit den Pyramiden seiner Nachfolger, der des Chephren und des Mykerinos, zählte man die Pyramide des Cheops in der Antike zu den sieben Weltwundern. Alle drei Grabstätten erheben sich westlich von Kairo am linken Nilufer bei Giseh.

Heute ist die Cheopspyramide noch 137,18 Meter hoch und besitzt Seitenlängen von 227,50 Metern. Wie groß sie ursprünglich war, vermag man nicht mehr genau festzustellen, denn ihre Spitze und die Kalksteinplatten, mit denen man sie einst verkleidet hatte, fehlen. Die Platten sind im Laufe der Zeit abgenommen und für andere Bauten verwandt worden. Ein Teil davon ist noch in Moscheen der näheren Umgebung zu sehen. Vermutlich maß das Grabmal von Cheops einst rund 146 Meter Höhe und rund 230 Meter Seitenlänge.

In seinem 1859 erschienenen Buch **The great pyramid, why it was built and who built it** (Die große Pyramide, warum sie erbaut wurde und wer sie erbaute) erläutert Taylor, welches geheime Wissen in der Cheopspyramide verborgen sein sollte. Zum Beispiel würde der Innenraum des Granitsarkophags von Cheops gerade vier Viertel eines Quarters umfassen. Quarter (das heißt Viertel) ist die Bezeichnung für ein altes englisches Getreidemaß; es entspricht 290,79 Litern. Nach Taylor wäre es vom Rauminhalt des Sarkophaginneren abgeleitet worden.

Als andere erstaunliche Tatsache wurde in dem Buch verkündet, daß die Ägypter bereits zu Cheops' Zeiten den „Goldenen Schnitt“ gekannt hätten (Abbildung 1), dessen Entdeckung man dem griechischen Mathematiker Euklid (um 300 v. u. Z.) zuschreibt. Goldener Schnitt wird ein bestimmtes Verhältnis zweier Strecken zueinander genannt, das als besonders schön

Abbildung 2:
Die Mitte zwischen den Auf- und Untergangspunkten polnaher Sterne an einer Mauerkante gibt die genaue Nordrichtung an.



empfunden wird. Es ist früher vielfach in der Kunst berücksichtigt worden. Man teilt eine Strecke dabei so, daß sich der kleinere Abschnitt zum größeren wie dieser zur ganzen Strecke verhält [$a : b = b : (a + b)$]. Freilich ist diese Proportion in ganzen Zahlen nicht vollkommen, sondern nur annäherungsweise ausdrückbar. (3:5; 5:8; 8:13; 13:21; 21:34 usw.). Die Ägypter hätten den Goldenen Schnitt durch das Verhältnis Höhe der Cheopspyramide zu deren Basislänge zum Ausdruck gebracht.

Mit seinem Buch fand Taylor unerwartet einen prominenten Anhänger: Charles Piazza Smyth, 1819 in Neapel als Sohn eines späteren englischen Admirals geboren. Smyth wurde 1845 königlicher Astronom für Schottland und Direktor der Sternwarte in Edinburgh – ein verdienstvoller Mann, der unter anderem durch Untersuchungen zur Spektralanalyse hervortrat. Von 1864 bis 1865 weilte er in Ägypten. Welchen Geheimnissen er dort auf die Spur gekommen zu sein glaubte, veröffentlichte er in **Our inheritance in the great pyramid** (Unser Erbe in der großen Pyramide).

Smyth verstrickte sich darin seltsamerweise in haltlosen Spekulationen und deutlichen Manipulationen. Da der Neigungswinkel der Mantelflächen der Cheopspyramide nicht mehr genau gemessen werden kann, nahm er ihn zu $51^\circ 51' 14,3''$ an. Bei diesem Winkel ergab sich eine

Höhe von 486,256 Fuß (148,2108 Meter). Der Umfang der Pyramidengrundfläche betrug nach den ihm zur Verfügung stehenden Messungen 3 055,24 Fuß (931,2371 Meter; tatsächlich waren es nur etwa 920 Meter). Nach diesen vermeintlich richtigen Werten errechnete Smyth, daß der Umfang der Pyramidenbasis dem Umfang eines Kreises mit der Höhe der Pyramide als Radius entsprochen habe. Praktisch hätten die Ägypter damit die Quadratur des Kreises gelöst, also den Kreis in ein Quadrat von gleichem Flächeninhalt zu verwandeln versucht. Die doppelte Basislänge einer Seite geteilt durch die Höhe der Pyramide führe zum Wert der Zahl Pi. Diese wäre den Baumeistern also klar bewußt gewesen. In Wirklichkeit hatte Smyth damit keine sensationelle Entdeckung gemacht, sondern die Ergebnisse durch seine willkürlichen Annahmen der Größenverhältnisse selbst manipuliert.

Ähnlich verfuhr er auch weiterhin. Die angebliche Länge der einen Pyramidenbasis von 763,81 Fuß (232,80928 Meter) teilte er durch die Länge des tropischen Jahres (365,2422 Tage) und erhielt 2,09124 Fuß oder 0,63741 Meter. Er definierte diese Länge als 1 Pyramidenmeter. Das „Standardmaß“ ergebe sich auch, wenn man den Umfang eines Kreises mit der Höhe der Pyramide als Durchmesser durch 365,2422 dividiere und den Quotienten nochmals durch zwei teile. Obwohl Smyth den Dividenten 365,2422 willkürlich selbst

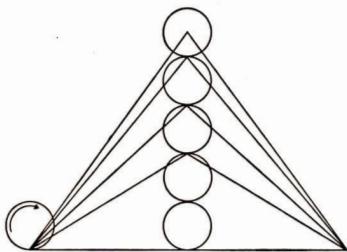


Abbildung 3: Konstruktion einer Pyramide durch Abrollen und Übereinandersetzen von Kreisscheiben.

Eine Pyramide besitzt vier Ecken und eine Spitze – sozusagen die „fünfte Ecke“ (nach Smyth). Die 5 galt im Altertum als heilige Zahl. $5 \times 5 = 25$ ist ihre Potenzierung. Smyth teilte das Pyramidenmeter durch 25 und „ermittelte“ so den Pyramidenzoll = 0,0836496 Fuß oder 2,54963 Zentimeter – ein Wert, der sehr nahe bei 1 englischem Zoll = 0,08333 Fuß (2,53999 Zentimeter) liegt. Vermutlich hat Smyth verschiedene Zahlen ausprobiert, bis er zu dieser Übereinstimmung gelangte. Er schlußfolgerte aus ihr, der Pyramidenzoll wäre bis zur Gegenwart im Gebrauch geblieben. Die geringfügige Abweichung vom nunmehr üblichen Zoll erkläre sich leicht aus Unkorrektheiten bei der Überlieferung. Die von

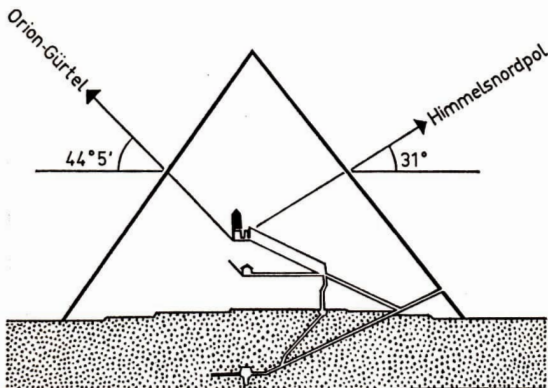


Abbildung 4: Die „Entlüftungsschächte“ der Cheopspyramide weisen auf den Himmelsnordpol und nach Süden in Richtung Orion.

eingesetzt hatte, benutzte er ihn nun als Beweis für die Behauptung, die Ägypter hätten bereits genau die Dauer des tropischen Jahres bestimmt, da 365,2422 Pyramidenmeter die Länge einer Pyramidenbasis ausmachten. Auf diese Weise beißt sich jedoch die Katze in den Schwanz.

Smyth konstruierten Maße bewogen 1879 in Boston einige seiner unkritischen Anhänger zur Gründung einer Vereinigung, die das „atheistische metrische System“ als ungesetzlich erklären lassen wollte. Sie wurde sogar von dem amerikanischen Präsidenten James Garfield unterstützt.

Für einen findigen Kopf boten Pyramidenmeter und -zoll ganz neue Kombinationsmöglichkeiten, die auf ein geradezu phänomenales astronomisches Wissen der alten Ägypter hinzuweisen schienen. Smyth multiplizierte 1 Pyramidenmeter mit 10 Millionen und erhielt 20 912 424 Fuß oder 6 374,10 Kilometer – etwa die Hälfte der Polachse unserer Erde (genau 6 356,7747 Kilometer). 500 Millionen Pyramidenzoll sollten der gesamten Länge dieser Achse entsprechen. Offenbar machte es Spaß, mit solchen fiktiven Werten umzugehen und damit den vermeintlichen Geheimcode von Cheops' Grabstätte zu entschlüsseln. Ergab nicht die Höhe des Bauwerks, multipliziert mit einer Milliarde, die Entfernung der Erde von der Sonne zu 148 210 250 Kilometern? (Die mittlere Entfernung beträgt jedoch 149 597 870, ihre kleinste rund 147 100 000, ihre größte rund 152 100 000 Kilometer). Der Sarkophag war anscheinend nicht nur das „Organ“ für das Quartier, sondern mehr. Man erhielt den Rauminhalt seiner Aushöhlung, wenn man 1 Kubikpyramidenmeter mal 5,7 rechnete. 5,7 aber wäre die mittlere Dichte der Erde in Gramm je Kubikzentimeter (in Wirklichkeit nur 5,517 g/cm³). Probiert man lange genug, ergeben sich wohl noch mehr solcher scheinbaren Annäherungen bzw. Entsprechungen. Günstig ist dabei, wenn die Zahlen oder Maße, mit denen man experimentiert, nur kleine Werte oder Längen bezeichnen. Man kann zum Beispiel auch der Frage nachgehen, welche Beziehungen sich aus der Größe des eigenen Schreibtisches zu dem Zimmer oder Haus ergeben, in dem man wohnt, und wird da vielleicht ebenfalls ganz überraschende Entdeckungen machen. Nur wird vermutlich niemand bestreiten, daß solche Beziehungen rein zufällig sind.

Zahlenspielerereien dieser Art üben einen Reiz besonderer Art aus. Smyth ließ sich sogar davon verleiten, das angebliche Volumen der Cheopspyramide in Kubikpyramidenzoll mit der Zahl aller Menschen gleichzusetzen, die bis zu seiner Zeit auf der Erde gelebt hätten. Seine Nachfolger glaubten, aus dem Abstand der Steinfugen

in den Gängen und Räumen der Pyramide die Geschichte der Menschheit ablesen zu können. Ein Pyramidenzoll sollte jeweils der Länge eines Sonnenjahres entsprechen. Auch die Atomgewichte der Elemente, die Schwangerschaftsdauer beim Menschen, die Trächtigkeitsdauer bei den Säugetieren und anderes würden in der Pyramide verschlüsselt sein. Der Schriftsteller Max Eyth verlieh diesen Phantastereien in seinem Roman **Der Kampf um die Cheopspyramide** schließlich sogar literarische Ehren.

Natürlich nahmen die Fachleute den Rummel nicht einfach zur Kenntnis. Schon 1883 wandte sich Sir Flinders Petri in **Pyramids and temples of Giseh** (Pyramiden und Tempel von Giseh) gegen die Ergüsse von Smyth und verglich sie mit nüchternen Tatsachen. Noch wirkungsvoller argumentierte 1922 der deutsche Architekt und Archäologe Ludwig Borchardt in der Veröffentlichung **Gegen die Zahlenmystik an der großen Pyramide bei Giseh**. Er zeigte (was Smyth ebenfalls hätte tun müssen), wie die Ägypter eigentlich Strecken und Winkel maßen. Ihr am häufigsten benutztes Längenmaß war die Elle, der man ursprünglich die Länge des männlichen Unterarmes vom Ellenbogen bis zur Spitze des ausgestreckten Mittelfingers zugrunde legte. Eine Elle (52,5 cm) umfaßte sieben Handbreiten, eine Handbreite vier Fingerbreiten. Für diese Maße gab es Maßstäbe aus Holz und Metall. 100 Ellen bildeten ein Klafter. Außerdem kannte man ein Wegemaß von etwa 10,5 Kilometer Länge. Bei Winkeln oder Schrägen wurde nach Borchardt wie bei der Konstruktion einer Treppe verfahren. Um die Berechnung zu erleichtern, wurde als Höhe stets eine Elle angenommen und dann die horizontale Abweichung von dieser Vertikalen in Ellen-, Hand- oder Fingerbreiten ausgedrückt. Auf diese Weise erhielt man die betreffenden Schrägen und Winkel.

Was die alten Ägypter tatsächlich leisteten, ist erstaunlich genug, auch ohne die phantasievollen Behauptungen der Pyramidologen. Aber diese haben ernsthafte Untersuchungen über astronomische Bezüge bei den Bauten des Pharaonenreiches belastet und ins Zwielicht gerückt. Seriöse For-

schungen in astronomischer Hinsicht sind hier jedoch wichtig und vielversprechend. Jenseits aller Spekulationen sollten wir uns bei der Cheopspyramide einige verblüffende Feststellungen vor Augen halten: Das Pflaster um die Pyramide ist in fast idealer Weise waagrecht angelegt. Die größte Abweichung beträgt nur 2,1 Zentimeter bei Seitenlängen von rund 230 Metern. Alle vier Seiten der Pyramide sind mit bewundernswerter Genauigkeit nach den Himmelsrichtungen orientiert. Dabei beträgt der Fehler bei der Nord-, Süd- und Westseite weniger als 2,5' und bei der Ostseite etwa 5,5'.

Zur Erklärung dieses Phänomens stellten Hoimar von Ditfurth und Volker Arzt einige interessante Möglichkeiten zur Diskussion. Bei der Ermittlung der Nordkante wäre „eine Mauer mit waagerechter Oberkante“ benutzt worden, die von West nach Ost einen ebenen künstlichen Horizont bildete. Dann mußte man einen helleren polnahen Stern anvisieren und dessen Verschwinden und Wiederauftauchen hinter der Mauerkante an den betreffenden Stellen markieren. Die Mitte zwischen ihnen bezeichnet die Nordrichtung (Abbildung 2). Die Nivellierung des „von losem Sand und Gestein“ gesäuberten Baugrundes erzielten die Ägypter, Meister in der Bewässerungs-

technik, vermutlich mit Hilfe von Wasser. Sie umgaben das Baugelände mit einem niedrigen Damm und leiteten Wasser in dieses Terrain, bis es die meisten Unebenheiten bedeckte. „Mit der Oberfläche dieses künstlichen Sees aber war eine garantiert horizontale Ebene geschaffen, die man als Bezugsfläche heranziehen konnte. Die Aufgabe hieß jetzt, den Untergrund so weit abzutragen, daß der See überall die gleiche Tiefe bekam. ... Man wird den Untergrund zuerst nur an einigen gleichmäßig verteilten Stellen – vor allem auch an den Basis-ecken – auf das richtige Niveau gebracht haben, um dann erst, nach Ablassen des Wassers, den Rest des Gesteins wegzumeißeln.

Was die Maßverhältnisse der Cheopspyramide betrifft, boten Ditfurth und Arzt eine überraschende Lösung an, die auf der Verwendung eines Kreises beruht. Als Scheibe oder Kreis gaben die Ägypter auch die Sonne wieder – nach ihrem Glauben eine Erscheinungsform des Gottes Re. Über den Entwurf der Pyramide schrieben die genannten Autoren (Abbildung 3):

„Man stelle eine beliebige große Kreisscheibe auf eine ebene Unterlage und rolle sie – von einem fixierten Punkt aus – eine Umdrehung weiter. Am Ende dieser (Fortsetzung auf S. 79)

Erstes Licht für ROSAT

Vor kurzem hatten wir ausführlich über die Entwicklung sowie über Methoden und Erfolge der Röntgenastronomie berichtet (S. Marx: **Möglichkeiten und Ergebnisse der Röntgenastronomie**, Heft 1/1990, S. 4). Inzwischen hat dieses Teilgebiet der Astronomie ein neues Arbeitsmittel in die Hand bekommen. Das ist der in der Bundesrepublik Deutschland unter britischer und amerikanischer Beteiligung entwickelte und produzierte Röntgensatellit ROSAT. Mit diesem Raumflugkörper tritt die Röntgenastronomie in eine neue Phase. ROSAT hat die Aufgabe, den Himmel zum ersten Mal systematisch zu durchmusteren. Nach Abschluß dieser Arbeit wird ein

Atlas des Röntgenhimmels mit bisher unerreichter Auflösung und Reichweite zur Verfügung stehen.

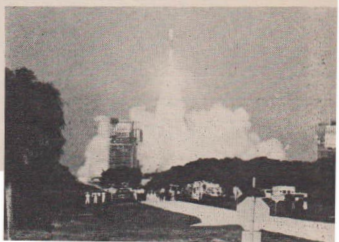
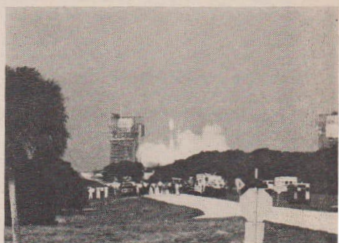
Herzstück von ROSAT ist ein großes Wolter-Röntgenteleskop. Vier ineinander geschachtelte Röntgenspiegel erzeugen bei einem Gesamtdurchmesser von 1130 mm eine Brennweite von 2400 mm. Die sehr kurzwelligen Röntgenstrahlen erfordern eine unvorstellbare Glattheit dieser Spiegel. Die „Rauhigkeit“ darf höchstens einige zehnmillionstel Millimeter betragen, das entspricht wenigen Atomdurchmessern. Das Teleskop registriert Röntgenstrahlung im Energiebereich zwischen 0,1 und 2 keV.

Am 1. Juni wurde ROSAT um 23.48 MESZ

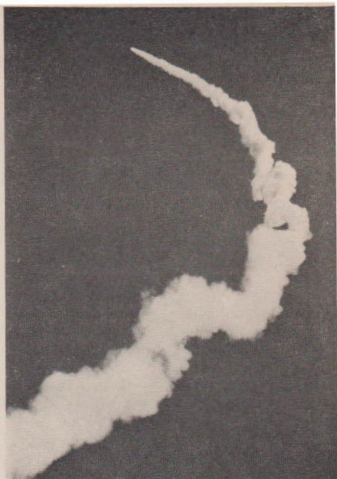
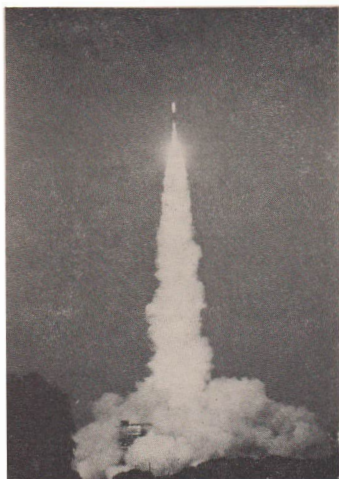


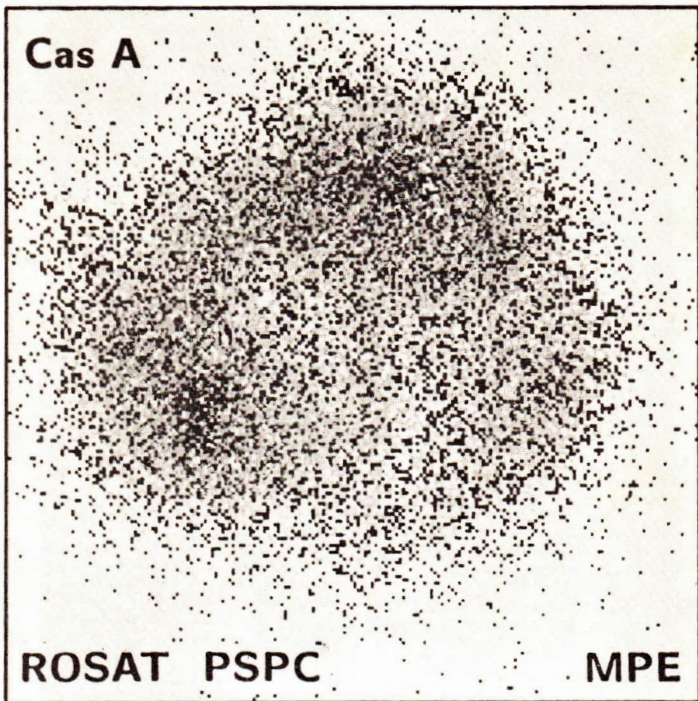
Abbildung 1: Röntgensatellit ROSAT startbereit auf der Rakete montiert: Es fehlt noch die Abdeckung, die das Gerät beim Flug durch die Atmosphäre schützt.

mit einer amerikanischen Delta-II-Rakete in Cape Canaveral/Florida gestartet. Von Anfang an funktionierte ROSAT völlig problemlos und entsprach in allen Punkten den Erwartungen seiner Konstrukteure. Dem Beginn der Durchmusterung am 30. Juli ging eine intensive Erprobungsphase voraus. In dieser Zeit wurden Kalibrations- und Verifikationsmessungen durchgeführt, bei denen aber sogar schon



Abbildungen 2–8: „Bilderbuch-Start“ des Röntgensatelliten ROSAT am 1. Juni um 17.48 Uhr Ortszeit (23.48 Uhr Mitteleuropäische Sommerzeit) mit einer amerikanischen Delta-II-Rakete in Cape Canaveral (Florida): Bei ihrem insgesamt 10. Start transportierte die mit neun Feststoff-Raketenmotoren verstärkte, zweistufige US-Flüssigkeits-Rakete ihre bisher größte Nutzlast exakt in eine Umlaufbahn mit 580 Kilometern Abstand zur Erde.





wissenschaftlich verwertbare Ergebnisse abfielen.

Prof. Joachim Trümper, wissenschaftlicher Leiter des ROSAT-Projektes und Direktor am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching bei München, äußerte sich dazu: „Bereits während des sechswöchigen Probetriebes haben wir routinemäßig etwa 200 Einzelbeobachtungen machen können. Die in diesem frühen Stadium der ROSAT-Mission gewonnenen Bilder sind von bisher unerreichter Qualität und aus der Sicht der Röntgenastrophysik spektakulär.“

Abbildung 9: ROSAT-Röntgenbild vom Supernova-Überrest „Cassiopeia A“ (Cas-A), aufgenommen mit dem PSPC-Detektor des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik, Garching.

In der Anfangsphase probierte man ROSAT an bekannten und hellen Röntgenquellen aus. Die Bilder des bekannten Supernova-überrestes Cassiopeia A zum Beispiel sind von einem atemberaubenden Detailreichtum. Jedes dieser Bilder hat eine Kantenlänge von 5 Bogenminuten und wurde jeweils 30 Minuten lang belichtet. Man

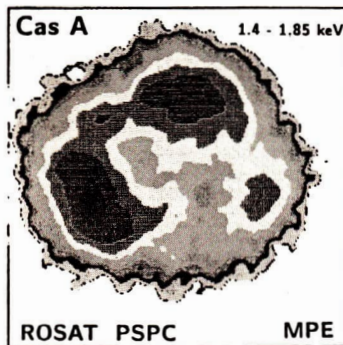
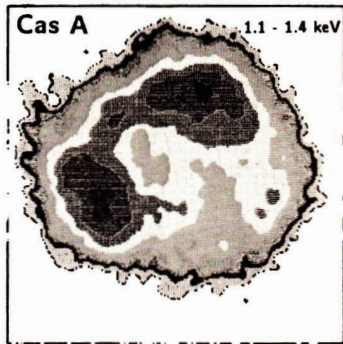
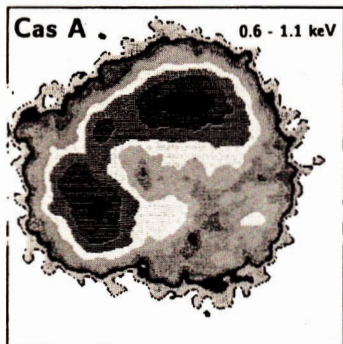


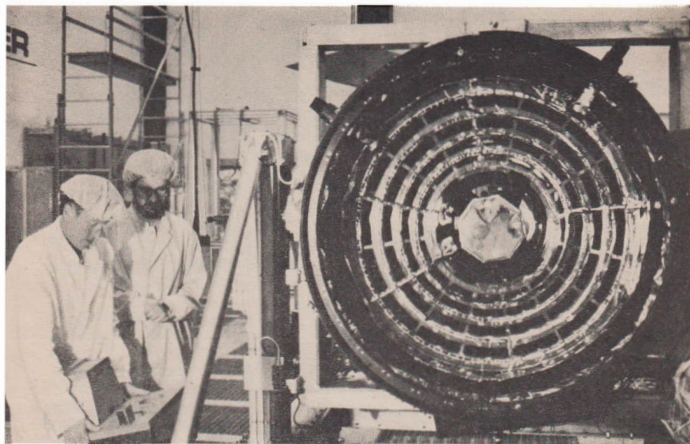
Abbildung 10: Sequenz einiger ROSAT-Röntgenbilder vom Supernova-Überrest „Cassiopeia A“ (Cas-A), aufgenommen in drei verschiedenen Energiebändern (jeweils rechts oben eingeklinkt), zunehmend von oben nach unten: Zur Verdeutlichung sind in den Bildern Gebiete gleicher Helligkeit zusammengefaßt.

Aus dem Verhältnis der Helligkeiten in den drei Energiebändern wird die Temperatur Bildelement für Bildelement bestimmt und damit die Verteilung der Temperatur in der Explosionswolke festgelegt. Zum Beispiel nimmt in dem Bildbereich rechts unten die Helligkeit mit wachsender Energie zu. Dies ist Ausdruck einer besonders hohen Temperatur von mehr als zehn Millionen Grad.

sieht die inneren, hell strahlenden Partien der Explosionsschale, die aus den Trümmern des einstigen Sternes bestehen. Weiter ist die Stoßwelle zu erkennen, die entsteht, wenn die Explosionswolke auf das interstellare Medium trifft. Diese Stoßfront ist nicht mehr kugelförmig und von Einzelstrukturen durchsetzt. Außerdem glauben die ROSAT-Wissenschaftler einen Röntgen-Halo (einen „Lichthof“) um den Supernova-Überrest ausgemacht zu haben. Die Beobachtung der Röntgenquelle in verschiedenen Energiebereichen läßt schließlich Aus-

sagen über die Temperatur in der Explosionswolke zu. Die heißesten Gebiete erreichen dabei mehr als zehn Millionen Grad.

Ein Mitarbeiter des Garchinger Max-Planck-Institutes, Dr. Bernd Aschenbach, erläutert: „Daraus können wir unter anderem erkennen, daß die Stoßwellen-Front gegen das interstellare Medium eine höhere Temperatur hat und ihre Geschwindigkeit größer ist als die Geschwindigkeit der Sterntrümmer. Außer der Temperatur lassen sich auch Druck und Materiedichte



bestimmen, und somit können wir feststellen, welche Masse der explodierte Stern einst hatte.“

(AD)

Abbildung 11: Vier Röntgenspiegel ineinander geschachtelt haben die Wissenschaftler beim ROSAT-Röntgenteleskop, um so die Sammelfläche für kosmische Röntgenquanten zu vergrößern.

GALLEX

Ein neues Neutrino-Experiment

Mitte Juni begann tief im Gebirgsmassiv der Abruzzien, im italienischen Gran-Sasso-Tunnel, das seit langem vorbereitete Experiment GALLEX (Gallium-Experiment). Wissenschaftler von Instituten aus fünf Staaten, darunter Prof. T. Kirsten vom Heidelberger Max-Planck-Institut für Kernphysik, hoffen, mit GALLEX einigen Problemen um das rätselhafte Neutrino auf die Spur zu kommen.

Was das Neutrino so eigenartig macht, ist die Tatsache, daß es vielleicht keine Masse besitzt. Dadurch wird seine Durchdringungskraft geradezu unvorstellbar. Sekunde für Sekunde werden wir auf jedem Quadratzentimeter von 66 Milliarden aus

dem Sonneninneren kommenden Neutrinos durchquert, ohne daß wir die geringste Wirkung verspüren. Auch durch den Erdball, ja selbst durch so massive Körper wie unsere Sonne kann solch ein Neutrino „fliegen“, ohne ein einziges Mal anzustoßen.

Folgende Hauptprobleme werden hier zur Zeit gesehen:

1. Bei früheren Neutrinoexperimenten war eine viel zu geringe Zahl an Sonnenneutrinos bestimmter Energie festgestellt worden. Noch immer ist nicht klar, wie dieses Defizit zu erklären ist. Die Messung des Flusses niederenergetischer Sonnenneutrinos wird zu

detaillierten Kenntnissen über den genauen Ablauf der Fusionsreaktionen im Sonnenkern führen.

2. Seit Jahrzehnten versuchen theoretische Physiker, sämtliche in der Natur vorkommenden Teilchen und Kräfte in einer großen einheitlichen Theorie zusammenzufassen. Ein wesentliches Hindernis auf dem Weg dorthin ist es, daß einige Eigenschaften der Neutrinos noch unbekannt sind. Die Teilchenphysik erwartet aus GALEX Informationen über die Ruhemasse des Neutrinos.

Die große Bedeutung, die man hier der Bestätigung von Grundlagen der Naturbeschreibung beimißt, ist aus dem enormen Aufwand für dieses Experiment ablesbar. Zur Herstellung des Nachweismediums benötigten die Forscher nicht weniger als 30 Tonnen des seltenen Elements Gallium, das ist etwa die Hälfte der Weltjahresproduktion dieses Materials. Gerade dieser Anspruch hatte den Planern des Experiments erhebliche Gegnerschaft beschert. Aber der Optimismus wurde belohnt: Die technische Produktion des Galliums in erforderlicher Menge und Reinheit bereitete keine Probleme.

Zur praktischen Verwendung wurde das Gallium in Salzsäure gelöst und liegt nun in Form von 54 Kubikmetern Gallium-Chlorid vor. Obwohl diese Flüssigkeit schon sehr rein vom italienischen Hersteller geliefert wurde, mußte sie am Experimentierort noch einmal von Störstoffen befreit werden, die durch die natürliche Höhenstrahlung entstanden waren. Dann wurde das Material in den Meßraum gebracht, der etwa 1 400 Meter unter der Erdober-

fläche liegt und der durch einen Faraday-schen Käfig abgeschirmt ist. Dort stehen zwei Großtanks zu je 70 Kubikmetern Fassungsvermögen, von denen einer als Meßtank genutzt wird und der andere in Reserve verbleibt.

Sämtliche für Gallex verwendeten Werkstoffe wurden mit großer Sorgfalt ausgewählt. Zuerst mußte der Gehalt aller Stoffe an natürlichen radioaktiven Substanzen beachtet werden, die zur Verfälschung der Meßwerte beitragen würden.

Der Meßvorgang selbst ist eine Spitzenleistung der Radiochemie. Jeweils 20 Tage lang setzt man einen der beiden Gallium-Chlorid-Tanks unbeeinflusst dem gewaltigen Neutrinostrahl aus, der oben beschrieben wurde. In dieser Zeit wird es passieren, daß durchschnittlich 10 Neutrinos mit Galliumatomen zusammenstoßen und sie damit in Germanium umwandeln. Am Ende der 20 Tage werden diese an zwei Händen abzählbaren Germanium-Chlorid-Moleküle mit Hilfe von 3 000 Kubikmetern Stickstoff aus der Flüssigkeit herausgetrieben. Nach einer weiteren komplizierten Aufbereitung gelangen sie in das Herz der Anlage, einem höchstempfindlichen Proportionalzähler, und werden dort gezählt. Es ist bewundernswert, mit welcher Sicherheit man es sich zutraut, aus etwa 100 Tonnen Flüssigkeit jene wenigen Atome herauszufinden.

Durchführung und Auswertung der Experimente werden sich über erhebliche Zeiträume erstrecken, über die Resultate werden wir hier zu gegebener Zeit berichten.

(AD)

Pech mit dem HST

Das mit hohen Erwartungen verknüpfte Projekt des Hubble-Space-Telescope hat einen bedauerlichen Rückschlag erlitten. Bei Justierarbeiten nach dem Start des Teleskopes mußte festgestellt werden, daß sich die erwartete Bildschärfe nicht erreichen läßt. Als bestes Ergebnis erhielt man zwar Bilddurchmesser 0,1 Bogensekunden.

Aber in diesen Bildpunkten konzentriert sich nur 10 bis 20 Prozent des Lichtes, der Rest verteilt sich über einen zehnmal größeren Halo.

Es stellte sich schnell heraus, daß nicht etwa Startschäden oder andere technische Mängel die Ursache dafür sind. Vielmehr sind bei der Fertigung der Optik prin-

zielle Fehler gemacht worden. Vermutlich ist es sogar der Hauptspiegel, der eine sphärische Aberration aufweist, die man erst jetzt entdeckte.

Alle wissenschaftlichen Instrumente werden dadurch beeinträchtigt. Zwar wird man in der Lage sein, den optischen Fehler des Teleskopes durch Korrektur der Instrumentenoptiken zu beheben. Bis der Austausch durch Space-Shuttle-Astronauten erfolgen kann, wird jedoch noch einige Zeit vergehen.

Die ESA zitiert in ihrer Pressemitteilung 1990/37 ihren Projektwissenschaftler P. Jakobsen: „Ich will nicht verhehlen, daß dies eine große Enttäuschung für das Projekt und für die Astronomen überall in der Welt ist. Wir hatten gehofft, mit Hilfe des Weltraumteleskops einen neuen und viel

weiter reichenden Einblick in das Universum zu erhalten, der ebenso eindrucksvoll wäre wie der Ausblick auf die Landschaft rundum vom Gipfel eines Berges aus. Wir müssen nun lernen, mit der Tatsache zu leben, daß wir dieses Mal den Gipfel nicht erreicht haben, sondern irgendwo am Berg hang steckengeblieben sind. Aber die Sicht von dort aus ist immer noch besser als unten im Tal. Ich bin aber sicher, daß das Weltraumteleskop trotz dieses Rückschlages immer noch einmalige Fähigkeiten besitzt, und es immer noch möglich sein wird, zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten durchzuführen, mit denen das Observatorium mehr als ausgelastet sein wird, bis das Problem mit den Instrumenten der nächsten Generation gelöst werden kann.“

(zit. n. STERNBOTE 7/1990)

Chiron: Neue Beobachtungen

Von den etwa 4 500 Planetoiden, die die Astronomen bis heute numeriert haben, ist das Objekt **2060 Chiron** besonders merkwürdig. Mit einer Umlaufzeit von über 50 Jahren hält sich **Chiron** zwischen der Saturn- und der Uranusbahn auf. Zur Zeit nähert er sich der Sonne und wird Anfang Februar 1996 sein Perihel in 8,48 AE Sonnenabstand durchlaufen. Der 1977 auf dem Mount Palomar entdeckte **Chiron** wurde als „Kleiner Planet“ klassifiziert. Weit außerhalb des bekannten Planetoidengürtels vermutete man in ihm den Angehörigen einer neuen, bisher unbekannten Gruppe von Kleinkörpern. Doch verschiedene Suchprogramme nach ähnlichen Objekten verliefen bisher erfolglos.

Regelmäßige Beobachtungen zeigten zunächst nichts Ungewöhnliches. **Chiron** verhielt sich wie ein normaler Planetoid mit einem Durchmesser zwischen 100 und 250 Kilometern. Insbesondere entsprach seine Helligkeitsentwicklung völlig dem, was man aufgrund seiner Abstandsänderung zur Sonne erwarten durfte.

Vor zwei Jahren machte eine Wissenschaftlergruppe am NASA Infrarot Teleskop auf Hawaii eine seltsame Entdeckung: **Chiron** erschien deutlich heller, als es vorausbe-

rechnet worden war. Ende 1988 war er gegenüber den Prognosen mehr als doppelt so hell. Bei keinem anderen Planetoiden hatte man jemals solch ein Verhalten beobachtet.

In dieser Zeit entstand die Meinung, daß **Chiron** in Wirklichkeit ein Kometenkern sei, der also aus einem Gemisch von Eis und Staub bestehen müßte. Andere Astronomen hielten trotzdem an der Auffassung fest, bei **Chiron** handle es sich um einen Planetoiden, der allerdings von einer Eisschicht überzogen sei, die während der Annäherung an die Sonne sublimiere.

Im Frühjahr 1989 gelang es dann mit dem 4-m-Teleskop auf dem Kitt Peak zum ersten Mal, eine Gashölle (eine Koma) um den Himmelskörper zu beobachten. Sie hatte damals eine scheinbare Ausdehnung von 5 Bogensekunden. Die Existenz der Koma wurde danach auf Hawaii bestätigt. Im Februar dieses Jahres verwendete Richard M. West vier Nächte, um am Dänischen 1,5-m-Teleskop der ESO in Chile **Chiron** mit einer CCD-Kamera zu beobachten. Insgesamt wurden dem Objekt drei Stunden Belichtungszeit im blauen und violetten Spektralbereich gewidmet.

In der Zeitschrift „The Messenger“ ver-

öffentlichte West jetzt folgende Ergebnisse: Die Koma von **Chiron** erstreckt sich in Nordwest-Südost-Richtung und kann bis in etwa 20 Bogensekunden Abstand vom Objekt verfolgt werden. Die Koma ist auffällig blau und wird nach außen hin rötler. Diese Erscheinung wird vermutlich durch gestreutes Sonnenlicht an kleinen Teilchen verursacht, wobei weiter außen offenbar der Anteil an den kleinsten Partikeln zurückgeht. Mit dem Modell der Sublimation

von Oberflächeneis würde das übereinstimmen. Weitere Untersuchungen in mehr Spektralbändern müssen aber weitere Informationen über Natur, Größe, Dichte und chemische Zusammensetzung dieser Teilchen liefern.

Die Rotationsdauer von **Chiron** kann auf Grund dieser Beobachtungen noch präziser auf $5,91783 \pm 0,00005$ Stunden festgelegt werden.

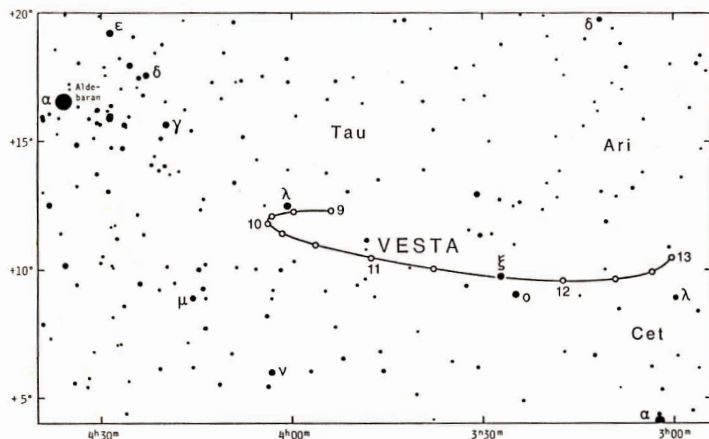
(AD)

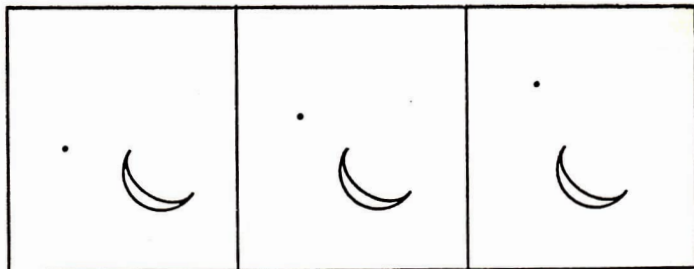
Himmelserscheinungen

In dieser Rubrik werden wir künftig auf interessante und kuriose Himmelserscheinungen hinweisen. Ereignisse, die schon in astronomischen Jahrbüchern verzeichnet sind, sollen damit ins Gedächtnis zurückgerufen und weiterführend erläutert oder illustriert werden. Darüber hinaus möchten wir auf Erscheinungen aufmerksam machen, die aus den unterschied-

lichsten Gründen nicht im „Ahnert“ oder ähnlichen Almanachen stehen.

Abbildung 1: Scheinbare Bahn des Planetoiden Vesta im Sternbild Stier von September 1990 bis Januar 1991. Am Tag der Opposition, dem 15. November, hat Vesta die visuelle Helligkeit von 6,4 m. Die Zahlen bezeichnen die Anfänge der entsprechenden Monate.





September – Oktober 1990

In den letzten Tagen des Monats September ist der Planet **Merkur** in der Morgendämmerung zu sehen, am besten mit Hilfe eines Fernglases. Die **Venus** ist Morgenstern, sie nähert sich aber der Sonne und ist mit dem bloßen Auge nur noch schwer zu beobachten. Der **Mars** hält sich im Sternbild Stier auf und wird im Laufe der nächsten zwei Monate immer besser sichtbar. Der **Jupiter** ist in der zweiten Nacht-

Abbildung 2: Mond und Jupiter am Morgen des 15. September 1990 um 6.00 Uhr, 6.30 Uhr und 7.00 Uhr MESZ

hälfte als strahlend helles Gestirn im Sternbild Krebs auszumachen. **Saturn** kann nach Sonnenuntergang zunächst am südlichen und dann am südwestlichen Abendhimmel beobachtet werden. Besonders hinzuweisen ist auf den Planetoiden **Vesta**, der sich bis zum Jahresende im Sternbild

Komet Levy 1990 c

Komet Levy wird Ende August und in der ersten Septemberdekade als eindrucksvolles Fernglasobjekt und sogar mit dem bloßen Auge zu sehen sein. Die Helligkeitsentwicklung des Kometen entsprach zum Redaktionsschluß den Erwartungen.

Datum		Reakt. h m	Dekl. o	d AE	r AE	m m
Aug.	29	19 16,4	-12 16	0,439	1,349	3,0
	31	18 50,3	-16 52	0,458	1,326	3,0
Sept.	2	18 25,7	-20 50	0,484	1,304	3,1
	4	18 03,2	-24 10	0,517	1,281	3,1
	6	17 42,9	-26 54	0,554	1,259	3,2
	8	17 24,7	-29 07	0,596	1,238	3,3
	10	17 08,6	-30 54	0,641	1,216	3,4
	12	16 54,4	-32 31	0,688	1,195	3,5

Erläuterungen zur Tabelle:

Rektaszension und Deklination für das Äquinoktium 1950.0

d ... Entfernung des Kometen von der Erde in AE

r ... Entfernung des Kometen von der Sonne in AE

m ... visuelle Gesamthelligkeit

3.01		0 ^h 00 ^m
..		0 ^h 30 ^m
..		1 ^h 00 ^m
..		1 ^h 30 ^m
..		2 ^h 00 ^m
..		2 ^h 30 ^m
..		3 ^h 00 ^m
..		3 ^h 30 ^m
..		3 ^h 59 ^m

Abbildung 3: Die Jupitermonde Io (1) und Ganymed (3) während ihrer engen Begegnung am Morgen des 30. Oktober 1990. Zeitangaben in Weltzeit

Stier bewegt. Vesta kann anhand der Abbildung 1 leicht mit einem Fernglas gefunden werden. Eine Ephemeride findet sich in Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1990 auf Seite 129.

SEPTEMBER

2. September

Heute gelangt der Planetoid **704 Interamnia** in Opposition zur Sonne. Bereits mit einem kleinen Fernrohr (z. B. Telementor) kann man ihn im Sternbild Pegasus unter Benutzung der nachstehenden Ephemeride finden. Interamnia ist ein alter Name der italienischen Stadt Teramo, wo Vincenzo Cerulli diesen Planetoiden am 2. Oktober 1910 entdeckte.

10. September

Heute steht Planetoid **10 Hygiea** in Opposition zur Sonne (siehe nebenstehende Ephemeride).

15. September

Am frühen Morgen kommt es während der aufsteigenden Dämmerung zu einer beeindruckenden Annäherung der schmalen Mondsichel an den Jupiter (s. Abbildung 2). Gegen 6.30 MESZ, bereits in der hellen Dämmerung, beträgt der Minimalabstand des Planeten vom Mondrand nur ein knappes halbes Grad. Für Beobachter in Afrika, Arabien und weiten Teilen des Indischen Ozeans wird der Jupiter sogar vom Mond bedeckt. Wer liefert die schönsten (Farb-)Fotos dieser Begegnung?

23. September

5.55.47 MESZ erreicht die Sonne die ekliptikale Länge von 180 Grad und überschreitet den Himmelsäquator von Nord nach Süd; in diesem Augenblick beginnt der astronomische Herbst.

24. September

Der Planet **Merkur** erreicht mit 17° 52' seinen maximalen westlichen Abstand von der Sonne und ist deshalb am Morgenhimmel zu sehen.

25. September

Am Morgen passiert **Mars** den Stern **Aldebaran** im Stier nördlich in einem Abstand von 4° 15'. Noch zweimal, nämlich am 13. November und am 22. Februar, wird der rote Planet in Konjunktion zu **Aldebaran** gelangen. Da beide Himmelsobjekte rötlich leuchten, könnte es dem Ungeübten schwerfallen, beide richtig zu identifizieren. Zur Zeit ist dies aber kein Problem, weil **Mars** deutlich heller (1,5 mag) als **Aldebaran** erscheint.

704 INTERAMNIA

Datum		1950.0		2000		
		h m	o	h m	o	m
Sept.	1	22 27,0	+16 33	22 29,5	+16 48	10,0
	6	22 22,7	+16 27	22 25,2	+16 42	10,0
	11	22 18,6	+16 15	22 21,0	+16 31	10,0
	16	22 14,6	+15 59	22 17,0	+16 14	10,0
	21	22 11,1	+15 38	22 13,5	+15 53	10,1
	26	22 08,0	+15 13	22 10,4	+15 28	10,2

10 HYGEIA

Datum		1950.0		2000.0		
		h m	o	h m	o	m
Sept.	1	23 09,4	−0 05	23 12,0	+0,12	10,0
	6	23 05,7	−0 25	23 08,3	−0 08	9,9
	11	23 02,0	−0 46	23 04,6	−0 30	9,8
	16	22 58,4	−1 08	23 00,9	−0 52	9,9
	21	22 54,9	−1 30	22 57,4	−1 13	10,0
	26	22 51,6	−1 35	22 54,2	−1 35	10,2

42 ISIS

Datum		1950.0		2000.0		
		h m	o	h m	o	m
Sept.	1	1 01,2	—11 03	1 03,7	—10 47	9,8
	6	0 59,2	—11 37	1 01,7	—11 20	9,8
	11	0 56,4	—12 09	0 58,9	—11 53	9,7
	16	0 52,9	—12 40	0 55,4	—12 24	9,6
	21	0 48,9	—13 08	0 51,4	—12 52	9,6
	26	0 44,4	—13 31	0 46,9	—13 15	9,5
Okt.	1	0 39,8	—13 48	0 42,3	—13 32	9,6
	6	0 35,2	—13 58	0 37,7	—13 42	9,6
	11	0 30,8	—14 01	0 33,4	—13 44	9,7
	16	0 26,8	—13 56	0 29,4	—13 40	9,9
	21	0 23,4	—13 44	0 25,9	—13 27	10,0
	26	0 20,6	—13 24	0 23,1	—13 08	10,1

27. September

Gegen 22.00 Uhr MESZ sieht man im Fernglas weniger als ein halbes Grad südlich des Mondrandes den Stern σ Sagittarii (2,1 m), und etwa 7 Grad östlich (links) davon wird man den Saturn ins Blickfeld bekommen.

28. September

Planetoid **42 Isis** in Opposition zur Sonne (s. Ephemerie).

OKTOBER**2. Oktober**

Der Planetoid **9 Metis** wird gegen 6.00 Uhr MEZ den Stern SAO 79 607 südlich in

einem Abstand von nur 2" passieren. Der Stern hat die visuelle Helligkeit 6.2 m, der Planetoid ist an diesem Tag 10.6 m hell. So ist es günstig, wenn man ein Fernrohr von mindestens 80 mm Öffnung benutzt, um diese sehr nahe Begegnung zu beobachten. Leider wird die aufkommende Morgendämmerung sehr störend sein, doch wenigstens die Annäherung sollte man sich ab etwa 4.00 Uhr anschauen. Für einen etwa 200 km breiten Streifen in Südamerika und im Atlantik wird der Planetoid den Stern bedecken. SAO 79 607 hat die Position (1950.0):

	h	m	s
Rektaszension	7	37	58.9
	°	'	"
Deklination	+23	08	08

20. Oktober

Der Planet **Mars** kommt etwa 7,5 Grad nordöstlich des Sternes **Aldebaran** zum Stehen und bewegt sich in den nächsten Wochen rückläufig (westwärts). Dies ist ein deutliches Signal zur bevorstehenden

Opposition (s. unseren Beitrag in Heft 3/1990).

25. Oktober

Am Abend wird man den **Saturn** in enger Nachbarschaft zum Mond finden, am besten mit einem Fernglas. Gegen 18.00 Uhr steht der Planet zwei Grad vom nördlichen Mondrand entfernt. Im Süden des Indischen Ozeans und in der Antarktis wird der **Saturn** vom Mond bedeckt.

30. Oktober

Am Morgen ist im Jupitermondsystem ein reizvolles Wechselspiel zu beobachten. Zwischen 1.00 und 5.00 Uhr MEZ befinden sich die Monde 1 Io und 3 Ganymed westlich des Jupiter in einem Abstand von weniger als 7". Sie bewegen sich in Richtung des Jupiter. Zunächst erscheint Ganymed als der schnellere von beiden und nähert sich Io. Doch Io beschleunigt währenddessen seinen Lauf, so daß es Ganymed schließlich nicht gelingen wird, Io zu überholen. Gegen 2.53 MEZ haben beide ihren geringsten Abstand von nur 3" (siehe Abbildung 4).

Informationen

MOSCOW AEROSPACE '90 21.-26. 9. 1990

Mehr als 200 Aussteller aus 15 Ländern präsentieren sich auf der ersten internationalen Luft- und Raumfahrtmesse in der Sowjetunion. Diese starke internationale Beteiligung dokumentiert das große Interesse an dieser Ausstellung.

Aus den USA beteiligen sich alle wichtigen Unternehmen der Luftfahrtindustrie, Kanada wird sich mit einem repräsentativen Gemeinschaftsstand vorstellen. Die Luft- und Raumfahrtverbände Frankreichs (GIFAS), Großbritanniens (SBAC) und der Bundesrepublik Deutschland (BDLI) organisieren die jeweiligen nationalen Gemeinschaftsstände, auf denen neben den international renommierten Firmen auch die mittelständische Zulieferindustrie aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt präsent sein wird.

Die Sowjetunion selbst wird sich mit ca. 90 Firmen auf einer Gesamtfläche von allein 3 500 m² größer als ursprünglich erwartet präsentieren. Schon darin zeigt sich die sowjetische Absicht, in Zukunft die beachtlichen Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrt-Industrie vorzustellen und auch verstärkt in der westlichen Welt Partner für eine Zusammenarbeit zu finden. Da die Verwirklichung von Großprojekten in der Luft- und Raumfahrtindustrie auch für leistungsstarke Nationen den Einsatz immenser finanzieller Mittel bedingt, müssen zur Jahrtausendwende noch mehr Projekte multinational realisiert werden, um Kosten und Risiken zu minimieren.

Die Entfernungen in der Sowjetunion, dem flächenmäßig größten Staat der Erde, zwingen die Regierung dazu, die Luftverkehrsinfrastruktur verstärkt auszubauen und zu modernisieren, um den wachsenden Anforderungen gerecht zu werden. Ohne die

Die Volkssternwarte Hof lädt ein zum

Deutsch-deutschen Sternfreundetreffen 5. bis 7. Oktober 1990 Hof - Jena/Tautenburg

Eröffnungsvortrag am Freitag, 5.10., 20 Uhr im Festsaal der Freiheitshalle Hof
Prof. Dr. Rudolf Klippenhahn, MPI für Physik u. Astrophysik, Garching
"Unheimliche Welten"

Samstag, 6.10. vormittags Treffen i.d. VSW Hof, nachmittags:
30 Jahre Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg, Exkursion mit Be-
sichtigung des KSO und Vortrag:
Prof. Dr. S. Marx, Zentralinstitut f. Astrophysik der AdW d. DDR, KSO Tautenburg
"Geschichte u. Aufgaben des KSO"

Für Sonntag, 7.10. ist geplant: Forum Astronomie in Schule und Volkssternwarte
Bei gutem Wetter H-alpha Beobachtung der Sonne. Vorschläge für Kurzreferate
und weitere Gesprächsinhalte (Fachgruppentreffen etc.) willkommen.

Informationen und Anmeldungen:

Kurt Hopf, Volkssternwarte Hof, Egerländerweg 25
D-8670 Hof, Tel. 09281/95278 (Freitagabend)

Hilfe westlicher Industriefirmen ist diese Aufgabe nicht zu bewältigen.

Nach Kürzung der Rüstungsaufträge um mehr als 20 Prozent und insbesondere der Produktionsbeschränkung von Kampf-
flugzeugen und -hubschraubern steigt der Anteil der zivilen Produktion. Auch die Umrüstung des Aeroflot-Flugzeugparks auf Maschinen der neuen Generation dürfte Mitte der neunziger Jahre anlaufen. Die Produktion von Transport- und Spezialflugzeugen für den Agrarsektor soll gesteigert werden, die Einführung verbesserter Flugzeugtriebwerke wird den Kraftstoffverbrauch erheblich senken.

Unter dem Motto „Tage der Wissenschaft“ finden am 24. und 25. September 1990 Symposien statt. Unter anderem werden folgende Themen behandelt: Entwicklungs-

tendenzen in der Luftfahrt, Stand der Entwicklung wasserstoffgetriebener Flugzeuge, Umweltschutz. Dem Planungskomitee gehören prominente Mitglieder der Akademie der Wissenschaften an.

Die Perestrojka hat einen Markt geöffnet, der bisher ausländischen Anbietern weitgehend verschlossen war. Westliche Kredite in Milliardenhöhe stützen den neuen politischen Kurs. Nahziel der sowjetischen Wirtschaftspolitik ist die Einführung der „kontrollierten“ Marktwirtschaft und die Konvertierbarkeit des Rubels.

Anmerkung der Redaktion:

Die Ausstellung befindet sich in der Halle 4 der Allunions-Volkswirtschaftsausstellung in Moskau. Sie ist täglich von 14.00 bis 16.00 Uhr geöffnet.

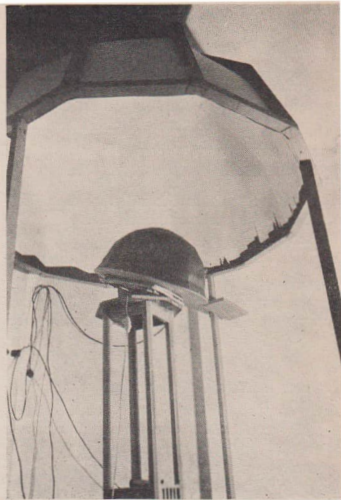
Kurzberichte

Beschreibung eines Kleinstplanetariums im Selbstbau

1. Vorgeschichte

Angeregt wurde ich zum Bau dieses

Kleinstplanetariums bei einem Besuch der Schulsternwarte in Rudolstadt durch Herrn Herman Hilbert. In seinem Astronomie-Unterrichtsraum projiziert er mit



Hilfe eines Polylux¹ die Sterne des nördlichen Himmels auf eine vertikale Projektionsfläche. Zu diesem Zweck benutzt er eine schwarze Folie, die, entsprechend der scheinbaren Helligkeit der Sterne, mit verschieden großen Nadelstichen versehen ist. So anschaulich dieses Verfahren für die Schüler ist, hat es jedoch den Nachteil, das Himmelsgewölbe nur in einer Ebene abzubilden. Daraus entstand bei mir der Wunsch, die Sterne ähnlich wie im Planetarium, wenn auch in bescheidenen Abmessungen, durch Projektion naturgetreu wiederzugeben.

2. Beschreibung des Kleinstplanetariums

Als Voraussetzung für den Aufbau dieses Kleinstplanetariums benötigt man einen entsprechend großen Raum mit Verdunklungsmöglichkeit. Da ich einen solchen mit den Abmessungen $2,25 \times 3,05$ m, Höhe 2,45 m zur Verfügung habe, entschloß ich mich für eine Projektionskuppel von 1,70 m Durchmesser.

2.1. Bau des Projektionssystems für den Fixsternhimmel

Ich fertigte eine Halbkugelschale in Form eines Zwölfecks mit einem Durchmesser von etwa 40 cm aus kräftigem Karton an. Die Sterne und Sternbilder habe ich mit Hilfe eines Leucht-Sternglobusses von Rätth zuerst auf Transparentpapier durchgepaust und später auf die 12 Segmente für den Bau der Halbkugelschale übertragen. Ich ging dabei bis zu einer Deklination von -35° . Die Segmente werden dann zusammengeklebt. Dabei orientierte ich mich nach dem Bastelglobus, der von der Firma Haack, Gotha, entworfen wurde. Der Rand der Halbkugelschale wird durch eine im Querschnitt dreieckförmige Verstärkung als Standfläche stabilisiert. Zum Schluß werden die Sterne entsprechend ihrer scheinbaren Größe von 1^m – 5^m mit fünf verschiedenen starken Nägeln bzw. Nadeln eingestochen.

Die Lagerung der Halbkugelschale erfolgt

auf einer runden Hartfaserplatte, die auf einem drehbaren mit einem Elektromotor versehenen Plattenteller eines alten Plattenspielers aufgesteckt wird. In der Mitte der kreisrunden Platte wird eine 2,5 V Linsenbirne in einer Fassung montiert. Vier kreuzförmig angeordnete Rundbatterien (je 1,5 V), von denen zwei hintereinandergeschaltet werden, dienen als Stromquelle, die beiden anderen stellen das Gleichgewicht der Platte her. Zum Schluß wird dem Plattenteller die entsprechende Neigung der Polachse (etwa 50°) gegeben.

Danach befestigte ich das so umgebaute Chassis mit einem Scharnier an einer waagerechten Abdeckfläche eines schmalen Blumenständers und garantierte die Polneigung mit Hilfe eines entsprechenden Holzkeils.

2.2. Bau der Projektionskuppel

Auch sie ist ein Zwölfeck, deren Rippen aus Leisten mit einem Querschnitt von 5 cm × 2,5 cm bestehen. Die Leisten-segmente werden an den Verbindungsstellen mit Blechbeschlägen von etwa 2 mm Stärke und mit Eisenwinkeln stabilisiert. Nach Fertigstellung des „Halbkugel-Skeletts“ habe ich dieses in einer Raumecke installiert. Die Halbkugel ruht in 1,60 m Höhe auf drei Stützleisten und ist in der Raumecke an zwei Stellen an der Wand verankert. Danach werden 12 Segmente aus weißer Pappe zugeschnitten und von innen auf die Holzleisten aufgenagelt. Zum Schluß habe ich die Projektionskuppel noch mit einer Horizontsilhouette von meiner örtlichen Umgebung aus schwarzem Scherenschnittpapier beklebt. Die vier Himmelsrichtungen (O, W, S, N) wurden durch kleine rote Glühbirnen in durchsichtigen Plasteschachteln markiert.

Nach Fertigstellung der Projektionskuppel wird das Projektionsgerät genau in der Mitte der Projektionskuppel aufgestellt und die Polachse genau in die Nord-Südrichtung gebracht. Die genaue Höhe des Projektionsgerätes kann nach einer drehbaren Sternkarte, so z. B. nach dem Sternbild Orion („Jakobsstab“ Aufgang im Osten, Untergang im Westen) erfolgen.

2.3. Funktion des Planetariums

Um die Dämmerungserscheinung am Abend bzw. am Morgen zu simulieren und dadurch die Sterne aufleuchten oder verblassen zu lassen, habe ich außerhalb der Projektionskuppel an der Wand eine 25 W-Glühbirne installiert, die sich über einen Drehwiderstand stufenlos abdunkeln und aufhellen läßt. Gleichzeitig läßt sich damit der Sternhimmel bei Stadtaufhellung und bei totaler Dunkelheit darstellen.

Durch entsprechende Drehung der Projektionshalbkugel lassen sich Sternaufgänge, Kulminationen und Untergänge darstellen. Außerdem kann man den Sternhimmel für jede Jahres-, Tages- bzw. Nachtzeit einstellen. Durch eine langsame Drehung der Projektionshalbkugel mit Hilfe des Elektromotors mit eingebauter Rutschkupplung läßt sich die scheinbare Sternbewegung einer Nacht in wenigen Minuten darstellen.

Innerhalb der Projektionskuppel finden etwa 6 bis 8 Personen auf Stühlen Platz. Da die Projektionsfläche in ihrer glatten, halbkugelförmigen Form dem Betrachter keine Gelegenheit mehr gibt, Tiefenunterschiede wahrzunehmen, so fehlt bei verdunkeltem Raum den Augen der Maßstab für die Tiefe, und man gelangt daher zu der Illusion des unendlichen Raumes.

3. Vorschläge für weitere Ausbaumöglichkeiten

Mit Hilfe eines selbstgebauten kleinen Handprojektors projiziere ich auf die Sterne Sternbildfiguren, die ich gezeichnet und abfotografiert habe und als Dias in den Handprojektor einschiebe. Eine Stabtaschenlampe baute ich so um, daß ich mit ihr einen Lichtpfahl zur Erklärung von Sternen und Sternbildern an die Projektionskuppel werfen kann.

Um interessante Himmelsobjekte, wie z. B. Plejaden, Hyaden, Andromeda-Nebel, Orionnebel u. a., besser zu veranschaulichen, projizierte ich eigene Amateuraufnahmen als Dias mit einem Bildwerfer an die Projektionskuppel.

4. Abschließende Betrachtung

Das beschriebene Kleinstplanetarium bietet einer Familie ausreichend Platz. Für eine Schulklasse müßte jedoch der Durchmesser der Projektionskuppel auf etwa 4 bis 5 m erweitert werden.

E. SCHMIDT
Saalfeld, 6800

Junge Aquarianer beobachten Mondfinsternis!

Finsternisse gehörten schon immer zu den besonderen Erscheinungen, die auch von

Menschen, die sich kaum mit der Astronomie beschäftigen, beobachtet wurden.

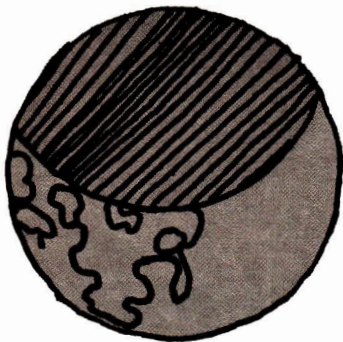
So war es auch mit den Schülern der AG „Junge Aquarianer“ in Langenweddingen.

Wir trafen uns also, wie vorher abgesprochen, am Abend des 9. 2. 1990 um 18.00 Uhr am Sportplatz.

Der klare Himmel ließ bei den Schülern volle Erwartung und Interesse aufkommen, und nach einer nochmaligen kurzen Erklärung wurde das Ereignis mit Spannung erwartet.

Gegen 18.09 erkannten die Schüler eine





leichte Verfinsterung der unteren linken Ecke. Der Mond trat also in den Halbschatten der Erde ein. Um 18.29 wurde der Eintritt in den Kernschatten registriert. Um 18.33 Uhr wurde die Wanderung des Kernschattens über den Aristarchus und um 18.44 der Eintritt in den Kopernicus verfolgt.

Die Beobachtung über den weiteren Verlauf der Finsternis ließ dann um 19.22 Uhr das Auftauchen des ersten Sternes in Mondnähe erkennen, und um 19.40 Uhr und 30 Sek. wurde der Mond als total verfinstert registriert. Auch die während der Totalitätsphase erfolgte leichte Verdunkelung im oberen Teil des Mondes wurde von den Schülern nicht verpaßt.

Nach einer Pause wurde nun der Austrittsbeginn um 20.32 Uhr und 30 Sek. bemerkt. Nun ließ die Aufmerksamkeit der Schüler, die erst in die dritte bis sechste Klasse gehen, nach, da ja doch schon ein erheblicher Zeitraum vergangen war.

Trotz dieser Umstände wurde aber der Kernschattenaustritt um 22.52 Uhr und 30 Sek. beobachtet.

Obwohl der Verlauf einer Mondfinsternis eigentlich nichts Neues ist, ist es aber erstaunlich, wie genau Schüler, die vorher noch nie solch eine Mondfinsternis sahen, den Ein- und Austritt sowie das Überwandern einzelner Gebiete erkennen können.

Solche Veranstaltungen sollten immer wieder auch von Schülerarbeitsgemeinschaften, die sich nicht mit der Astronomie beschäftigen, durchgeführt werden.

Die hier abgebildete Zeichnung wurde von Tobias Regener (Schüler der Klasse 4a) gegen 21.10 Uhr angefertigt. Als Hilfsmittel wurde, und das auch bei all den anderen Beobachtungen, der Feldstecher 10×50 verwendet. Ein Feldstecher 16×50 stand auch zur Verfügung. Mit diesem wurden aber die Daten nicht so genau erkannt.

Als Vergleich zur Zeichnung ist hier auch ein Foto mit abgebildet. Es ist zwar die Mondphase 2 Tage und 20 Stunden nach Vollmond und wurde von mir vokal am 80/1200 Fernrohr aufgenommen. Der Vergleich mit dem unteren linken Teil zeigt aber, daß beispielsweise die Einbuchtung östlich des Mare Humorum von dem Schüler deutlich erkannt wurde sowie einige andere Gebiete in dieser Gegend auch.

B. JENDE
(AG-Leiter)

UFO's über Sibirien

(Ein Bericht über eine nicht alltägliche „wissenschaftliche“ Konferenz)

Was verbirgt sich wohl hinter einer „Allunionskonferenz über nichtperiodische schnellverlaufende Erscheinungen in der uns umgebenden Umwelt“? Zumindest die geladenen Gäste aus dem Ausland vermuteten Themen in Richtung Meteore, Feuerkugeln oder Kugelblitze. Die vom 19. bis 30. April 1990 in Toms abgehaltene zweite Konferenz dieser Art wurde jedoch zu einem Tummelplatz von Ufologen unterschiedlichsten Couleurs, gepaart mit parapsychologischem Palaver über anormale Erscheinungen. Als Beweismaterial wurden u. a. Fotos vorgelegt, die in einem Buch über mögliche Fehler bei der Aufnahme und Entwicklung von Fotomaterialien sicher einen besseren Platz gefunden hätten. Unter den 58 Vorträgen, 137 Kurzvorträgen und 282 Postern fanden sich jedoch auch einige mit wissenschaftlichem Inhalt – sicherlich ein Versehen der Organisatoren ...

Für die ausländischen „normalen“ Gäste wäre diese Konferenz ein Flop gewesen, wenn nicht Gespräche und Seminare mit gleichgesinnten Wissenschaftlern stattgefunden hätten. Eine Gruppe von Mitarbeitern verschiedenster Institutionen aus Tomsk, dem Onsala Space Observatory aus Schweden und Mitgliedern der International Meteor Organization aus Jugoslawien, der UdSSR und unserem Land führten fast täglich Diskussionsrunden durch, die sich zum einen mit einem Feuerkugelüberwachungsnetz in diesem Teil Sibiriens, zum anderen mit dem Tunguska-Ereignis und geplanten Expeditionen in dieses Gebiet beschäftigten. Das Tunguska-Ereignis ist auch 82 Jahre nach der Katastrophe noch ungeklärt. Fest steht jedoch, daß im sogenannten Epizentrum, dem Gebiet mit den größten Zerstörungen, kein Material mehr gefunden werden kann, da sich der Körper – sei er nun kometarischen Ursprungs oder ein Asteroid – vollständig in Plasma verwandelte. Material vom Tunguska-Ereignis kann daher nur in einer Ellipse vor dem Epizentrum in der Nähe der Ortschaft Vanavara möglicherweise zu finden sein.

Die Suche nach dem Material des Tunguska-Meteoriten wird in diesem Jahr mit Hilfe modernster Technik in Verbindung mit verbesserten Simulationen des Ereignisses von einer internationalen Gruppe aufgenommen. In Zukunft wird das Gebiet für die Öffentlichkeit gesperrt und ein „wissenschaftlicher Nationalpark“ aufgebaut. Das ist notwendig, da z. B. fanatische Japaner das Katastrophengebiet als Kultstätte für sich entdeckt haben – ein 3 000 Jahre altes japanisches Raumschiff (!) soll dort abgestürzt sein!

Die wissenschaftliche Suche nach dem Material des Ursprungskörpers, der die Tunguska-Katastrophe hervorgerufen hat, wird auch in den nächsten Jahren im Rahmen von Expeditionen mit internationaler Beteiligung fortgesetzt werden, so daß in etwa zehn Jahren konkrete Aussagen zu diesem „weißen Fleck“ in der Meteorastronomie gemacht werden können.

ANDRÉ KNÖFEL

Anmerkung der Redaktion:

Seit Mitte Juni haben die UFO's „endlich“ auch ihren Weg in die DDR gefunden. Besonders in Mecklenburg grassierte das UFO-Fieber. In einem unserer nächsten Hefte werden wir uns damit kritisch auseinandersetzen.

In eigener Sache

Im Impressum des Heftes 1/1977 steht hinter dem Namen Heinz Alberts erstmals die Bezeichnung „Verantwortlicher Redakteur“. Heinz Albert war schon vorher Mitglied der Redaktion von Astronomie und Raumfahrt und hat im Januar 1977 die für ihn neue Aufgabe von dem langjährigen verantwortlichen Redakteur Arthur Hockauf übernommen.

Es ist meiner Meinung nach eine unbestreitbare Tatsache, daß von der Arbeit des verantwortlichen Redakteurs das Wohl und Wehe der Zeitschrift ganz entscheidend abhängt, denn er ist der Gestalter der Zeitschrift, verhandelt mit der Druckerei, um das pünktliche Erscheinen zu erreichen, kämpfte beim Presseamt um Auflagen-erhöhung, setzt sich mit den Autoren wegen Änderungen in Artikeln in Verbindung, ruft ein und organisiert Redaktions-sitzungen usw. Ich bin sicher, daß zu den genannten Aufgaben noch manche zeitaufwendige Kleinarbeit hinzukommt.

Mehr als ein Jahrzehnt hat sich Heinz Albert um diese Aufgaben sehr bemüht. Er hat maßgeblichen Anteil an dem „neuen Gesicht“, das die Zeitschrift 1980 erhalten hat. Mit diesem „Gesicht“ ist er seit Jahren schon wieder unzufrieden und hat um ein moderneres gekämpft.

Als verantwortlicher Redakteur war Heinz Albert auch immer bemüht, die Arbeitsfähigkeit und Kompetenz der Redaktion zu erhöhen. Seiner ständigen Initiative ist es zu verdanken, daß neue, kompetente und junge, aktive Mitarbeiter in die Redaktion kamen und so eine gute Mischung aus „alten Erfahrenen“ und „jungen“ entstand. Wenn Heinz Albert jetzt die Aufgabe des verantwortlichen Redakteurs abgibt an einen jungen Kollegen, dann geht er der

Redaktion nicht verloren, sondern bleibt ihr als „alter, ganz Erfahrener“ erhalten.

Ich bin sicher, im Namen aller Leser von AuR zu sprechen, wenn ich Heinz Albert ganz herzlich für seine langjährige, erfolgreiche Arbeit als verantwortlicher Redakteur danke und gleichzeitig hoffe, daß er seine Erfahrungen der Redaktion noch lange zur Verfügung stellt.

Ich möchte Heinz Albert an dieser Stelle auch persönlich ganz herzlich danken. Mit ihm als verantwortlichem Redakteur war meine Tätigkeit für die Zeitschrift sehr einfach.

PROF. DR. SIEGFRIED MARX
Chefredakteur

Totale Sonnenfinsternis am 22. 7. 1990

Bei Redaktionsschluß lagen uns von erdgebundenen Beobachtern, die die Finsternis in der Gegend von Joensuu (Finnland) beobachten wollten, drei negative Schilderungen vor. Trotz einiger schöner Sonnenaufgänge an den Tagen zuvor hatte man Pech: Die totale Phase der Finsternis fand hinter den Wolken statt. Nur blickweise war die partielle Phase durch Wolkenlücken zu sehen. Diesen Beobachtern bleibt aber zumindest, wie sie versicherten, die Erinnerung an einen sehr schönen Urlaub in der herrlichen finnischen Seenlandschaft.

In Heft 5—6/1989 hatten wir dazu aufge-

rufen, nach möglichen Dämmerungsanomalien zu sehen, die man im Zusammenhang mit dem Passieren des Kernschattens des Mondes erwarten konnte. Von J. Rendtel (Potsdam) stammt die Nachricht, seine Messungen hätten ergeben, daß der Dämmerungsverlauf am Finsternismorgen deutlich steiler gewesen sein als normal. Potsdam lag allerdings etwas abseits des Bereiches, der vom Kernschatten beeinflusst werden konnte.

Die bisher eindrucksvollste Schilderung stammt von U. Dittmar (Chemnitz), der an der Ostseeküste bei Ückeritz (Usedom) beobachtete. Hier ein Auszug aus seinem Bericht:

„Von etwa 2.52 Uhr bis 2.54 Uhr (MEZ) war ein deutlich dunkler, diffus begrenzter Streifen (von ca. 15° Ausdehnung am Horizont) in Richtung Nordosten zu beobachten, der die dort befindliche Dämmerung zerteilte. Dieser durch den Mondschatten verursachte dunkle Streifen wanderte in den zwei Minuten seiner Sichtbarkeit um wenige Grad nach Norden, wie durch Vergleich der Lage bezüglich Venus festgestellt werden konnte.“

Die skeptischen Prognosen bekannter Finsternisspezialisten, die meinten, man werde wohl nichts zu sehen bekommen, haben sich also nicht bewahrheitet. Es scheint also so zu sein, daß bis heute solche Phänomene am Rand von Finsterniszonen kaum jemals beobachtet worden sind. Wir hoffen daher auf weitere Beobachtungsberichte, um uns diesem speziellen Phänomen noch eingehender widmen zu können.

(AD)

Rezensionen

Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis

Das vorliegende Buch erscheint in der Reihe „Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie“, die nach etwa 10jähriger Pause nunmehr erfreulicherweise weitergeführt wird.

Die in dieser Publikation gewählte Thema-

tik stellt eine starke Spezialisierung dar. Sie wird aber vom Autor im wesentlichen auf rein phänomenologischer Basis abgehandelt, so daß die Ausführungen einem breiten Leserkreis verständlich sein sollten — wie es auch laut Vorwort erklärtes Ziel des Autors ist. Weiter liest man im Vorwort: „Der Inhalt des Buches stützt sich auf Literatur, die bis zum Jahr 1984 voll-

ständig ... vorgelegen hat.“ Obgleich eine solche Behauptung sehr gewagt erscheint, so gewinnt man doch beim Durchlesen des Buches den Eindruck, daß der Autor bemüht war, so umfangreiche wie nur mögliche Literaturstudien zur Abfassung des Manuskripts zu betreiben.

Das Buch teilt sich grob in drei Teile. Der erste enthält eine phänomenologische Beschreibung der Sternhaufen (Klassifikation, Hertzsprung-Russell-Diagramm, Farben-Helligkeits-Diagramm). Dem voran geht ein historischer Abriss der Sternhaufenforschung. Im zweiten Teil wird die zu den Haufen gehörende nichtstellare und stellare Materie betrachtet, wobei letztere den breitesten Raum einnimmt. Hierbei wird auf die Entstehung der Haufen in interstellaren Gas/Staubwolken eingegangen, und es werden einzelne Typen von Sternen, die in offenen Sternhaufen vorkommen, vorgestellt (pekuiliare Sterne, veränderliche Sterne). Im dritten Teil werden die Bewegung der Sternhaufen in der Galaxis sowie ihre innere Dynamik erläutert. Der Leser findet hier u. a. Informationen über die anhand ihrer Eigenbewegung erkannten Bewegungshaufen von Sternen der näheren Sonnenumgebung und über Ergebnisse von N-Körper-Rechnungen, die die dynamische Entwicklung von offenen Sternhaufen simulieren. Den Abschluß des Buches bildet ein Katalog aller bis zum Jahre 1983 bekannten 1148 offenen Sternhaufen unserer Galaxis.

In den Ausführungen wird durchweg die Liebe des Autors zu statistischen Betrachtungen deutlich. Davon zeugt nicht allein die große Anzahl der dem Text beigelegten 82 Tabellen und mehr als 100 Diagramme, sondern auch das ersichtliche Bestreben, möglichst viele empirische Zusammenhänge derart aufzeigen zu wollen. Dies führt leider dazu, daß einigen der angegebenen Diagramme doch die statistische Signifikanz fehlt, um daraus verallgemeinernde Schlüsse ziehen zu können (z. B. S. 102).

In einer zweiten Auflage können kleinere Druckfehler, die sich vor allem in Formeln eingeschlichen haben, beseitigt werden.

Auch sollte dann in Kapitel 5.3.1. zur Kinetik der Haufen eine oder mehrere die Darlegungen unterstützende graphische Abbildungen eingefügt werden. Dieses Kapitel sollte zudem wesentlich überarbeitet werden.

Das vorliegende Buch sollte in einer wissenschaftlichen Bibliothek nicht fehlen. Es dürfte zu einem großen Teil einem allgemein an der Astronomie interessierten Leser verständlich sein, und einem Fachkollegen wird es einen Einblick in die zu dieser Problematik vorliegende Literatur gewähren.

Der hohe Preis des Buches entspricht zweifellos westlichen Standards; die Druckqualität dürfte aber auch keine Wünsche offen lassen.

Götz, W.: Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis. VEB Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1989. 237 S., 143 vor allem graph. Abb., 82 Tab., DDR 55,— DM. Best.-Nr.: 793 826 6. ISBN 3-335-00100-1.

S. KLOSE

Auf der Suche nach der Urkraft

Das in zweiter Auflage erschienene Büchlein stellt den Versuch dar, die atemberaubenden Fortschritte der Elementarteilchenphysik in möglichst anschaulicher Weise zu vermitteln. Ausgehend von dem in täglicher Erfahrung erworbenen Kraftbegriff und den in gewohnten Dimensionen dominierenden Kräften führt der Autor den Leser an neue Wechselwirkungen heran, die auf atomarer und subatomarer Ebene weit aus bedeutsamer sind, als die uns vertrauten Kräfte. Spätestens an diesem Punkt ist eine anschauliche Vermittlung der Physik kaum noch möglich, was jedoch nicht heißt, daß die Darstellung der physikalischen Sachverhalte nicht auf interessante Art und Weise erfolgen könnte. Tatsächlich muß man dem Autor eine gelungene, fesselnde Darstellungsweise bescheinigen, die auch schwierige Probleme dem Leser zugänglich macht. Dazu gehören z. B. die Charakterisierung der Fundamentalkräfte und deren Wirken durch Austauschteilchen, die Vor-

stellung des Vakuumzustandes als Reservoir virtueller Teilchen oder die Beschreibung der Quark-Teilchen.

Wo noch vor zwei Jahrzehnten ein Elementarteilchenzoo kaum zu bändigen möglich schien, ist heute Ordnung eingebracht durch das Prinzip der Vereinheitlichung, demzufolge bei extremen Energiedichten die einzelnen Kräfte ihre Identität verlieren und verschmelzen. Mit Ausnahme der Gravitation hat sich dieses Prinzip bislang als erfolgreich erwiesen, und auch für die Einbeziehung der Schwerkraft gibt es bereits vielversprechende Ansätze. Zugleich wird auch deutlich, daß die Überprüfbarkeit derartiger Theorien noch gigantischere Beschleuniger voraussetzt, die letzten Endes mit irdischen Mitteln nicht mehr realisierbar scheinen. Die einzige Möglichkeit, die menschlicher Erkenntnis bleibt, ist die Synthese von Kosmologie und Elementarteilchenphysik, die sich bereits in den letzten Jahren als äußerst fruchtbar erwiesen hat.

Während einer unvorstellbar kurzen Zeitspanne in der heißen Frühphase des Universums soll sich das gesamte Szenarium von Teilchenerzeugung, -umwandlung und Symmetriebrechung abgespielt haben, und Überbleibsel dieser Prozesse stellen die einzige Möglichkeit dar, das Zutreffen der Hypothesen zu überprüfen. Die kosmische Hintergrundstrahlung und die Häufigkeit leichter chemischer Elemente sind wesentliche Stützen für derartige Vorstellungen. Problematisch erscheint derzeit die Rolle der Neutrinos, die wesentlich von der genauen Massenbestimmung dieser Elementarteilchen geprägt wird. Noch offen sind solche Fragen wie die des Protonenzerfalls, der Existenz magnetischer Monopole und anderer superschwerer Elementarteilchen. Obwohl bereits versucht wird, aus den für die Urknalltheorie sprechenden Befunden Aussagen über die maximale Anzahl elementarer Teilchenfamilien abzuleiten, wird m. E. zunehmend deutlich, daß dem materialistischen Erkenntnisoptimismus in dieser Frage physikalische Grenzen gesetzt sind. Die Begründung der wohl extremsten Grundlagenforschung durch den Bezug auf

ihre perspektivische Praxisrelevanz und ihren Beitrag zur Vervollständigung des Weltbildes kann der Rezensent nur teilweise akzeptieren. Angesichts der öffentlichen Akzeptanz der Ergebnisse der Elementarteilchenphysik und der zunehmend mit Prestige verbundenen Jagd auf neue Elementarteilchen wäre der Versuch einer selbstkritischen Stellungnahme angebracht. Diese Bemerkungen schmälern keineswegs die überzeugende sachliche Darstellung, die nur auf Seite 115 einer Korrektur bedarf, da die Temperatur im Zentrum massereicher Sterne durchaus 10 K und mehr beträgt.

Ch. Spiering, BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1989, 132 Seiten, ISBN 3-322-00315-9

B. STECKLUM

Jupiter und seine Begleiter

Mit dem Heft 10 der Schriftenreihe des Jenaer Planetariums unternehmen Autor Manfred Reichstein und der Herausgeber den Versuch, einen möglichst breiten Interessentenkreis mit dem heutigen Erkenntnisstand über Jupiter und sein riesiges Satellitensystem vertraut zu machen. In zehn Kapiteln werden, beginnend mit der Einordnung Jupiters in die Planetenfamilie der Sonne bis zu Hypothesen über die Entstehung des Jupitersystems, alle wichtigen Eigenschaften dieses Planeten in interessanter und ansprechender Form dargelegt.

Den größten Teil dieses Heftes widmet der Autor der Darstellung der Jupiteratmosphäre mit der Absicht, dem Amateurastronomen damit Anregungen zu eigenen Beobachtungen zu geben. Erkenntnisse und Hypothesen zum inneren Aufbau des Planeten kommen demgegenüber etwas zu kurz. Die Kapitel über die Satelliten des Jupiter sind ausgewogener proportioniert. Wünschenswert wäre hier noch ein Hinweis zur Bezeichnungsweise der Monde. Eine wertvolle Hilfe für das Verständnis des Textes stellen die zahlreichen gut ausgeführten Grafiken dar, welche die s/w-Fotos sinnvoll ergänzen. Auch Papier- und

Druckqualität verdienen das Prädikat „überdurchschnittlich“.

Die Broschüre kann ein Fachbuch über unser Sonnensystem nicht ersetzen, soll es auch nicht. Vielmehr erhält der Leser eine gut gegliederte Übersicht des Jupitersystems, die vor allem für Anfänger unter den Amateurastronomen durchaus empfohlen werden kann. Faszinierend geschrieben ist besonders das letzte Kapitel, in dem der Leser das Szenario eines Europa-Monats vom Mond aus miterlebt.

Reichstein, M.: Jupiter und seine Begleiter. Schriftenreihe des Zeiss-Planetariums der Carl-Zeiss-Stiftung Jena, Nr. 10, 1. Auflage 1989, 64 Seiten, 32 Abbildungen, 5 Tabellen, 210 × 150 mm, broschiert, Preis: 3,90 DM. ISSN 0323-6412, ISBN 3-910036-01-5

THAM, E.

(Fortsetzung von Seite 7)

Strecke setze man viermal diese Kreisscheibe übereinander ... und markiere den höchsten Punkt. Damit ist bereits eindeutig ein Böschungswinkel und eine Pyramidenform festgelegt; man braucht nur diesen höchsten Punkt mit dem anfangs fixierten Punkt zu verbinden ... Das Resultat entspricht exakt der Umrißlinie der Cheops-Pyramide, Böschungswinkel 51 Grad 52 Minuten! ... Zwangsläufig muß dann auch die Kreiszahl π in den Proportionen der Pyramide auftauchen; denn ihre Breite (also auch Umfang) und Höhe sind ja direkt aus Kreisdaten entstanden, aus Kreisumfang und Kreisdurchmesser. Und dabei spielt es keine Rolle, ob die Ägypter dies Zahl kannten oder nicht.“

Zwei oder drei Kreise übereinander ergaben eine Pyramide, die den repräsentativen und ästhetischen Ansprüchen der Bauherren offenbar nicht genügte. „Fünffmal die Scheibe übereinandergestellt hätte eine ‚Spitzpyramide‘ von technisch nicht zu realisierender Steilheit bedeutet.“ So entschied man sich für vier Kreise, die zu einem Böschungswinkel von 52 Grad führten. Diesem Neigungswinkel begegnen wir,

bis auf zwei bautechnisch zu erklärende Ausnahmen, bei allen „klassischen“ Pyramiden.

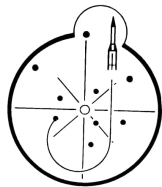
Zu ernsthaften Erwägungen forderten auch die sogenannten Ventilationsschächte heraus, die von der „Königskammer“ aus schräg zur Nord- und Südseite der Cheops-Pyramide emporführen. Der Schacht nach Norden ist um 31 Grad zur Waagerechten geneigt (Abbildung 4). Er weist damit auf den Himmelsnordpol. Nach Süden bildet der Schacht einen Winkel von 44 Grad 5 Minuten zur Waagerechten. In dieser Höhe hätte der mittlere Fixstern im Gürtel des Sternbildes Orion zur Entstehungszeit der Pyramide den Meridian (die Südlinie) überquert. Es ist freilich sehr zweifelhaft, ob die Schächte überhaupt als „Visierrohre“ gedacht waren. Vielleicht sollte durch sie die Seele des Pharaos zu den Zirkumpolarsternen im Norden und zum Orion im Süden gelangen. In den „Pyramidentexten“ wird ein solcher Aufstieg des verstorbenen Herrschers beschrieben. Unter Führung des Sternes Sopdet (Sirius, den man mit der Göttin Isis verglich) trifft er dort den Herrn des Totenreiches, den Gott Osiris, der sich im Sternbild Orion verkörpert. Zusammen nehmen sie dann am täglichen Umschwung des Himmels teil. Andere Textstellen geben der Hoffnung Ausdruck, daß die Seelen der Toten die nie untergehenden, also unsterblichen Zirkumpolarsterne erreichen mögen, um bei ihnen weiterzuleben. Vielleicht erklären sich aus solchen Vorstellungen die Richtungen der zwei „Luftschächte“.

Anmerkung der Redaktion:

Dieser Text ist ein Auszug aus dem neuen Buch von Rudolf Drößler, das unter dem Titel „Astronomie in Stein“ voraussichtlich im Monat Oktober 1990 beim Prisma-Verlag Leipzig erscheinen wird. Wir danken Verlag und Autor für die freundliche Genehmigung des Vorabdruckes.

1990/5

Astronomie und Raumfahrt



87-565 X

1,50 DM



Herausgeber: Kulturbund e. V.

Spektrum der Wissenschaft



192 Seiten, ISBN 3-922508-35-9
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



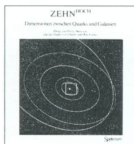
208 Seiten, ISBN 3-922508-27-8
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



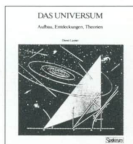
224 Seiten, ISBN 3-922508-46-4
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



216 Seiten, ISBN 3-922508-40-5
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



168 Seiten, ISBN 3-922508-65-0
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



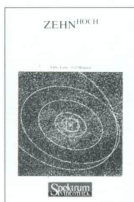
264 Seiten, ISBN 3-922508-81-2
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



192 Seiten, ISBN 3-922508-68-5
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



224 Seiten, ISBN 3-922508-83-9
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



10 Minuten, ISBN 3-89130-990-3
DM 90,- / sfr 88,- / öS 810,-



15 Minuten, ISBN 3-89130-990-X
DM 136,- / sfr 132,- / öS 1.224,-



25 Minuten, ISBN 3-89130-990-5
DM 136,- / sfr 132,- / öS 1.224,-



17 Minuten, ISBN 3-89130-991-7
DM 136,- / sfr 132,- / öS 1.224,-

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Mönchhofstr. 15
6900 Heidelberg

Spektrum
VIDEOTITEL

Astronomische Buchtitel,
die Sie faszinieren werden.
Rufen Sie uns an.
Wir informieren Sie gern!

Eine Auswahl unserer
astronomischen Filmtitel,
die Ihnen den individuellen
Wissensvorsprung verschaffen.

Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund e. V.
Bereich Wissenschaft
Otto-Nuschke-Str. 1
Berlin
O-1080

Reaktion:

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. S. Marx
Verantwortlicher Redakteur:
Andreas Dill
Oberlehrer Heinz Albert;
Prof. Dr. sc. D. Möhlmann;
Dr. J. Hamel;
Ing. A. Grünberg,
Dipl.-Phys. J. Rendtel;
StR A. Zenkert;
Dr. B. Zill; -

Anschrift der Redaktion:

PSF 118, O-5320 Apolda

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1990 mit 6 Heften, Bezugspreis im Abonnement, zweimonatlich (1 Heft) 1,50 DM.

Bezug durch die Post oder den Buchhandel. Bestellungen aus dem Ausland sind zu richten an das Zeitungsvertriebsamt, Abt. Export, Straße der Pariser Kommune 3-4, Berlin, 1004. Veröffentlicht unter Registrier-Nr. 1490 des Presse- und Informationsdienstes der Bundesregierung, Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Layout: Marita Henze

Manuskripte sind in doppelter Ausfertigung (Durchschlag) an den Redaktionssitz einzusenden. Für unverlangte Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Die Redaktion behält sich vor, Beiträge zu kürzen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie und Raumfahrt veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

Gesamtherstellung: Märkische Verlags- und Druck-Gesellschaft mbH, Potsdam

Inhalt

	Seite
Morrison/Chapman: Der neue Katastrophismus	4
A. Dill: Totale Sonnenfinsternis 11. Juli 1991	13
Aufnahmen zu Komet Levy 1990 c	19
Sonnenaufnahmen von H. Ackermann	20
K. Kirsch: Die periodischen Kometen 1991	21
W. Rothe: Streifende Sternbedeckungen 1991	22
Gegenseitige Bedeckungen der Jupitermonde 1991	24
K. H. Bücke: Zentralmeridian des Saturn 1991 . . .	26
Himmelserscheinungen November 1990 bis Januar 1991	28

Informationen

2. Auflage des Sonnenuhrenkatalogs	18
• Astronomischer Fachausschuß Ostsachsen	31
• Skyweek – Ein Informationsdienst	21

Rezension

Geburt und Tod der Sterne	32
---------------------------	----

Der nachfolgende Artikel setzt sich mit einigen pseudowissenschaftlichen Katastrophentheorien auseinander. Der freie Zugang zu allen Produkten des Medienmarktes hat diese Ideen mit Macht in die fünf neuen Bundesländer einströmen lassen. Die Erfahrungen zeigen, daß hier solch falschen Weltbilder wesentlich schneller und kritikloser akzeptiert werden, als das beispielsweise in den westlichen Ländern der Bundesrepublik normalerweise der Fall ist. Eine Ursache dafür ist der große Mangel an systematischer und sachlicher Information, auch unter den eigentlich kritisch denkenden Menschen. Ein Beitrag zur

Abhilfe in dieser Situation soll der folgende Artikel zweier prominenter amerikanischer Astrophysiker sein.

Die Autoren

David Morrison leitet die Space Science Division am NASA Ames Research Center in Kalifornien und Clark. R. Chapman ist am Planetary Science Institute in Tucson, Arizona, tätig. Morrison und Chapman veröffentlichten 1989 das Buch **Cosmic Catastrophes**, aus dem sie diesen Beitrag zusammenstellten. Die Planetoiden 2409 Chapman und 2410 Morrison wurden zu ihren Ehren benannt.

Der neue Katastrophismus

DAVID MORRISON und CLARK. R. CHAPMAN

Der Katastrophismus hat ein schlechtes Ansehen in der Wissenschaft. Oft in Zusammenhang gebracht mit der „Flut-Geologie“, der apokalyptischen Vorhersagen der Millenialisten, wurde der Katastrophismus fast automatisch als unwissenschaftlich gebrandmarkt. Mehr als ein Jahrhundert lang entwickelten die Wissenschaftler stattdessen die Philosophie der Uniformität in ein Dogma. Katastrophentheorien in Geologie, Astronomie und Biologie wurden verachtet.

Die Zeiten haben sich geändert. Lange verbannt an den Rand der Wissenschaft, ist der Katastrophismus zu Ansehen gekommen. Es gibt einen neuen, wissenschaftlichen Katastrophismus, der sich deutlich von seinem pseudowissenschaftlichen Vorgänger unterscheidet. Tatsächlich ist er heute eines der erregendsten Gebiete in der Wissenschaft.

Der Uniformitarismus entspringt dem *Konzept der Uniformität* – der Vorstellung, daß die Naturgesetze im Laufe der Zeit unveränderlich sind. Ohne das Konzept der Uniformität kann es keine Wissenschaft geben. Aber in der Geschichte der Wissenschaft, besonders in der Geologie, wurde dieses Konzept zu einem Extrem getrieben. Eine strenge uniformitarische Philosophie versuchte, die gesamte Geologie mit dem allmählichen Wirken vorhandener Kräfte zu erklären. Das Konzept der langsam über die Zeiten wirkenden Naturkräfte wurde

später ein wichtiger Bestandteil von Darwins Theorie zur Entstehung der Arten.

Der Uniformitarismus in seiner strengsten Form behauptet, daß die Vergangenheit durch Analogieschlüsse mit der Gegenwart untersucht werden kann, daß die existierenden Kräfte, wenn sie nur lange genug wirken können, zur Erklärung des beobachtbaren Zustands der Welt ausreichen. Aber was ist, wenn die Annahmen des Uniformitarismus nicht richtig sind? Selbst wenn die Naturgesetze unveränderlich sind, müssen Veränderungen nicht immer allmählich stattfinden. Was, wenn einzelne, seltene Ereignisse allmählich stattfinden. Was, wenn einzelne, seltene Ereignisse enorme Konsequenzen haben? Das ist die Definition einer Katastrophe: ein einzelnes Ereignis, das eine größere Wirkung hat als die gesammelte Wirkung der viel häufigeren aber kleineren Ereignisse, einschließlich der allmählichen Prozesse, die die Hauptstütze der uniformitarischen Geologie sind.

Die traditionelle uniformitarische Geologie akzeptierte die Idee der zyklischen Änderungen wie den Eiszeiten, dem Steigen und Fallen des Meeresspiegels und den Epochen der Gebirgsbildung, die sich mit Zeiten der Erosion abwechseln. Erst in den sechziger Jahren begann man, größere nichtzyklische Änderungen aufzuzeigen. Die Theorie der Plattentek-

tonik stellte fest, daß die Anordnungen und Position der Kontinente und damit auch ihrer Klimate dramatischen Änderungen unterworfen waren. Etwa zur selben Zeit begannen sich Hinweise darauf zu sammeln, daß die Erdatmosphäre einst eine völlig andere Zusammensetzung hatte, wobei der erste freie Sauerstoff erst vor etwa 1,5 Milliarden Jahren erschien. Aber diese Änderungen waren allmählich, so daß sie in die Struktur der uniformitarischen Geologie eingefügt werden konnte.

In den sechziger und siebziger Jahren gab es auch die ersten Raum-Erkundungen von Mond und Planeten. Wir fanden, daß die meisten Planetenoberflächen von Einschlagkratern beherrscht werden, die durch Explosionen mit Energien von Millionen bis Milliarden Megatonnen gebildet wurden. Die Astronomen folgerten, daß unsere kosmische Nachbarschaft ein gewaltiger Schießplatz für Kometen und Planetoiden ist, von dem die Erde selbst schwerlich ausgeschlossen geblieben sein konnte. Die Energie, die beim Einschlag eines Kometen oder Planetoiden auf unserem Planeten freigesetzt wird, würde die größten Vulkanausbrüche oder Erdbeben um mehrere Größenordnungen übertreffen. Fünfundzwanzig Jahre Planetenerkundung haben die meisten Wissenschaftler zu der Einsicht gezwungen, daß die Geschichte der Erde und der anderen Planeten von viel schrecklicheren Katastrophen beeinflusst worden sein muß, als sie die biblischen Autoren jemals geahnt haben.

Im Jahre 1980 gewannen diese Ideen weite Aufmerksamkeit, als Luis und Walter Alvarez und ihre Mitarbeiter bekanntgaben, daß es Hinweise auf die Verbindung des Massensterbens am Ende der Kreidezeit (bekannt als K-T-Ereignis für Kreidezeit-Teritär-Ereignis) mit dem Einschlag eines Planetoiden oder Kometen gibt. Ihre grundlegende Schlußfolgerung, daß vor 65 Millionen Jahren ein kosmischer Einschlag von einem oder mehreren Projektilen mit etwa 10 Kilometern Durchmesser eine globale ökologische Katastrophe mit verheerenden Folgen für die meisten Lebewesen verursacht hat, ist seitdem vielfach bestätigt und erweitert worden. Das K-T-Ereignis wurde zum Prototyp alles dessen, was wir den „neuen Katastrophismus“ nennen.

Katastrophismus in der modernen Wissenschaft

Die am besten verstandenen Katastrophen, die die Erde beeinflusst haben, sind die Folgen kosmischer Einschläge. Obwohl die meisten Spuren vergangener Einschläge durch Erosion und geologische Aktivität ausstrahlt worden sind, liefern Mond und Planeten einen unzweideutigen Bericht über solche Ereignisse. Als ein einfaches Beispiel betrachte man die großen Mondkrater und die Maria (die „Meere“), die ausgedehnten dunklen Lavaebenen, die etwa 6 Millionen Quadratkilometer der Mondoberfläche bedecken. Es gibt ein halbes Duzend solcher Krater mit Durchmessern größer als 50 km, die alle während der 3,3 Milliarden Jahre seit dem Erlöschen des Mondvulkanismus gebildet wurden. Erde und Mond befinden sich im selben Teil des interplanetaren Raumes und sind damit dem selben Fluß von einschlagenden Kometen und Planetoiden ausgesetzt; die Erde muß deshalb eine ähnliche Zahl von Einschlägen erhalten haben, multipliziert mit dem Faktor 80 zur Berücksichtigung der größeren Oberfläche unseres Planeten. Das beläuft sich im Mittel auf eine Einschlags-Explosion von 100 Millionen Megatonnen oder größer alle 10 Millionen Jahre. Es gibt keine Möglichkeit, solche Ereignisse für unseren Planeten zu vermeiden, von denen jedes ausreicht, um die Atmosphäre aufzureißen, Millionen von Tonnen Staub in die Stratosphäre zu schleudern und das Erdklima zeitweise zu ändern.

Ähnliche Schlüsse können aus teleskopischen Beobachtungen der augenblicklichen Zahl von Kometen und Planetoiden, die sich der Erde nähern können, gezogen werden. Es gibt tausende solcher Objekte mit Durchmessern von einem Kilometer oder mehr, die in der Lage sind, die Erde zu treffen. Es ist interessant, daß die Größenverteilung dieser potentiellen Projektile die Massenkonzentration und damit die Einschlagenergie in den größeren Objekten bevorzugt. Das heißt, daß die größten Einschläge mehr Energie freisetzen als die Summe aller kleinen Einschläge.

Die Folgen großer Einschläge wurden besser verstanden, als wir mehr über unsere Atmosphäre und ihre Reaktionen auf plötzliche Störungen lernten. Besonders bedeutend war die jüngste Forschung zum Konzept des nuklearen

Winters. Es scheint nun klar, daß der Einschlag eines 5-Kilometer oder größeren Kometen oder Planetoiden mindestens genügend Staub in die Stratosphäre einspritzen wird, um das gesamte Sonnenlicht von der Oberfläche fernzuhalten und die weltweiten Temperaturen um einige 10 Grad zu senken. Solche Bedingungen würden wahrscheinlich einige Wochen lang anhalten, vielleicht für ein ganzes Jahr. Die Einschlagenergie kann auch große Mengen an Säure erzeugen, während heiße Auswürfe der Explosion in der Lage sein könnten, globale Brände auszulösen, die viel von der Biomasse des Planeten zerstören.

Jede globale Umweltkatastrophe dieser Art wird zu einer weitverbreiteten Zerstörung von Leben führen, eingeschlossen die Auslöschung vieler Arten. Das Ausschlaggebende ist hier die **globale** Natur der Katastrophe; keine ausschließlich lokale Katastrophe, wie gewaltig auch immer, wird zu einem Massensterben führen. Auf einem wissenschaftlichen Meeting im Jahre 1988 vertrat David Raup von der University of Chicago die Auffassung, daß in den **meisten** Fällen biologisches Aussterben eher auf Einschlag-Katastrophen zurückzuführen sei als auf die traditionellen Prozesse Wettbewerb und Anpassung bezüglich einer sich allmählich ändernden Umgebung. Stephen Jay Gould (Harvard) bemerkte auf dem selben Meeting, daß diese Vorstellungen die Grundannahmen von Darwins Evolutionstheorie fundamental ändern. Vielleicht ist der Gang der Evolution mehr davon bestimmt worden, wie einfallsreich bestimmte Organismen zufällige globale Katastrophen überleben konnten, als von gewöhnlicher Konkurrenz Anpassung.

Kosmische Einschläge im Energiebereich von Hundertmillionen Megatonnen haben in der jüngeren Vergangenheit (geologisch gesehen) stattgefunden und sind unvermeidlich in der Zukunft. Aber was ist mit viel größeren Einschlägen? Hier gibt es auch immer mehr Hinweise auf schwere Kollisionen, (zum Glück) eingeschränkt auf die frühesten Phasen der Planetengeschichte. Während der ersten 100 Millionen Jahre nach der Entstehung des Sonnensystems gab es viele – vielleicht hunderte – Objekte so groß wie der Mond, die noch um die Sonne kreisten. Zusammenstöße in dieser frühen Population von Protoplaneten

waren von einer Gewalt, die fast außerhalb jedes Vorstellungsvermögens liegt. Drei Fälle ziehen zur Zeit die Aufmerksamkeit der Planetenwissenschaftler auf sich. Das ist erstens die Herkunft des Mondes, von der man jetzt weithin annimmt, daß sie auf die Kollision eines Protoplaneten von der Größe des Mars mit der Erde zurückzuführen ist, der Material ausspritzte, das sich in der Erdumlaufbahn zur Bildung des Mondes wieder sammelte. Zweitens geht es um eine Kollision von noch größerem Ausmaß, in die Merkur verwickelt war und bei der der Planet den größten Teil seines Silikatmantels verlor, wobei nur wenig mehr als der Metallkern übrigblieb. Drittens wird ein gigantischer Einschlag für die Umkehrung des Drehsinnes der Venus verantwortlich gemacht, die unter den Planeten wegen ihrer langsamen retrograden Rotation einzigartig ist.

Ein Faden, der durch all diese Ideen läuft, ist, daß die Geschichte der Erde und der anderen Planeten von zufälligen und nicht vorhersehbaren – aber natürlichen und statistisch unvermeidbaren – Ereignissen beeinflusst wurde. Das ist eine unbequeme Vorstellung für die Wissenschaft, aber es ist eine, der wir uns gegenüberstellen müssen. Die neuen mathematischen Konzepte des Chaos helfen, diese Ideen zu definieren und zu quantifizieren. Es scheint zum Beispiel jetzt klar, daß die Bahnen der meisten Planeten in der 4,5 Milliarden-jährigen Lebenszeit nachweisbar stabil waren, nicht jedoch die vieler Planetoiden und des Planeten Pluto. Diese Objekte haben chaotische Bahnen, was bedeutet, daß ihre künftige Bewegung nicht über lange Zeitspannen vorausgerechnet werden kann, selbst nicht mit idealen Computereinrichtungen. In vieler wichtiger Hinsicht leben wir in einem Universum, das vom Zufall bestimmt wird und nicht von den traditionellen Ideen einer strengen Kausalität.

Während sich unsere Diskussion auf Einschläge konzentrierte, sind andere Katastrophentheorien in Studien von der Erde und den anderen Planeten ebenso verbreitet. Obwohl sie nicht so plötzlich und gewaltig wie Kollisionen sind, haben sie noch ein Potential für die Destabilisierung und schnelle Entwicklung einer Planetenoberfläche und -atmosphäre. Das beste Beispiel ist der Treibhauseffekt. Jeder

Planet mit einer Atmosphäre erfährt eine gewisse Erwärmung seiner Oberfläche durch den Treibhauseffekt – die Fähigkeit einer Atmosphäre, die Oberfläche durch Verhinderung des Abflusses von Infrarot(Wärme-) Strahlung abzudecken. Planetologen glauben, daß Venus und Erde vor einigen Milliarden Jahren ähnliche Atmosphären und Klimate hatten, beide mit einem bescheidenen Treibhauseffekt. Bei der Venus jedoch wurde die Situation instabil, die Oberflächentemperatur stieg, die Ozeane verdampften und sehr verstärkter Treibhauseffekt führte zu einem neuen Gleichgewichtszustand. Heute ist die Oberflächentemperatur der Venus hoch genug, um Blei zu schmelzen, es gibt Wolken aus Schwefelsäure und einen Oberflächendruck von 90 Atmosphären. Es sind Computermodelle entwickelt worden um festzustellen, ob die Erde ein ähnliches Schicksal auf Grund der globalen Erwärmung durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe und anderer Effekte der modernen Zivilisation erleiden könnte.

Das sind einige Elemente des modernen wissenschaftlichen Katastrophismus. Wie sind diese Ideen zu vergleichen mit dem früheren Katastrophismus oder mit moderner Pseudowissenschaft auf diesem Feld?

Der Katastrophismus der Kreationisten

Ende des achtzehnten und Anfang des neunzehnten Jahrhunderts, bevor der Uniformitarismus das führende Paradigma der geologischen und biologischen Wissenschaften wurde, akzeptierten die meisten Naturwissenschaftler eine bestimmte Version des Katastrophismus. Die Entwicklung der beobachtenden Geologie in Europa und die Entdeckung von Fossilensequenzen in den Gesteinsschichten ließen das Konzept einer geologischen Geschichte entstehen, die von globalen Erschütterungen geprägt war. Während über die Natur dieser Katastrophen wenig bekannt war, schien es in der Jüdisch-Christlichen Gesellschaft selbstverständlich, die biblische Sintflut als solch eine globale Katastrophe anzusehen, vielleicht das jüngste Ereignis in einer langen Periode von abwechselnder Ruhe und Umwälzungen.

Im Gegensatz zu diesem traditionellen Katastrophismus sind der fundamentalistische bi-

blische Literalismus und sein Sprößling, die „Schöpfungswissenschaft“ (creation science), wesentliche moderne amerikanische Phänomene. Ihre Vision einer jungen Erde, deren Oberfläche und Atmosphäre fast vollständig das Produkt der Sintflut vor etwa 6000 Jahren seien, widerspricht der modernen Geologie und Astronomie. Und weil sie Darwinismus mit Satanismus gleichsetzen, sind die Kreationisten besonders stimmungsgewaltig in ihrer Opposition zum Konzept der biologischen Evolution. Die Kreationisten beginnen mit der Schöpfung, die vor weniger als 10000 Jahren und innerhalb von gerade sechs Tagen stattgefunden haben soll. Die neue Erde war perfekt, ein „Garten Eden“, und viel dichter besiedelt als heute. Ihre Oberfläche war relativ glatt und das globale Klima schön, warm und tropisch, weil die Atmosphäre vor allem aus Wasserdampf und Kohlendioxid mit einem einige Male größeren Oberflächendruck als heute bestand. Ein „Wasser-Baldachin“ enthielt den Teil des Ur-Wassers, das am zweiten Tag in „die Wasser über dem Firmament“ gesammelt wurde. Weiteres Wasser fiel tief in die Kruste als „das Wasser der großen Tiefe“. Diese Welt war ohne Regen und Sturm.

Etwa vor 6000 Jahren ging die biblische Geschichte los, Gott wurde unzufrieden mit seiner Schöpfung. Nachdem er Noah gewarnt hatte, damit dieser die Arche baute und alle zu rettenden Tierarten darin sammelte, löste Gott die Sintflut aus; die Freisetzung allen Wassers, das sich über und unter dem Firmament befunden hatte. Das Wasser überflutete das Land, zerstörte alle Landpflanzen und Tiere außer denen, die in der Arche aufbewahrt waren. Die Erosion der Flut erzeugte alle Sedimentgesteine innerhalb von weniger als einem Jahr und bildete alle bekannten Fossilien durch das Begräbnis der bei dieser Katastrophe ertrunkenen Tiere.

Nach wenigen Monaten erschien wieder das erste Land als Folge einer schnellen Erhöhung der heutigen Kontinente. Whitcomb und Morris schreiben in **The Genesis Flood**, „das Ende der Sintflut selbst, die eine Periode von wenig mehr als einem Jahr umfaßte ... markierte keinesfalls das Ende der anormalen hydrologischen und geomorphischen Phänomene. ... Die prädiluvische Topografie wurde vollständig geändert, große Bergketten und tiefe Bek-

ken ersetzten die vorher sanfte und recht gleichförmige Topografie.“ (S. 287). Als nächstes folgte ein großes Eizeitaler, das innerhalb einiger Jahrzehnte kam und ging und einen großen Teil der nördlichen Hemisphäre mit Eis überzog, wobei die ausgedehnten glazialen Ablagerungen unseres Planeten entstanden. All dies hörte jedoch auf, und zur Zeit der ersten schriftlichen Aufzeichnungen in Sumer und Ägypten (etwa 3000 v. u. Z.) soll die Welt ihre heutige Form gehabt haben und größtenteils durch die Überlebenden der Arche wiederbesiedelt gewesen sein.

Whitcomb und Morris behaupten, daß „ein wesentlicher Teil der strukturellen Geologie in Begriffen der Flut erklärt werden muß“ (S. 270), und sie verweisen die Bildung der heutigen Kontinente und Gebirge sowie aller Erosionsstrukturen in die letzten 6000 Jahre. Solche Behauptungen sprechen allen Beweisen der modernen Erdwissenschaften Hohn. Grönländische Eiskerne gestatten es uns zum Beispiel, die jährlichen Schichten für mehr als 10000 Jahre zurückzuverfolgen. Die Erstarrung flüssigen Gesteins kann aus Messungen radioaktiver Isotope in den ältesten kontinentalen Gesteinen auf Alter bis zu 3,8 Milliarden Jahren datiert werden.

Die Vorstellung, daß die meisten der Sedimente und vulkanischen Ablagerungen im kurzen Zeitraum der Sintflut entstanden seien, ist ebenso unhaltbar. Die Umwandlung von Schlamm und Sand in Gestein ist ein langsamer Prozeß, doch von jenem einen Jahr wird behauptet, es habe die kilometerdicken übereinandergelagerten Sediment- und Vulkan-schichten erzeugt. Das Grand Canyon des Colorado Rivers repräsentiert nur einen kleinen Ausschnitt der Geochronologie, aber wer kann durch diese kilometertiefe Schlucht laufen und glauben, all dies sei innerhalb eines Jahres gebildet worden (gar nicht zu reden von der Einkerbung des Canyons, die nach der Flutchronologie erst in der nachdiluvischen Zeit begonnen haben kann, nachdem die große Anhebung der Kontinente stattgefunden hatte)?

Ein anderer Stolperstein sind die fossilen Dokumente, die in den Sedimenten erhalten und dort während der letzten Milliarde Jahre abgelagert wurden. Gemäß den Kreationisten lebten all diese Pflanzen und Tiere gleichzeitig

und wurden während der Sintflut gemeinsam getötet und fossilisiert, als sich die Sedimente bildeten. Das Modell der Kreationisten kann die beobachteten Sequenzen der Fossilienarten nicht erklären, von denen neu (und oft komplexere) Spezies in höheren (und jüngeren) Ablagerungen gefunden werden. Ihre häufigste Ausflucht ist, die Existenz von Fossilien-Sequenzen einfach abzustreiten. Einen anderen noch lächerlicheren Versuch unternimmt Henry Morris vom Creation Science Institute. Morris bezieht sich auf seine Ausbildung als Hydraulik-Ingenieur und schlägt vor, daß die Fluten die ertrunkenen Kreaturen so sortiert hätten, daß die kleineren schneller nach unten sanken, während sich die größeren mehr im oberen Teil der sich bildenden Sedimente konzentrierten, wodurch die Hauptanordnung der Fossilien vorgetauscht werde. Er meint, daß Vögel und Säugetiere sich am oberen Ende der geologischen Zeitskala befinden, weil sie sich angesichts der stürzenden Fluten auf hohe Erhebungen flüchteten und so zuletzt zugrunde gingen. Diese „kreationistische Wissenschaft“ hat fast nichts mit dem neuen Katastrophismus gemein. Die heutigen Katastrophenforscher kamen, oft widerstrebend, zu ihren Ideen, weil sich die traditionellen uniformitarischen Paradigmen nicht mit den neuen Erkenntnissen zur Erde und den anderen Planeten in Übereinstimmung bringen ließen. Im Gegensatz dazu basiert der biblische Katastrophismus auf „enthüllter Wahrheit“ der Schriften und benutzt Beobachtungen und das Experiment, wenn überhaupt, dann nur dazu, Ideen zu stützen, die ohnehin jenseits jeden Zweifels sind. Wo Daten diesen Ideen widersprechen, werden diese Daten nicht zur Kenntnis genommen.

Man beachte einige Unterschiede zwischen dem K-T-Massenaussterben vor 65 Millionen Jahren und der biblischen Sintflut. Da ist zunächst die Zeitskala: Ein Ereignis der Größenordnung des K-T-Einschlages wird aus der aktuellen Häufigkeit von Kometen und Planetoiden etwa alle 10 Millionen Jahre erwartet. Im Gegensatz dazu gibt es zur Erklärung der Sintflut keinen anderen Mechanismus als die Unzufriedenheit Gottes mit der Menschheitsentwicklung. Zweitens hatte das K-T-Ereignis, das die meisten Lebewesen auf Grund der Zerstörung des empfindlichen Ökosystems tötete,

eine vernachlässigbare Wirkung auf die Erde als Planet. Alles, was es bewirkte, war die Bildung eines oder mehrerer 100-Kilometer-Krater – die offensichtlich inzwischen durch Erosion zerstört wurden – und die Bildung einer globalen Ablagerung von Auswurfprodukten von wenigen Zentimetern Dicke. Man vergleiche das mit den kilometerdicken Sedimentgesteinen, deren Bildung der Sintflut zugeschrieben werden, gefolgt von der Bildung der Kontinente und Ozeanbecken. Drittens ist das K-T-Ereignis in Übereinstimmung mit den geologischen Registrierungen, mit dem beobachteten globalen Zusammenhang der durch Iridium angereicherten Auswurfsschichten mit dem Massensterben maritimen Lebens.

Andererseits verlangen die Kreationisten von uns, die Beweise der geologischen Stratigrafie und Fossilienentwicklung zu verwerfen. Und schließlich: Das K-T-Ereignis erzeugte eine kurzdauernde Störung der Umwelt, nach der die Bedingungen zur Normalität zurückkehrten. Von der Sintflut wird jedoch behauptet, sie habe Erdkruste und -atmosphäre fundamental und für immer verändert.

Die zusammenstoßenden Welten Velikovskys

Einige Jahrzehnte, bevor die meisten Wissenschaftler auf die sich häufenden Hinweise über gewaltige und katastrophale Ereignisse im Sonnensystem aufmerksam wurden, veröffentlichte der in Rußland geborene Psychiater Immanuel Velikovsky sein Buch **Welten im Zusammenstoß**. Es war ein schneller Erfolg, der Velikovsky verbreiteten Ruhm und eine Schar von Anhängern brachte. Er behauptete, lange bevor das modern wurde, daß es Kollisionen und Fast-Kollisionen unter den Planeten gegeben habe und daß die Geschichte der Erde durch gewaltige Ereignisse kosmischen Ursprungs markiert worden sei.

Velikovskys Ideen schienen glaubwürdiger zu sein, als die der biblischen Kreationisten. Er machte einen Versuch, seine Annahmen durch wissenschaftliche Beweise zu stützen. Jetzt, nachdem die Ideen der Katastrophenforscher annehmbar geworden sind, ist es angebracht, sich an Velikovsky zu erinnern. Ist er vielleicht der verkannte Prophet des neuen Katastrophismus, ein Mensch, der die Vorurteile seiner Zeit überwand und einen Bocksprung in eine

neue Konzeption der Geologie und Astronomie machte? Einige behaupten das so, aber wir sind nicht unter ihnen. Richtig ist, daß Velikovsky (er starb 1979) in seinen Vorstellungen über die Erdgeschichte fast vollständig unrecht hatte.

Velikovsky stützte seine Theorie der Planetenkollisionen nicht auf den neuen Kenntnisstand in Geologie oder Astronomie. Er führte keine Beobachtungen durch, machte keine Experimente und Berechnungen. Seine Motivation kam aus dem Bestreben, eine natürliche Erklärung für eine Vielzahl von Mythen und Traditionen quer durch viele Kulturen zu finden, die über natürliche und übernatürliche Katastrophen vor tausenden von Jahren berichten. Er unterstellte, daß diese Ereignisse global gewesen seien und daß sie als Folge von Fast-Kollisionen anderer Planeten mit der Erde stattfanden.

Velikovskys Lektüre alter Mythen überzeugten ihn, daß Venus erstmals vor lediglich 3500 Jahren im Himmelsgeschehen auftauchte und sich in einer langgestreckten (kometarischen) Bahn bewegte. Einige Male stieß sie fast mit der Erde zusammen, dabei stoppte sie die Erdrotation und kehrte sie um, was verbreitete Katastrophen wie Erdbeben, Gezeitenwellen, Vulkanausbrüche und elektrische Entladungen auslöste. Diese Wechselwirkungen störten sowohl die Bahn der Erde als auch die der Venus, worauf mehrere relativ friedliche Jahrhunderte folgten; dann begegnete die launische Venus dem Mars, der sie in einen erdkreuzenden Orbit zwang und die Unglücke begannen wieder. Es folgten einige nahe Begegnungen zwischen Mars und Erde, die eine Serie globaler Katastrophen, nur ein bißchen weniger schrecklich als die durch Venus verursachten, hervorriefen. Schließlich, etwa im achten Jahrhundert v. u. Z., besiedelten Mars und Venus ihre heutigen fast kreisförmigen Bahnen, und die planetaren Kollisionen hörten auf.

Von Anfang an kritisierten impulsive Wissenschaftler, besonders Astronomen, **Welten im Zusammenstoß**, und sie prangerten eine leichtgläubige Öffentlichkeit für jede Aufmerksamkeit an, die sie solch offensichtlichem Unsinn widmete. Velikovsky entgegnete dem, daß die alten Aufzeichnungen doch über das Stattfinden dieser gewaltigen Katastrophen

berichteten. Wenn die Theorien der modernen Physik und Astronomie mit solchen Himmelsereignissen nicht übereinstimmen, müßten die Astronomen und Physiker eben ihre Theorien ändern.

Velikovskys „Fakten“ erwiesen sich jedoch häufig als suspekt. In der Wahl der Zitate aus alten Schriften war er sehr selektiv, und oft benutzte er Übersetzungen aus alten Quellen, die längst durch moderne Gelehrte berichtigt worden waren. Als man diese Texte im Detail untersuchte, widersprachen sie häufig Velikovskys Interpretation. Außerdem ist da das Problem der wörtlichen Ausdeutung. Die Grundlage der Methode Velikovskys ist, die alten Mythen wörtlich zu interpretieren. Wenn zum Beispiel Homer in seinen Poemen von einem Kampf zwischen dem griechischen Gott Zeus (der römische Jupiter) und dem Gott Ares (dem römischen Mars) berichtet, ist das für Velikovsky die Aufzeichnung eines astronomischen Ereignisses, bei dem Wechselwirkungen zwischen den Planeten Jupiter und Mars eine Rolle spielen. Wenige Fachleute der Klassik werden dem zustimmen.

Eine andere Schwierigkeit mit Velikovskys Betrachtungsweise bezieht sich auf den zeitlichen Ablauf seiner Katastrophen. Es stimmt, daß viele alte Legenden mächtige Naturereignisse wie Fluten und Erdbeben beschreiben, es ist aber überhaupt nicht klar, daß diese Beschreibungen gleichzeitige globale Phänomene widerspiegeln. Um alles auf die kosmischen Ursachen zu bringen, mußte Velikovsky zunächst die weltweite Synchronität der Ereignisse festlegen, die in seinen Quellen beschrieben waren. Das setzte ihn in direkten Gegensatz zu den Kenntnissen der Archäologie. In seiner ägyptischen Chronologie sind zum Beispiel vier Dynastien aus den historischen Aufzeichnungen beseitigt, und die berühmte 18. Dynastie ist vom 16. zum 10. Jahrhundert v.u.Z. verlagert. Nach seinem Schema wird Ramses II, der normalerweise als Pharao des Exodus eingeordnet wird, ein Zeitgenosse der Königreiche von Juda und Israel etwa 600 Jahre später. Seine Chronologie widerspricht auf ähnliche Weise den anerkannten Aufzeichnungen der klassischen Geschichte, indem sie die Belagerung Trojas durch die mykenischen Griechen in die Periode der Tyrannen von Argos verschiebt.

Obwohl diese Probleme mit Velikovskys Quellen und Interpretationen seine Ideen von Anfang an diskreditieren konnten, drehten sich die meisten öffentlichen Diskussionen stattdessen um seine Astronomie. Die Vorstellung von Welten im Zusammenstoß, von dramatischen eng mit der Religionsgeschichte des Menschen verbundenen Himmelsereignissen, hatte eine große Anziehungskraft. Wie Carl Sagan oft gesagt hat, suchen wir kosmische Zusammenhänge und Beweise, daß unsere menschliche Existenz mit den großen Kräften im Universum zusammenhängt. Velikovsky lieferte genau solch eine Vision.

Eine Vielzahl von Autoren hat auf die Probleme mit Velikovskys astronomischen Vorstellungen hingewiesen, wir wollen das hier nicht im Detail wiederholen. Die Zeit und die geologischen und astronomischen Entdeckungen des Raumzeitalters haben seinen Theorien widersprochen. So berechnete er zum Beispiel, daß die vor wenigen Jahrtausenden noch weißglühende Venus mehr Wärme abstrahlen müsse, als sie von der Sonne empfangt, und daß man wegen dieses geringen Alters eine jährliche Abkühlung von einigen Grad beobachten können müßte. Beide Voraussagen wurden durch Raumsondendaten schlicht entkräftet. Eine andere Prognose Velikovskys betraf die Zusammensetzung der Wolken der Venus. Er führte das Manna, das die Israeliten in der Wüste aßen und das Naphta, von dem ebenfalls im alten Testament berichtet wird, auf Kohlenwasserstoffe aus der Venusatmosphäre zurück und behauptete, daß „die Anwesenheit von Kohlenwasserstoffgas und staub in der Wolkenhülle der Venus ein entscheidender Test“ für seine Theorie sein würde. Wir wissen jetzt, daß die Venus keine Kohlenwasserstoffe hat (die Atmosphäre ist oxydierend) und daß die Wolken aus Schwefelsäure bestehen.

Unser drittes Beispiel eines planetaren Tests der Hypothesen Velikovskys betrifft die Oberfläche des Mondes. Was passierte mit unserem Satelliten, während Venus und Mars die Erde so dramatisch beeinflussen? Nach Velikovsky war der Mond sogar noch viel schwerer betroffen, da „die Mondoberfläche mit Lava überflutet wurde und in große kreisähnliche Formationen zerplatzte“. Am Vorabend der Apollo-Mondlandungen warnte er vor häufigen

Mondbeben und hoher Radioaktivität, und er behauptete erneut, daß die Mondoberfläche vor weniger als 3000 Jahren geschmolzen gewesen sei. In Wirklichkeit gab es keinen Überschuß an Radioaktivität und der Mond erwies sich seismisch als tausendmal weniger aktiv, als die Erde. Weiterhin ergaben Altersbestimmungen an mitgebrachten Mondbodenproben, daß die letzten Lavaströme auf dem Mond vor mehr als 3 Milliarden Jahren erstarrt waren. Abgesehen von gelegentlichen kraterbildenden Einschlägen ist unser Satellit in den letzten Jahrtausenden bemerkenswert unverändert geblieben.

Einige der einfachsten Tests von Velikovskys Theorie sind auf unserem eigenen Planeten zu finden. Als **Welten im Zusammenstoß** 1950 erschien, litt die Geologie noch unter den Unsicherheiten und Widersprüchen, die der Entwicklung der Theorie von der Plattentektonik vorausgingen. Man kann deshalb einige von Velikovskys Fehlern entschuldigen, die er bei der Benutzung von Beweisen aus der Geologie machte. Seit dieser Zeit ist jedoch unser Verständnis von der Erde und den Planeten weit vorangekommen und Ideen, die vor 40 Jahren noch glaubwürdig erschienen sein mögen, sind nicht mehr überzeugend.

Ein besonders klarer Hinweis darauf, daß Velikovskys globale Zerstörungen fiktiv sind, wird durch die Bristlecone-Pinie aus den ariden Gebirgen an der Grenze zwischen Kalifornien und Nevada geliefert, die Jahresringe zurück bis mindestens 3435 v.u.Z. zeigen. Diese Ringe zeigen zu den Zeiten von Velikovskys behaupteten Katastrophen keine Anomalien. Ähnliche Schlüsse können aus den viel längeren klimatischen Aufzeichnungen gezogen werden, die in grönländischen Eiskernen erhalten sind.

Wie stehen Velikovskys Kollisionen im Vergleich zu den Einschlägen, die heute von den Planetologen untersucht werden? Die deutlichsten Unterschiede haben mit der Zeitskala zu tun. Während Velikovsky seine Theorien auf schriftliche Aufzeichnungen der menschlichen Geschichte stützte, begrenzte er natürlich sein Blickfeld auf die letzten wenigen tausend Jahre. Die großen Kollisionen, die von den Planetologen postuliert wurden, um den Ursprung des Mondes oder die Silikatarumut des Merkur zu erklären, fanden vor 4,5 Mil-

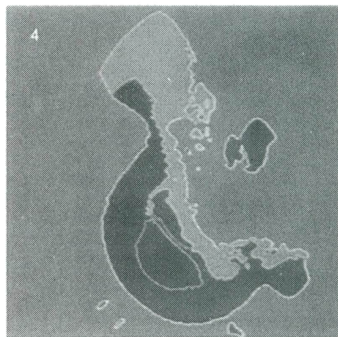
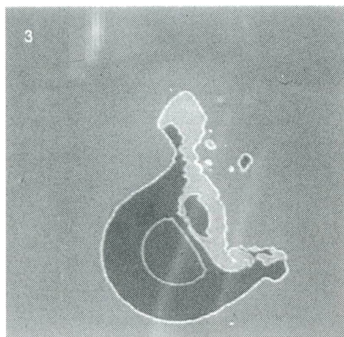
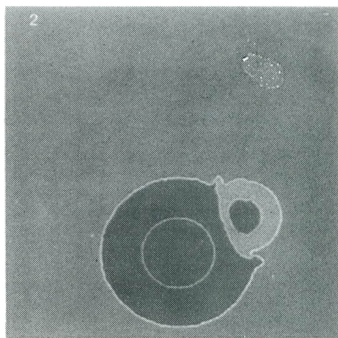
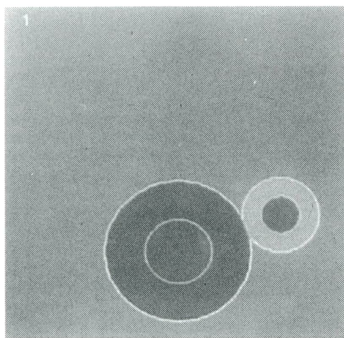
liarden Jahren statt, als die Bedingungen in dem sich bildenden Sonnensystem von den heutigen sehr verschieden waren. Man denke daran, daß nach Velikovsky mindestens drei Planeten – Erde, Venus und Mars – in den letzten 4000 Jahren große Bahnänderungen erfahren haben müßten. Nach Velikovsky ist einer von ihnen – Venus – innerhalb derselben kurzen Zeitspanne gebildet worden. Wie sollen wir das mit einem 4,5 Milliarden Jahren alten Sonnensystem vereinbaren? Velikovsky hat das nie so ausdrücklich gesagt, aber der Fakt ist, daß seine Ideen nur im Zusammenhang mit einer jungen Erde sinnvoll sind. Er schneidet vom gleichen Tuch, wie die wörtlichen Interpreten der Bibel und verdichtet die Geschichte des Universums in die Zeit der menschlichen Zivilisation. Trotz aller seiner Behauptungen, wissenschaftlich zu sein, nimmt Velikovsky die biblische Tradition als ihm offenbarte Wahrheit und akzeptiert oder verwirft alle anderen Beweise, je nachdem, wie sie mit seinen vorgefaßten Schlüssen übereinstimmen.

Welchen Einfluß hatte Velikovsky auf die Wissenschaft? Das ist nur schwer sicher zu sagen, weil der menschliche Verstand auf rätselhaften Wegen arbeitet. Uns scheint aber, daß Velikovskys Werk eine unvoreingenommene Annäherung an den Katastrophismus eher behinderte als förderte. Die Astronomen und alle anderen, die **Welten im Zusammenstoß** angriffen und mit Velikovsky Nachfolgern debattierten, waren von seiner offensichtlichen Unlogik und den absurden Schlußfolgerungen aus jüngsten bedeutenden kosmischen Katastrophen abgestoßen. Wenn überhaupt, dann könnten jene Wissenschaftler, die eine Verteidigung des Status Quo für nötig halten, abgeschreckt worden sein, sich Konzepte natürlicher Unglücke unvoreingenommen zu betrachten.

Zusammenfassung

Der Katastrophismus ist in die moderne Wissenschaft zurückgekehrt, jedoch als ein neues

Abbildung Seite 12: Computersimulation eines Zusammenstoßes der Erde mit einem marsgroßen Protoplaneten. Aus den Restmaterialien bildete sich später der Mond



Konzept und nicht als Wiederkehr früherer Ideen. Ergebnisse aus Astronomie, Geologie, Biologie und sogar Mathematik haben viele Wissenschaftler überzeugt, den strikten Uniformitarismus, oft widerstrebend, aufzugeben. Wir sind gezwungen, zufällige und individuell nicht vorhersagbare Ereignisse zu berücksichtigen, von denen einige ein großes Ausmaß haben.

Kosmische Einschläge sind der wichtigste katastrophale Einfluß in der Erdgeschichte. Untersuchungen von Kometen und Planeten, die sich der Erde nähern, die Entdeckung, daß der

Mond und die Planeten eine lange Geschichte der Bildung von Einschlagkratern haben und die Erkennung von Spuren vorzeitlicher Krater auf der Erde, demonstrieren alle die Rolle kosmischer Einschläge. Viele dieser Einschläge überstiegen die Energie der zerstörendsten terrestrischen Vulkanexplosionen oder Erdbeben um das Millionenfache. Die moderne ökologische Bewegung hat uns für die Zerbrechlichkeit der Biosphäre sensibilisiert. Hochkomplizierte Computermodelle erlauben uns, die Konsequenzen einer Störung der Atmosphäre zu berechnen. Die moderne

Paläontologie erkennt die Häufigkeit und Wichtigkeit von Massenaussterben in den fossilen „Protokollen“ an. Und schließlich hat der direkte Nachweis des K-T-Ereignisses die wissenschaftlichen Ansichten vieler Disziplinen beeinflusst und daneben auch öffentliche Aufmerksamkeit erregt.

Im Gegensatz dazu hat der Katastrophismus der Kreationisten oder der Nachfolger Velikovskys wenig zu bieten. Die Theorien einer jungen Erde und einer „Flutgeologie“ sind wissenschaftlich unhaltbar, weil sie sich mehr auf wörtliche Interpretation von Schriften stützen, als auf Ergebnisse aus Beobachtungen und Experimenten. Velikovsky lehnt außerdem Naturwissenschaften ab und zieht es vor,

seine Theorien auf zweifelhafter Interpretation alter Mythen statt auf Beobachtungen der Welt um uns herum zu stützen. Sowohl Velikovsky als auch die Kreationisten verkörpern Rückwärtsschritte. Trotz ihrer breiten öffentlichen Anhängerschaft stehen sie völlig außerhalb der Wissenschaft, einschließlich jener Revolution des Denkens, die den neuen Katastrophismus entstehen ließ.

Dieser Beitrag erschien zuerst in der Zeitschrift *Skeptical Inquirer* Vol. 14 No. 2/Winter 1990. Wir danken den Autoren und dem Herausgeber für die freundliche Genehmigung der Übersetzung und des Nachdruckes.

Die totale Sonnenfinsternis am 11. Juli 1991

ANDREAS DILL

Die totale Sonnenfinsternis am Donnerstag, dem 11. Juli 1991, ist unter allen Ereignissen dieser Art besonders hervorzuheben. Der Grund dafür ist, daß die Totalität im zentralen Bereich der Totalitätszone eine Länge von fast 7 Minuten (6 m 54 s) erreicht und sich damit der theoretisch möglichen Maximaldauer annähert. Diese Finsternis gehört zum Saros-Zyklus 136, der in diesem Jahrhundert bereits drei totale Sonnenfinsternisse mit maximalen Totalitätslängen von > 7 Minuten gebracht hat. Tabelle 1 zeigt die Finsternisse dieses Zyklus im 20. und 21. Jahrhundert. Eine Reihe von Randbedingungen müssen erfüllt sein, damit die Totalitätsdauer in die Nähe des Maximalwertes von 7.5 Minuten rückt. Solche Finsternisse können nur im Juni oder Juli stattfinden, wenn sich die Erde im sonnenfernsten Teil ihrer Bahn aufhält und die Sonne den geringsten scheinbaren Durchmesser besitzt. Desweiteren muß der Mond im Perigäum stehen; in unserem Fall erreicht er es 10 Stunden vor dem Maximum der Finsternis in 357 599 km Entfernung von der Erde, dem Minimalwert des Jahres 1991. Schließlich muß die Finsternis in Äquatornähe stattfinden, wo zwei Effekte die Totalitätsdauer verlängern: Erstens bringt die Wölbung des Erdkörpers dort den Beobachter tiefstmöglich in den

Kernschatten des Mondes hinein, und zweitens führt dort die hohe Radialgeschwindigkeit der Erdrotation dazu, daß ein Beobachter am schnellsten der Kernschattenbewegung hinterhergeführt wird, daß also die Relativgeschwindigkeit des Mondschattens zur Erdoberfläche am geringsten ist. Einen groben Eindruck der Entfernung der Schattenachse vom Äquator erhält man durch den Wert γ in Tabelle 1, der ihren geringsten Abstand vom Mittelpunkt der Fundamentalebene (– Süd, + Nord) in Einheiten des Erdradius angibt.

Wir erleben zu unseren Lebzeiten den zentralen Teil dieses Saros-Zyklus, der insgesamt 71 Sonnenfinsternisse vom 14. Juni 1360 bis zum 30. Juli 2622 umfaßt. Wie man sieht, finden die Finsternisse zur Zeit in Äquatornähe statt und verlagern sich von Mal zu Mal weiter nach Norden. Bemerkenswert ist, daß auch die totale Sonnenfinsternis vom 7. Oktober 2135, die nach dem 11. August 1999 nächste totale Sonnenfinsternis in Mitteleuropa, zum selben Saros-Zyklus gehört. Das Maximum der Totalitätsdauer ist in diesem Zyklus aber bereits überschritten. Die Bedeutung der Finsternis am 11. Juli 1991 sei hiermit noch einmal unterstrichen: Die nächste Sonnenfinsternis mit einer größeren Totalitätsdauer wird erst am 13. Juli 2132 eintreten, und die mit einer Länge

> 7 Minuten gar erst am 25. Juni 2150. Diese beiden Finsternisse gehören allerdings auch zu einem anderen Saros-Zyklus, nämlich dem Zyklus 139.

Verlauf der Totalitätszone

Die Totalitätszone beginnt im Pazifik und überquert die Hauptinsel von Hawaii (das berühmte Mauna-Kea-Observatorium liegt innerhalb der Totalitätszone!). Der Verlauf in Mittelamerika wird in den Abbildungen 1 und 2 gezeigt. Die Totalitätszone durchläuft danach Kolumbien und endet im Amazonasgebiet. Die Werte in Tabelle 2 sollen es jedem Interessenten ermöglichen, sich die Zone selbst in eine Karte einzuzichnen.

Verlauf der Finsternis an ausgewählten Orten

Tabelle 3 enthält die Zeiten (Weltzeit UT) des Beginns der partiellen Phase (1. Kontakt), der totalen Phase (2. Kontakt), der Mitte der Finsternis, des Endes der totalen Phase (3. Kontakt) und der partiellen Phase (4. Kontakt) für einige Großstädte Mittelamerikas innerhalb der Totalitätszone. Die Sonnenhöhe während der Totalität ist bei allen hier angeführten Orten > 50 Grad. Für die Städte wurden folgende geografische Koordinaten und Höhen über dem Meeresspiegel angenommen:

Ort	Höhe über NN m	westl. Länge o	nördl. Breite o
Mexiko			
La Paz	0	110.4	24.2
Guadalajara	0	103.4	20.7
Ciudad de Mexico	2300	99.1	19.4
Oaxaca de Juárez	1900	96.7	17.1
Guatemala			
Guatemala	1500	90.5	14.6
Nikaragua			
Managua	0	86.3	12.2
Kostarika			
San José	1200	84.1	9.9

Wetter und Klima

Die Totalitätszone verläuft ausschließlich durch subtropische und tropische Klimabereiche. Betrachten wir hier nur Mexiko, das sicher das Hauptziel für Finsternisbeobachter sein wird.

Die Finsternis findet mitten in der mexikanischen Regenzeit statt. Nach oft leichten oder lockerer Bewölkung am Vormittag bilden sich nachmittags und abends regelmäßig schwere Gewitter, deren Wolkentürme bis zu 15 Kilometer hoch aufragen. Die Finsternis fällt gerade in die Tageszeit, in der die Verstärkung der Bewölkung beginnt. Die Abkühlung der Atmosphäre durch den herannahenden Mondschatten kann zwar die Verkleinerung und Auflösung konvektiver Wolken bewirken, dies gilt aber nicht für große Wolkenkomplexe, die vielleicht schon Regen bilden oder kurz davor stehen.

Allerdings darf man sich den täglichen Wetterablauf nicht so schematisch vorstellen, als daß nicht doch Chancen für eine erfolgreiche Beobachtung der Finsternis bestünden. Natürlich gibt es lokale Unterschiede und Tabelle 4 gibt die ungefähre Chance an, die Finsternis in der entscheidenden Phase zu sehen. Diese Werte sind aus Statistiken der Bewölkungsgrade über den Orten zur fraglichen Tageszeit abgeleitet.

Die besten Aussichten auf sonniges Wetter bietet die Westküste und die kalifornische Halbinsel, um die die Regenzeit einen Bogen macht. Dafür hat man dort ein gewisses Risiko auf Grund tropischer Zyklonen zu tragen, die diese Gebiete zuweilen sogar in Hurrikanstärke überqueren.

Die Himmelsumgebung der verfinsterten Sonne

In der tiefen Dunkelheit dieser großen totalen Sonnenfinsternis werden mühelos hellere Sterne zu sehen sein. Die Sonne steht im Sternbild Zwillinge, und mit ihr hoch über dem Horizont befindet sich das Wintersechseck. Für mexikanische Beobachtungsplätze findet man südöstlich der Sonne den Orion in 60 bis 80 Grad Horizonthöhe. Unweit seiner Kulminationsstellung südlich der Sonne steht Sirius in etwa 50 Grad Höhe. Verlängert man die Verbindungslinie Sonne-Sirius um etwa das Doppelte, gelangt

Abbildung 1: Verlauf der Totalitätszone in Mexiko

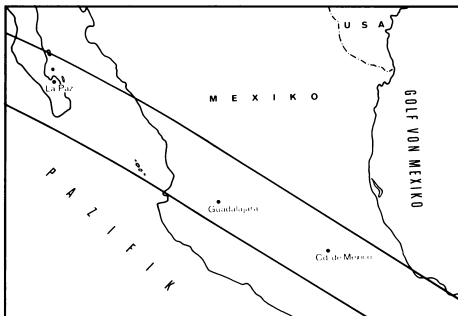


Abbildung 2: Verlauf der Totalitätszone in Mittelamerika

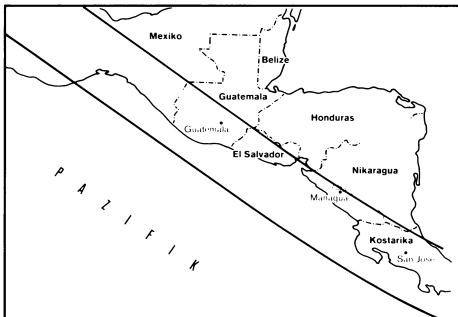
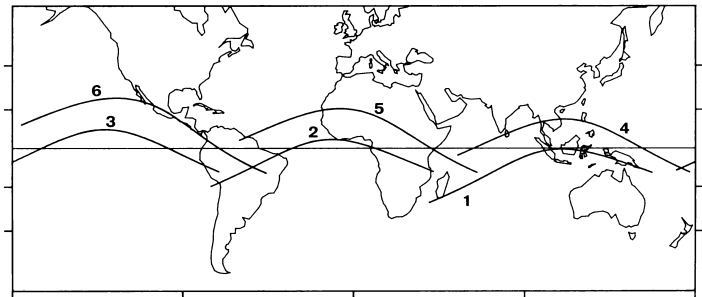


Abbildung 3: Verlauf der Zentrallinien aller Sonnenfinsternisse des Saroszyklus 136 im 20. Jahrhundert.

1–18. Mai 1901; 2–29. Mai 1919;
3–9. Juni 1937; 4–20. Juni 1955;
5–30. Juni 1973; 6–11. Juli 1991
(Zeichn. J. Meeus)



man zu Canopus, dem zweithellsten Stern des Himmels ($-0,9$ m), den wir Mitteleuropäer nur dem Namen nach kennen. Östlich der Sonne finden wir im Abstand bis 40 Grad der Reihe nach Merkur ($+0,1$ m), Jupiter ($-1,3$ m), Mars ($+2,0$ m) und Venus ($-4,2$ m).

Alle lokale Daten dieser Finsternis wurden unter der Annahme des Wertes $TD - UT = +58$ s berechnet.

Weitere Daten zur Beobachtung dieser Finsternis sind auf Anfrage beim Autor erhältlich. Literatur: [1] Jean Meeus: Elements of Solar Eclipses 1951 – 2200. – Richmond/Va. 1989

Tabelle 1
Saros-Zyklus 136 im 20. und 21. Jahrhundert

Datum	γ	maximale Totalitätsdauer m s	größte Breite der Zone km
1901 Mai 18	-0.36266^*	6 29*	239*
1919 Mai 29	-0.29557^*	6 50*	244*
1937 Jun. 8	-0.22548^*	7 04*	250*
1955 Jun. 20	-0.15296	7 08	254
1973 Jun. 30	-0.07871	7 04	256
1991 Jul. 11	-0.00429	6 54	258
2009 Jul. 22	$+0.06960$	6 40	258
2027 Aug. 2	$+0.14192$	6 23	259
2045 Aug. 12	$+0.21145$	6 06	259
2063 Aug. 24	$+0.27698$	5 49	257
2081 Sep. 3	$+0.33768$	5 33	254
2099 Sep. 14	$+0.39405$	5 18	249
...			
2135 Okt. 7	$+0.48823$	4 49	233

* Werte aus Meeus/Grosjean/Vanderleen: Canon of Solar Eclipses. Pergamon Press 1966

Tabelle 3
Verlauf der Finsternis an ausgewählten Orten (alle Zeiten in Weltzeit UT)

Ort	1. Kontakt			2. Kontakt			Mitte			3. Kontakt			4. Kontakt		
	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
La Paz	17	23	2	18	47	24	18	50	34	18	53	44	20	18	29
Guadalajara	17	41	47	19	9	4	19	12	11	19	15	18	20	38	6
Ciudad de Mexico	17	54	12	19	21	7	19	24	25	19	27	43	20	47	47
Oaxaca de Juárez	18	3	8	19	30	27	19	33	17	19	36	5	20	55	8
Guatemala	18	22	49	19	47	17	19	49	57	19	52	35	21	7	9
Managua	18	36	43	19	59	40	20	0	58	20	2	15	21	14	53
San José	18	45	11	20	5	9	20	7	45	20	10	21	21	19	53

Tabelle 2
Verlauf der Totalitätszone in Mittelamerika

westl. Länge o	UT			Zentrallinie			Höhe o	Breite km	Grenzkurven	
	nördl. Breite o	h	m	s	s	Dauer s			nördl. Breite o	nördl. Breite o
116	24.9849	18	36	53	402		73	256	26.1555	23.8122
114	24.6167	18	41	6	406		76	256	25.8008	23.4302
112	24.1663	18	47	31	410		79	257	25.3657	22.9642
110	23.6310	18	52	5	412		82	257	24.8473	22.4115
108	23.0082	18	58	49	413		85	258	24.2430	21.7699
106	22.2960	19	4	42	413		89	258	23.5509	21.0376
104	21.4934	19	10	42	412		88	258	22.7694	20.2139
102	20.6004	19	16	48	410		85	258	21.8980	19.2995
100	19.6182	19	22	59	406		81	257	20.9375	18.2962
98	18.5498	19	28	11	400		78	257	19.8899	17.2079
96	17.4000	19	34	23	394		74	256	18.7592	16.0402
94	16.1757	19	41	32	386		70	255	17.5514	14.8010
92	14.8855	19	47	35	378		67	254	16.2742	13.4996
90	13.5397	19	52	28	367		63	253	14.9373	12.1471
88	12.1501	19	58	9	359		60	252	13.5517	10.7554
86	10.7290	20	4	35	348		56	250	12.1297	9.3372
84	9.2886	20	9	45	338		52	248	10.6836	7.9044
82	7.8410	20	14	35	327		49	247	9.2256	6.4687
80	6.3969	20	18	5	317		46	245	7.7671	5.0403

Tabelle 4
Wahrscheinlichkeit, die
totale Phase
sehen zu können

Ort	Wahrscheinlichkeit %	Dauer der Totalität m s
La Paz	63	6 26
Mazatlan	34	5 41
Tuxpan	52	6 56
Tepic	26	6 42
Guadalajara	29	6 18
Mexico City	27	6 42
Puebla	43	6 27
Oaxaca	35	5 36
Salina Cruz	32	5 33
Tonala	32	6 29
Tapachula	33	6 20

2. Auflage des Sonnenuhrenkatalogs erscheint

Die Fertigstellung der 2. Aufl. des Sonnenuhrenkatalogs, der 1984 unter dem Titel „Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in der DDR“ in erster Aufl. erschien, steht kurz vor dem Abschluß. Er wird rd. 1400 Objekte für die Länder Mecklenburg, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen und Berlin (einschl. ehem. Berlin/West) enthalten.

Ab sofort können bei der Archenhold-Sternwarte (Alt-Treptow 1, O-1193 Berlin) Bestellungen aufgegeben werden. Der Preis beträgt 15,- DM, bei Abnahme mehrerer Exemplare wird ein Rabatt gewährt (5 Exempl. je 13,50 DM, 10 Expl. je 12,- DM, 15 Expl. je 10,50 DM).

J.H.

Komet Levy 1990 c

Besonders im Monat August wurde der Komet Levy zu einem sehenswerten Himmelsobjekt. Seit langem war ein Komet wieder mühelos mit dem freien Auge zu erkennen. Besondere Eindrücke hinterließen ohne Zweifel Fernglasbeobachtungen, die während des Durch-

ganges von Levy durch die Milchstraße im Adler gemacht werden konnten.

Wir geben hier zwei gelungene Amateuraufnahmen des Kometen wieder, bevor wir uns demnächst dieser Erscheinung näher widmen wollen.

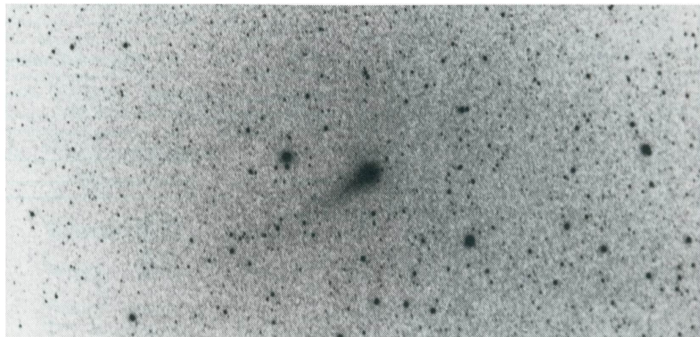
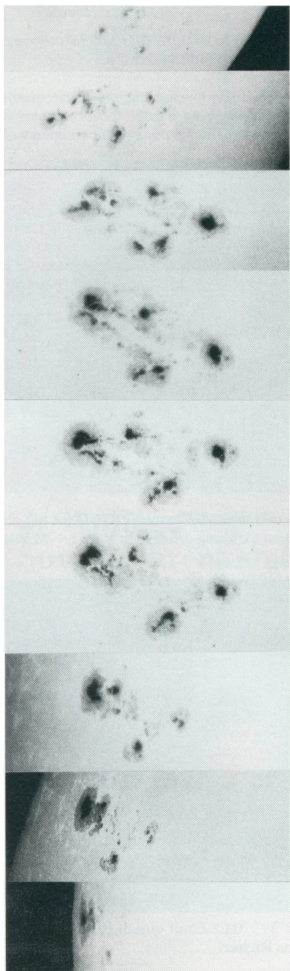


Abbildung 1: Komet Levy am 25. 7. 1990, fotografiert zwischen 1^h15^m und 1^h20^m MESZ mit einem Teleobjektiv 1.4/300 auf Kodak Tmax P3200. Die Bildentwicklung erfolgte in R 09 1 + 40 30 min. Bildautor: Axel Haubeiß, Ringleben



Abbildung 2: Komet Levy am 3. 8. 1990, 1^h69^m bis 2^h39^m MESZ mit einem Refraktor 110/750 auf TP 2415. Bildautoren: Steffen Fritsche und Marcus Richert



Im Monat Mai war vom 13. 05. bis zum 25. 05. eine sehr große Fleckengruppe auf der Südhalbkugel zu beobachten.

Ab dem 17. 05. war diese F-Gruppe auch mit bloßem Auge zu sehen.

Die nebenstehenden Aufnahmen wurden mit einem Refraktor R 110/1650 gewonnen. Für die Okularprojektion verwendete ich ein Polarisationshelioskop mit einem Okular 12,5-O.

Die Belichtungszeit betrug 1/1000 s.

verwendeter Film: NP 20

Holger Ackermann

Aufnahmedaten der Fotos
(von oben nach unten)

Datum	Uhrzeit in UT
14. 05. 90	14.41
15. 05. 90	13.33
17. 05. 90	10.00
18. 05. 90	13.48
19. 05. 90	07.30
20. 05. 90	09.10
22. 05. 90	14.32
23. 05. 90	09.25
24. 05. 90	12.35

Die periodischen Kometen des Jahres 1991

KARSTEN KIRSCH

Insgesamt 21 periodische Kometen werden im Jahr 1991 erwartet, allerdings wurden zwei von ihnen nur aus Gründen der Vollständigkeit hier aufgenommen. Mit der Wiederentdeckung von P/Metcalf und P/Harrington-Wilson wird nicht mehr gerechnet.

Für Amateure interessant ist zweifellos der Komet P/Machholz. Nachdem dieser Komet durch Mars und Jupiter im Jahr 1972 bzw. 1984 große Bahnänderungen erlitten hat ist er nun der mit der kleinsten Periheldistanz aller periodischen Kometen. Sie beträgt nur 0.13 AE (19.5 Mio km) und P/Machholz wird dadurch

1991 eine Helligkeit von etwa 1^m im Periphel erreichen. Es ist aber auch ein Komet extrem großer Bahnneigung von 60°, die ihn tief in den Süden führt. Wenn er danach wieder im Norden auftaucht, hat er nicht mehr als die 10. Größenklasse.

Der einzige bei uns günstig beobachtbare Komet wird 1991 P/Faye sein, mehr als die 10. Größenklasse ist hier aber auch nicht zu erwarten.

Bleibt uns nur die Hoffnung, daß eine Neuentdeckung einen hellen Kometen am Nordhimmel bringt.

Komet P/Faye

Bahnelemente (nach Marsden, MPC 13043):

Periheldatum	1991 11 16.19368	Perihellänge	203.95376 (1950)
Periheldistanz	1.5933855	Knotenlänge	198.88006
Exzentrizität	0.5781845	Bahnneigung	9.09095

Ephemeride (berechnet von M. Rätz):

Datum	Rekt.	Dekl.	dS	dE	El	Mag
1991 08 22	1 ^h 08 ^m 3	+ 14° 28'	1.82	1.03	126	12.2
1991 09 01	1 19.3	+ 14 42	1.77	0.92	133	11.8
1991 09 11	1 28.6	+ 14 24	1.73	0.83	141	11.5
1991 09 21	1 35.8	+ 13 30	1.70	0.75	150	11.2
1991 10 01	1 40.8	+ 11 57	1.66	0.69	159	10.9
1991 10 11	1 43.9	+ 9 51	1.64	0.64	169	10.7
1991 10 21	1 45.7	+ 7 25	1.62	0.62	177	10.6
1991 10 31	1 47.2	+ 4 57	1.60	0.62	169	10.5
1991 11 10	1 49.8	+ 2 51	1.59	0.63	159	10.5
1991 11 20	1 54.4	+ 1 22	1.59	0.66	149	10.6
1991 11 30	2 01.5	+ 0 38	1.60	0.71	140	10.8
1991 12 10	2 11.2	+ 0 37	1.61	0.77	133	11.0
1991 12 20	2 23.3	+ 1 13	1.63	0.85	126	11.3
1991 12 30	2 37.6	+ 2 16	1.66	0.93	120	11.5
1992 01 09	2 53.6	+ 3 37	1.69	1.03	114	11.8
1992 01 19	3 11.0	+ 5 10	1.72	1.13	109	12.1

Periodische Kometen des Jahres 1991

Name	Perihel	q	P	letztes Perihel	n	Quelle	m max
Russel 1	1991 01 05	2.2	7.6	1985	2	MPC 13046	19
Metcal f	1991 01 09	1.6	7.8	1906	1	SkyScan	
Swift-Gehrels	1991 02 23	1.4	9.2	1981	3	MPC 13045	14
Wolf-Harrington	1991 04 05	1.6	6.5	1984	7	MPC 13057	14
Haneda-Campos	1991 04 10	1.2	6.3	1978	1	MPC 13045	16
Van Biesbroeck	1991 04 25	2.4	12.4	1978	3	MPC 13042	15
Hartley 1	1991 04 29	1.8	5.9	1985	1	MPC 13045	
Arend	1991 05 26	1.9	8.0	1983	5	MPC 13042	16
Harrington-Abell	1991 07 07	1.8	7.6	1983	5	MPC 13045	19
Kowal-Mrkos	1991 07 19	2.7	9.2	1984	1	MPC 13045	
Machholz	1991 07 22	0.1	5.2	1986	1	MPC 14748	1
Harrington-Wilson	1991 07 26	1.9	6.7	1951	1	SkyScan	
Takamizawa	1991 08 18	1.6	7.2	1984	1	MPC 13045	
Tsuchinshan 1	1991 08 30	1.5	6.6	1985	4	MPC 13057	16
Skiff-Kosai	1991 09 15	2.8	7.5	1976	1	MPC 13042	
Hartley 2	1991 09 17	1.0	6.3	1985	1	MPC 13046	
Wirtanen	1991 09 21	1.1	5.5	1986	6	MPC 13046	14
Arend-Rigaux	1991 10 03	1.4	6.8	1984	6	MPC 13041	13
Faye	1991 11 16	1.6	7.3	1984	18	MPC 13042	11
Shoemaker 1	1991 12 19	2.0	7.3	1984	1	MPC 13046	
Kowal 2	1991 12 28	1.5	6.5	1979	1	MPC 13046	

(Nach dem Namen des Kometen und dem Tag des Periheldurchgangs steht die Periheldistanz, die Umlaufzeit, das Jahr des letzten beobachteten Periheldurchgangs, die Anzahl der bisher beobachteten Periheldurchgänge, die Quelle der Bahnelemente und teilweise die erwartete größte Helligkeit).

Streifende Sternbedeckungen 1991

WOLFGANG ROTHE

Nachstehend sind die 1991 in der DDR relativ aussichtsreich beobachtbaren streifenden Sternbedeckungen aufgelistet, die von J. Meeus (Belgien) berechnet wurden. Den Schwierigkeitsgrad der Beobachtung erkennt man bei Beachtung der angegebenen Werte, insbesondere der Sternhelligkeit, der Sternhöhe, des beleuchteten Mondteils und des Hörnerwinkels. Die Grenzkurven sind wieder

durch ein Polynom 2. Grades angenähert. Damit sind für beliebige Längen L im Intervall von 10° bis 15° Ost die zugehörigen Breiten B_L mit einem Fehler von max. $\pm 2''$ zu berechnen:

$$B_L = B_0 + B_1 \times L + B_2 \times L^2$$

Alle Angaben sind in dezimal geteiltem Grad; östl. Länge positiv.

Es bedeuten

NR = fortlaufende Ereignisnummer für Tabelle und Karte

H = Höhe

A = Azimut (grob genähert)

MAG = Helligkeit

* = Werte für Stern

CA = Hörnerwinkel, positiv bei dunklem, negativ bei hellem Rand, S südliche, N nördliche Grenze

H SO = Sonnenhöhe

K = beleuchteter Mondanteil, positiv zunehmend, negativ abnehmend

B0, B1

B2 = Polynomkoeffizienten

UT = Zeiten für Ereignismitte; Mittelwerte für die ehemalige DDR, die in west-östlicher Richtung bis zu ± 5 min streuen.

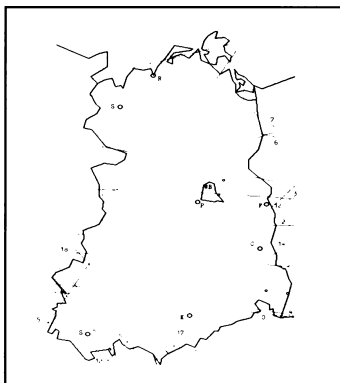
Die Dauer der streifenden Bedeckungen beträgt je nach genauem Beobachterstandort wenige Sekunden bis mehrere Minuten, so daß die Beobachtung hinreichend zeitig begonnen werden muß.

Zur schnellen Orientierung über die Lage der Bedeckungslinien benutze man die beigefügte Karte. Mondrandprofile lagen bei Abfassung des Manuskriptes noch nicht vor.

Über die anzuwendenden Beobachtungsmethoden und über weitere, allerdings wesentlich schwieriger zu beachtende Ereignisse können sich interessierte Beobachter beim Arbeits-

kreis „Sternbedeckungen“, Sternwarte „Juri Gagarin“, Mansberg 18, Fach 11-16, Eilenburg 7280, informieren.

Weitere Details der einzelnen Ereignisse zur Vorbereitung von Beobachtungen oder zur nachträglichen Auswertung (evtl. auch Mondrandprofile) können bei ernsthaften Beobachtungsabsichten unter Angabe der Ereignisnummer angefordert werden bei Wolfgang Rothe, Köpenicker Landstr. 266, Berlin 1195. Meßergebnisse nach erfolgreichen Beobachtungen bitte an Dietmar Büttner, Keplerstraße 56, Karl-Marx-Stadt 9030.



Nr	Datum	UT	mag	H	A	CA	H	K	B0	B1	B2
	JJMMDD	HH.MM	*	*	*		So	%	dez.	dez.	dez.
0	910104	22.10	6.6	15	105	3S	-59	-78	51.2796	0.02027	-0.00367
1	910111	5.36	7.2	12	155	10S	-16	-19	58.7852	-0.73465	-0.001550
2	910221	18.07	7.0	58	220	3N	-15	48	50.8941	0.14920	-0.004712
3	910221	18.38	6.8	55	230	4N	-20	48	52.1214	0.08840	-0.004487
4	910221	19.10	6.6	52	240	5N	-24	48	51.3824	0.03330	-0.004550
5	910221	19.36	6.6	49	250	6N	-28	48	51.3086	-0.01320	-0.004550
6	910221	19.49	7.3	46	250	6N	-30	49	54.6811	-0.03415	-0.004250
7	910221	23.01	6.4	19	285	9N	-46	50	59.0825	-0.33440	-0.003600
8	910223	23.13	7.0	36	265	12N	-50	72	55.4776	-0.41295	-0.005250
9	910420	20.58	6.8	33	265	13N	-20	43	58.6343	-0.62430	-0.003600
10	910517	21.19	7.4	10	290	10N	-15	19	59.5773	-0.89535	-0.009550
11	910901	3.33	6.1	60	160	1N	-7	-57	49.0109	0.37615	-0.005537
12	911016	20.19	5.2	13	220	14S	-37	61	42.4897	0.76583	-0.006367
13	911017	18.20	6.4	21	175	12S	-19	69	41.8221	0.88800	-0.001750
14	911018	23.08	7.2	13	240	12S	-48	79	46.3857	0.43075	-0.004738
15	911028	0.15	7.0	46	120	2S	-45	-75	51.6912	0.26375	-0.004150
16	911128	1.13	6.7	29	120	6S	-49	-57	53.8780	-0.02540	-0.003900
17	911217	18.33	6.4	54	160	9S	-32	82	43.3387	0.66095	-0.007650
18	911223	22.32	6.3	39	125	1S	-60	-91	51.4720	0.06210	-0.003977

Gegenseitige Bedeckungen und Verfinsterungen der Jupitermonde 1991

Im Herbst 1990 begann eine Serie von gegenseitigen Verfinsterungen und Bedeckungen der vier großen Jupitermonde, die sich 1991 fortsetzt. Wir geben hier die Daten der Ereignisse, die an unserem Nachthimmel zu sehen sein werden. Die Berechnungen wurden von Jean Meeus mit Hilfe der Theorie von P. Lieske ausgeführt und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Die Tabellen geben in der zweiten Spalte die mitteleuropäische Zeit der geringsten scheinbaren geozentrischen Distanz zwischen den

Zentren beider Monde. In der vierten Spalte steht p für partielle bzw. r für ringförmige Verfinsterungen und Bedeckungen. Alle totalen Bedeckungen, die 1991 stattfinden, werden bei uns nicht zu sehen sein.

Die fünfte und sechste Spalte enthält die **halbe** Dauer der partiellen und ringförmigen Phase in Sekunden. In der siebten Spalte schließlich findet sich die Größe der Bedeckung, das heißt der Bruchteil vom Durchmesser des zweiten Mondes, der vom ersten Mond während der maximalen Phase bedeckt wird, in Prozent.

Gegenseitige Verfinsterung der Jupitermonde 1991

Datum	MEZ h m	Monde	Typ	Halbe p (s)	Dauer r/t (s)	Größe (%)	Bemerkung
Jan.	1 23 53	2 verf. 3	p	223		10	
	9 4 03	2 3	p	419		27	
	11 21 00	2 1	r	891	117	73	1
	12 2 53	2 1	r	582	117	66	
	18 19 17	2 1	p	822		57	2
	19 5 59	2 1	r	376	81	64	
	22 19 23	2 1	r	328	72	62	
	23 21 23	2 3	p	503		2	
	29 22 03	2 1	r	266	62	60	
Feb.	6 0 36	2 1	r	228	56	58	
	13 3 05	2 1	r	201	54	56	
	23 18 43	2 1	r	173	52	54	
Mrz.	1 17 31	4 2	p	411		38	
	2 21 05	2 1	r	159	49	52	
	9 23 26	2 1	r	146	45	51	
	17 1 46	2 1	r	135	37	49	
Apr.	1 23 57	3 2	p	25		2	
	10 21 49	2 1	p	86		25	
	18 0 05	2 1	p	63		13	
	29 22 12	1 2	r	96	19	63	
	29 23 18	2 4	r	572	378	20	
Mai	7 21 29	3 1	p	83		19	
Jun.	7 22 39	1 2	p	75		18	
	16 21 44	2 3	r	112	99	5	

Bemerkungen: 1 Mond I befindet sich bis 20 : 10 vor dem Jupiter

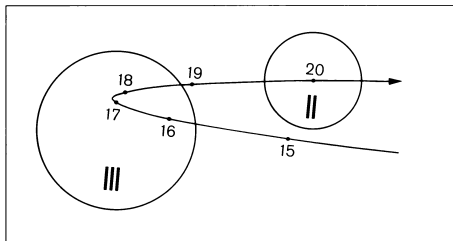
2 Ab 19 : 36 überquert Mond I die Jupiterscheibe

Gegenseitige Bedeckungen der Jupitermonde 1991

Datum	MEZ		Monde		Typ	Halbe	Dauer	Größe	Bemer-
	h	m				p (s)	r/t (s)	(%)	kung
Jan.	2	2	40	2 bed. 3	r	595	82	59	
	4	19	06	2 1	p	927		56	
	5	1	19	2 1	p	568		36	
	11	18	47	2 1	p	884		78	1
	12	4	05	2 1	p	410		43	
	14	23	30	2 1	p	247		8	
	18	18	27	2 1	p	1091		81	
	22	2	47	2 1	p	938		22	
	22	6	00	2 1	p	1600		62	
	22	19	43	2 1	p	328		56	
	23	17	42	2 3	r	7360	1830	59	2
	29	22	00	2 1	p	298		66	
Feb.	6	0	13	2 1	p	275		77	
	13	2	24	2 1	r	254	16	86	
	20	4	34	2 1	p	233		84	
	21	2	08	3 4	p	3880		51	
	23	17	39	2 1	p	222		77	
Mrz.	2	19	48	2 1	p	201		64	
	9	21	58	2 1	p	178		52	
	17	0	09	2 1	p	153		40	
	18	0	53	4 3	p	5870		21	
	24	2	20	2 1	p	129		29	
Apr.	10	19	53	2 1	p	69		9	
	17	22	08	2 1	p	48		5	
	25	0	24	2 1	p	36		3	
Mai	26	22	46	2 1	p	89		27	
	28	22	44	3 2	p	39		2	

Bemerkungen: 1 Beide Monde befinden sich vor der Jupiterscheibe.
2 siehe Abbildung 1

Relative Positionen der Monde II und III am 23. Januar 1991. Süden ist oben. Die Punkte 15, 16 etc. geben die Positionen des Zentrums von Mond II relativ zu Mond III um 15:00, 16:00 etc. Weltzeit.



Zentralmeridiane des Saturn und Positionen seiner Satelliten 1991

KARL-HEINZ BÜCKE

Die Zentralmeridiane dienen zur Vorbereitung und Auswertung von Beobachtungen, bei denen Einzelheiten auf der Planetenoberfläche erkannt werden. Da aber die Planetenoberfläche verhältnismäßig klein und kontrastarm erscheint, gelingen solche Beobachtungen nur an größeren Instrumenten. Es werden deshalb nur wenige Amateure diese Zentralmeridiane benötigen. Anders ist es bei der Beobachtung der Satelliten. Je nach Größe des Fernrohres werden ein bis fünf Satelliten sichtbar.

Analog zu Jupiter werden auch für Saturn drei Zentralmeridiane verwendet:

System I nach IAU	Äquatorzone
System II nach ALPO	tropische Zonen
System III nach IAU	Radiostrahlung

Die Tabellenwerte sind auf $\pm 0,5$ genau. Eine genäherte Interpolation mit den gegebenen täglichen synodischen Änderungen reicht für einige Anwendungen aus. Hierzu ein Beispiel:

Gesucht wird der Zentralmeridian System I für August 27, 23^h UT:

$$64,5 + 844,27(7 + 23/24) = 6783,48 \approx 303^\circ$$

Die Ergebnisse sind auf ganze Grade zu runden, Abweichungen bis zu 2° sind möglich. In diesem Jahr blicken wir auf die um 20° geneigte Nordhalbkugel.

Von innen nach außen umkreisen Tethys, Dione, Rhea, Titan und Japetus den Planeten. Die Bahnebenen stimmen nahezu mit der Ebene des Saturnäquators überein. Nur die Japetusbahn befindet sich in einer anderen Lage. Deshalb ist Japetus 1991 und in den Folgejahren während der Konjunktionen von der Erde aus gesehen noch innerhalb der Titanbahn. Da Japetus nur in den westlichen Elongationen in mittleren Fernrohren sichtbar ist, wurde aus Platzgründen auch nur dieser Bahnabschnitt dargestellt. Während Titan schon in Fernroh-

ren mit 50 mm Öffnung sichtbar ist, benötigt man für Japetus in den westlichen Elongationen und Rhea 80 mm und für Tethys und Dione 110 mm Öffnung. Für Japetus sind in den östlichen Elongationen bis zu 200 mm Öffnung notwendig.

Die Positionen der Satelliten sind nach Berechnung der Längen in der Bahn aus der Abbildung ablesbar. Dazu sind die Bahnen von Japetus und Titan mit Gradteilungen versehen. Für die drei inneren Satelliten ist die Teilung der Bahn von Titan zu verwenden und zum Zentrum hin zu projizieren. Günstig ist es, ein Blatt Transparentpapier auf die Zeichnungen zu legen und dort die Positionen einzutragen.

Die Längen in der Bahn können schnell mit den Werten der Tabelle berechnet werden. Für eine genäherte Interpolation genügen hierfür ebenfalls die mittleren täglichen synodischen Änderungen.

Für Titan und Japetus, die sich auf elliptischen Bahnen bewegen, sind mittlere Längen gegeben, die zur Identifizierung ausreichen. Für höhere Ansprüche ergeben sich die wahren Längen durch Anfügen der Mittelpunktgleichung f. Genähert gelten für 1991 folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{für Titan} \quad f &= 3,3 \sin(l + 158^\circ) \\ \text{für Japetus} \quad f &= 3,2 \sin(l + 115^\circ) \end{aligned}$$

Die Interpolation mit den gegebenen synodischen Änderungen kann zu Abweichungen von mehr als einem Grad führen, weil die Veränderungen der Relativbewegung Erde-Saturn unberücksichtigt bleiben. Genauere Werte erhält man mit den realen täglichen Änderungen, die entsprechend folgendem Beispiel berechnet werden können:

Gegeben sind für System I die Zentralmeridiane:

Mai 20	141,5	
Juni 0 = Mai 31	69,7	288,2

Die Anzahl der Rotationen innerhalb dieser 11 Tage erhält man aus

$$\frac{\text{mittl. täg. Änd.}}{360^\circ} \cdot \text{Anzahl der Tage}$$

$$= \frac{844,27}{360^\circ} \cdot 11$$

$$= 25,7 \dots$$

Aus diesem ganzzahligen Teil und dem oben gefundenen Winkel erhält man die reale synodische Änderung für die Zeit vom 20. bis 31. Mai:

$$(25 \cdot 360^\circ + 288,2) : 11 = 844,38$$

(Diese Ephemeriden wurden mit Formeln des Verfassers gerechnet.)

Saturn und Satelliten (0^h UT)

		Zentralmeridiane			Längen in der Bahn				
		I	II	III	Tethys	Dione	Rhea	Titan	Jaquetus
März	0	151,8	304,3	173,5	278,9	180,9	91,8	176,7	198,8
	10	314,3	143,9	1,0	25,0	55,3	167,8	41,5	243,2
	20	117,1	343,6	188,6	131,2	289,8	243,8	266,4	287,6
April	0	44,2	275,4	107,1	68,1	295,9	39,6	154,0	336,8
	10	207,4	115,5	295,2	174,7	170,8	116,0	19,1	21,6
	20	10,7	315,8	123,4	281,3	45,8	192,4	244,3	66,4
Mai	0	174,1	156,2	311,8	28,1	280,9	269,0	109,8	111,5
	10	337,7	356,8	140,3	135,1	156,1	345,8	335,4	156,7
	20	141,5	197,5	328,9	242,2	31,6	62,8	201,1	202,0
Juni	0	69,7	130,4	248,6	180,2	38,7	219,5	89,7	252,1
	10	233,6	331,3	77,4	287,6	274,5	296,8	315,8	297,7
	20	37,6	172,2	266,3	35,1	150,3	14,1	182,0	343,6
Juli	0	201,6	13,2	95,2	142,8	26,3	91,7	48,2	29,5
	10	5,5	214,1	284,1	250,4	262,3	169,2	274,7	75,5
	20	169,4	55,0	112,9	358,1	138,4	246,8	141,2	121,5
Aug.	0	97,5	347,8	32,5	296,6	146,1	44,2	30,3	172,3
	10	261,1	188,4	220,9	44,3	22,1	121,8	256,8	218,3
	20	64,5	28,9	49,4	151,9	258,1	199,4	123,3	264,3
Sept.	0	352,0	321,0	328,3	90,1	265,5	356,5	12,2	314,8
	10	155,0	161,0	156,2	197,4	141,3	73,9	238,4	0,6
	20	317,7	0,8	343,9	304,7	16,9	151,1	104,5	46,3
Okt.	0	120,2	200,3	171,3	51,7	252,4	228,1	330,4	91,8
	10	282,5	39,6	358,6	158,5	127,6	305,0	196,2	137,1
	20	84,4	238,6	185,5	265,1	2,6	21,6	61,7	182,4
Nov.	0	10,4	169,3	103,0	202,2	9,0	177,7	309,7	231,9
	10	75,6	172,2	8,1	289,7	308,5	243,7	254,0	174,9
	20	333,7	206,6	116,2	54,6	118,2	330,2	40,1	321,6
Dez.	0	135,3	45,3	302,8	160,7	352,8	46,3	265,0	6,3
	10	296,8	243,8	129,2	266,6	227,1	122,2	129,9	50,7
	20	98,2	82,3	315,6	12,5	101,4	198,1	354,6	95,1
mittl. tägl. synod. Änd.		844,27	811,97	810,76	190,67	131,50	79,66	22,54	4,50

Himmelserscheinungen

November 1990 – Januar 1991

Mercur ist im November nicht zu sehen. Anfang Dezember erreicht er die größte östliche Elongation von der Sonne. Zwischen dem 2. und dem 17. Dezember geht er mehr als eine Stunde nach der Sonne unter und kann am Abendhimmel mit dem Fernglas gefunden werden (s. Abbildung 1). Im Januar ist er dann günstig am Morgenhimmel zu beobachten. Die **Venus** ist zunächst nicht mit dem bloßen Auge zu sehen. Erst Ende Dezember beginnt ihre Abendsichtbarkeit, die in der ersten Hälfte des Jahres 1991 eine großartige Erscheinung werden wird.

Mars befindet sich im Höhepunkt dieser Beobachtungsperiode und ist die ganze Nacht über im Stier als helles rotes Gestirn zu sehen. Ende Dezember steht er dicht unterhalb der Plejaden. **Jupiter** steht den größten Teil der Nacht über dem Horizont und geht Anfang November noch spät abends, Ende Dezember schon am frühen Abend auf. Am 29. Januar kommt er in Opposition zur Sonne. **Saturn** ist im Monat November noch über dem Südwesthorizont zu sehen und verschwindet im Dezember im hellen Lichtkreis der Sonne.

November

2. November

An diesem Abend ist Vollmond, und zwar exakt um 22:48 MEZ.

Wer zu diesem Zeitpunkt sein Fernrohr auf den Mond richtet, wird vielleicht überrascht sein, am südlichen Mondrand einige Krater und eine sehr kleine Phase zu sehen. Mondberge und Mondkrater sind normalerweise wegen ihres Schattenwurfes bei seitlich einfallendem Sonnenlicht sichtbar. Bei Vollmond jedoch trifft das Sonnenlicht von der Erde aus gesehen frontal auf die „Mondscheibe“. Auch der Blick in eine MondepheMERIDE zeigt, daß unser Mond in der ekliptikalischen Länge 180 Grad von der Sonne entfernt ist. Woher also kommt der Schattenwurf?

Die Auflösung des Rätsels liegt in der Betrachtung der ekliptikalischen Breite: Wir stellen fest, daß der Mond sich zur Vollmondzeit 5 Grad

nördlich der Ekliptik aufhält, ziemlich genau in der Mitte zwischen dem aufsteigenden und absteigenden Knoten seiner Bahn. Heute abend ist also der Vollmond in Wirklichkeit an der Himmelssphäre nur 175 Grad von der Sonne entfernt.

3. November

Heute gehen alle Uhren am stärksten vor, das heißt, die Zeitgleichung erreicht heute das positive Maximum in diesem Jahr mit + 16 Minuten und 25 Sekunden.

5. November

Gegen 3 Uhr MEZ steht der Mond etwa 3 Grad nördlich des **Mars**. Schon am Abend zuvor bilden Mond und Aldebaran eine schöne Konfiguration (s. Abbildung 2).

13. November

Am frühen Morgen kommt es zu einer teilweisen gegenseitigen Bedeckung des Jupitermondes **3 Ganymed** durch **2 Kallisto**. Die Bedeckung dauert 7 Minuten, und zur Zeit des Maximums um 2:48 MEZ bedeckt **Kallisto** 21% des Durchmessers von **Ganymed**. Diese Erscheinung kann am erfolgreichsten bei ruhiger Luft und starker Vergrößerung beobachtet werden. Auch am 20. November sowie am 25. und 28. Dezember können wir solche gegenseitigen Bedeckungen erleben.

15. November

Planetoid **4 Vesta** in Opposition. Der Planetoid kann mit einem Fernglas im Sternbild Stier gefunden werden. (s. auch unsere Aufsuchkarte im Heft 4/90 unserer Zeitschrift)

20. November

Mars erreicht heute seinen geringsten Erdbandstand mit 77 330 000 km (0.51692 AE). Da die Bahnen von Erde und Mars keine Kreise sind, fällt der Zeitpunkt der größten Erdnähe nicht mit dem der Opposition zusammen (s. 27. November)

20. November

Teilweise Bedeckung von Jupitermond **3 Ganymed** durch **2 Kallisto**. Die Bedeckung dauert 9 Minuten, der maximale Bedeckungsgrad beträgt 6 : 10 MEZ 41 %.

27. November

An diesem Abend befinden sich alle vier großen Jupitermonde auf derselben Seite des Planeten.

27. November

Mars steht gegen 21 Uhr MEZ in Opposition zur Sonne. Nach der großen Opposition im Jahre 1988 kommt der Planet der Erde diesmal nicht so nah. Dafür erreicht er sehr große Höhen über dem Horizont, so daß sehr günstige Beobachtungsbedingungen herrschen (s. unseren Beitrag in Heft 3/1990).

Dezember**2. Dezember**

Gegen 12 Uhr geht der Mond durch das Perigäum, den erdnächsten Punkt seiner Bahn. Da die Mondbahnellipse auf Grund verschiedener äußerer Störungen ständigen Verformungen unterworfen ist, verändern sich auch die Minimal- und Maximalabstände des Mondes von der Erde. Der heutige Minimalabstand ist mit 356 525 km der Rekord seit dem 25. Februar 1975. Damals war der Mond bis auf 356 517 km an die Erde herangekommen.

Außerdem ist heute Vollmond, so daß man heute die Mondscheibe mit maximalem scheinbaren Durchmesser sehen wird.

9. Dezember

Am frühen Morgen finden zweimal zwei Erscheinungen im Jupitermondsystem fast gleichzeitig statt: Um 3.32 Uhr verschwindet Mond I und wenige Minuten später erscheint Mond II am östlichen Jupiterrand. Gegen 5.46 Uhr verschwindet IV am östlichen Rand und kurz danach erscheint I wieder am westlichen Rand.

12. Dezember

Ab heute sollte man besonders auf die **Geminiden** achten, einen Meteorstrom, der wohl wegen der kalten Jahreszeit nicht so populär ist, wie die Perseiden im August. Das Maximum

der Aktivität ist am 14. Dezember zu erwarten. Dann können bis zu 60 Meteore in der Stunde gesehen werden. Wenige Tage vor Neumond wird der Nachthimmel sehr günstige Beobachtungsbedingungen bieten.

20. Dezember

In der Nacht vom 21. zum 22. Dezember befinden sich alle vier großen Jupitermonde östlich des Planeten.

22. Dezember

Um 4 : 07 Uhr erreicht die Sonne den Winterpunkt ihrer Bahn und gleichzeitig die südlichste Position am Himmel. Es ist Winteranfang und die Tage sind bei uns am kürzesten.

25. Dezember

Am frühen Morgen des 25. Dezember sind zwischen 0 : 44 Uhr und 1 : 08 Uhr die Schatten der Monde I und II gleichzeitig auf dem Planeten zu sehen.

Januar 1991

Von 2^h37^m bis 3^h45^m fallen die Schatten der Monde I und II gleichzeitig auf den Jupiter. Ein Fernrohr ab 80 mm Öffnung wird nötig sein, um dies bei ruhiger Luft sehen zu können.

1. Januar

An diesem Tag wird die Gelegenheit sein, den Planeten Saturn in einer ungewöhnlichen Position zu sehen, gutes Wetter vorausgesetzt. Gegen 16 Uhr steht nämlich die Venus 1°11', südlich des vier Größenklassen schwächeren Saturn. Die zwei Planeten stehen nur 15° östlich der Sonne, so daß man kurz nach Sonnenuntergang versuchen sollte, sie über dem südwestlichen Horizont zu finden.

1. Januar

Planetoid 532 Herculina in Opposition. Zur Zeit findet man diesen Planetoiden in den Zwillingen (s. Ephemeride).

2. Januar

Dieser Abend bietet ein besonders seltenes Schauspiel: Von 21^h42^m bis 22^h53^m wird der Jupiter im Fernrohr ohne Monde erscheinen. Als letztes wird Mond I zu sehen sein, bevor er beginnt, vor der Jupiterscheibe zu wandern. Die Monde II und III sind zu dieser Zeit vom Jupi-

ter bedeckt, während sich Mond IV im Schatten des Planeten befindet. 22^h53^m tritt Mond III hinter dem Jupiter hervor und ist eine ganze Weile allein zu sehen, bevor 23^h43^m Mond II erscheint. Eine Viertelstunde später endet der Vorübergang von I. Daß Jupiter ohne Monde erscheint, wird erst am 27. August 1997 wieder passieren.

Und während dieses Spektakels wird sich der fast volle Mond am Jupiter vorbeibewegen und gegen 23 Uhr 3° südlich in Konjunktion kommen, ein schöner Anblick!

3. Januar

4^h steht die Erde im Perihel ihrer Bahn. Sie hat damit den geringsten Abstand zur Sonne (0,9832809 AE oder 147,097 Mill. Kilometer) und die höchste Bahngeschwindigkeit (30,3 km/s) in diesem Jahr.

3. Januar

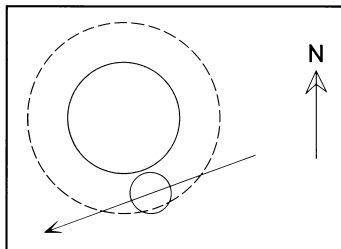
Maximum des Meteorstromes der Quadranten. Dieser Strom hat seinen Namen vom einstigen Sternbild Quadrant, dessen Gebiet heute zum Bootes (Bärenhüter) gehört. Bemerkenswert ist das spitze Maximum der Aktivität dieses Stromes, das 1991 am 4. Januar gegen 5 Uhr erwartet wird. Beobachtungen werden diesmal jedoch durch das helle Mondlicht gestört.

4. Januar

Frühlingsanfang für die nördliche Marshälfte.

7. Januar

Perihelopposition des Planetoiden 5 Astraea. Astraea steht im Sternbild Zwillinge und ist bei dieser Opposition heller, als bei den meisten anderen (s. Ephemeride)



8. Januar

Von 4^h31^m bis 6^h21^m fallen die Schatten der Monde I und II gleichzeitig auf den Jupiter. Während des Vorübergangs wird Mond I partiell durch Mond II bedeckt (6^h42^m bis 7^h11^m), was man allerdings nicht sehen können.

14. Januar

Merkur erreicht gegen 10 Uhr seine größte westliche Elongation (23°41') und ist am Morgenhimmel in diesen Tagen gut mit dem Fernglas oder sogar mit dem bloßen Auge zu sehen.

15. Januar

Für Südost-Australien, Tasmanien und Neuseeland findet heute eine ringförmige Sonnenfinsternis statt. Die Zone der ringförmigen Verfinsternung wird maximal 361 km breit, die größte Dauer der ringförmigen Phase ist 7 min 55 sec. Da die Zentrallinie über die Datums-grenze läuft, kommt es zu einem kleinen Kuriosum: Die ringförmige Verfinsternung beginnt westlich von Australien am Morgen des 16. Januar und endet im Stillen Ozean am Abend des 15. Januar.

18. Januar

9 Uhr steht Saturn in Konjunktion mit der Sonne. Da Saturn sich nahe der Ekliptik befindet, wird er dabei durch die Sonne bedeckt, was man natürlich wegen des hellen Sonnenlichtes nicht beobachten kann.

25. Januar

16 Uhr steht der Mond 2 Grad nördlich des Mars.

25. Januar

Von 21^h59^m bis 23^h32^m fallen die Schatten der Monde I und II gleichzeitig auf den Jupiter.

Weg des Mondes durch den Halbschatten der Erde während der Mondfinsternis am 30. Januar 1991. (Zeichnung: J. Meeus)

30. Januar

In der Morgendämmerung ist eine Halbschattenfinsternis des Mondes zu sehen. Der Mond durchläuft also einen wenig auffallenden Teil des Erdschattens. Das Maximum der Finsternis findet 6^h59^m statt. Zu diesem Zeitpunkt be-

trägt die Größe der Halbschattenfinsternis 88 %. In den Minuten um das Maximum wird man ohne Mühe am oberen (zenitzugewandten) Rand des Vollmondes schwache graue Schleier wahrnehmen. Etwa drei Grad nördlich findet sich der hellstrahlende Jupiter.

Astronomischer Fachausschuß Ostsachsen übernimmt BfA-Arbeit

THOMAS RATTEI Astroclub Radebeul

Die Tätigkeit des Dresdner Bezirksfachausschusses Astronomie und Raumfahrt des Kulturbundes e. V. setzt nunmehr der Astronomische Fachausschuß Dresden fort. Das beschlossen die BfA-Mitglieder in ihrer Sitzung vom 6. 10. 1990 in der Sternwarte Sohland. Hauptziel bleibt die Wahrung des direkten Kontaktes zwischen den astronomischen Vereinigungen und Sternwarten im ostsächsischen Raum. So werden Astrotagungen, Jugendlager und Ausstellungen organisiert, der Arbeitskreis Astrofotografie an der Sternwarte Radeberg unterstützt. Erfahrungen und fachliche Hinweise ausgetauscht. Der AFO gibt ein Mitteilungsblatt heraus, das von aktuellen Ephemeriden über Vortragsangebote bis hin zu Vorstellungen und Tätigkeitsberichten ein-

zelner Sternwarten und astronomischer Vereinigungen reicht. Sitz des AFO ist die Volks- und Schulsternwarte Sohland (O-8606 Sohland). In den AFO-Vorstand wählen die Mitglieder als Vorsitzenden Wolfgang Knobel (Sternwarte Sohland, Tel. Sohland 72 70), als Stellvertreter Lutz Paunier (Sternwarte Görlitz, Tel. Görlitz 7 82 22) und als Stellvertreter und Schatzmeister Matthias Stark (Sternwarte Radeberg). Zur Zeit sind die Sternwarten Görlitz, Zittau, Jonsdorf, Sohland, Radeberg und der Astroclub Radebeul vertreten. Die Mitarbeit anderer Sternwarten und astronomischer Vereinigungen ist im AFO jederzeit willkommen, denn die direkte Kommunikation erweist sich als wahre Fundgrube für die eigene astronomische Arbeit.

Skyweek

Ein Informationsdienst aus Astronomie und Raumfahrt

Seit geraumer Zeit geben die beiden Astrophysikstudenten Susanne Hüttemeister und Daniel Fischer (Bonn und Königswinter) das Wochenblättchen „Skyweek“ heraus. Für ganze 25 Pfennige findet man dort in hochverdichteter Form Informationen aus allen denkbaren Bereichen der Astronomie und angrenzenden Wissensgebieten. Das reicht von neuesten Erkenntnissen der theoretischen Astrophysik bis zu aktuellen Kometenephemeriden, von den großen Linien der Raumfahrtspolitik bis hin zu hochaktuellen Originalberichten aus Raumfahrtzentren.

Für viele Amateurastronomen ist dieser Informationsdienst mittlerweile unentbehrlich geworden. In den fünf neuen Bundesländern ist nun ab sofort der Bezug der „Skyweek“ uneingeschränkt möglich. Die Redakteure bitten jedoch darum, von Anfragen an sie selbst abzusehen und sich stattdessen bei Interesse an Herrn K. Kirsch, Postfach 41, 6908 Jena-Winzerla, zu wenden. Herr Kirsch wird den Versand für das Gebiet der ehemaligen DDR übernehmen. Der Grund für diese Verfahrensweise ist, daß Susanne Hüttemeister und Daniel Fischer schon jetzt vom wöchentlichen

Versand sehr belastet sind und diese Arbeit möglichst etwas aufteilen möchten. Die dadurch entstehende geringe Verspätung der Auslieferung wird den Beziehern über Herrn Kirsch durch einen Preis von nur 20 Pfennig (statt 25 Pf.) je Ausgabe ausgeglichen. Interessenten müssen wie folgt verfahren: Neben der Übersendung des Geldbetrages für eine angemessene

Zahl von Ausgaben (etwa 20 bis 30) per Postanweisung oder in bar, ist an Herrn Kirsch die entsprechende Zahl adressierter und frankierter Briefumschläge zu senden (die Portogebühren von 0,50 DM für einen Brief werden bis Ende 1991 gelten). Die Zusendung erfolgt dann ab nächster erreichbarer Ausgabe. Die Nachbestellung älterer Ausgaben ist jederzeit möglich.

Rezension

Geburt und Tod der Sterne

S. KLOSE

Das vorliegende Buch ist die deutsche Übersetzung der dritten überarbeiteten Auflage der russischsprachigen Ausgabe aus dem Jahre 1984. Es entstammt der Feder von Iosif S. Schklovski (1916–1985), einem ehemals führenden sowjetischen Astrophysiker.

Gemäß dem Titel des Buches ist es insbesondere der Beschreibung unserer Kenntnisse von der Sternentstehung sowie den Endphasen der Sternentwicklung gewidmet. Aber auch Fragen des Sternaufbaus im Hauptreihenstadium werden detailliert behandelt. Ebenso wird auch das Riesenstadium in der Sternentwicklung in einem angemessenen Umfang erörtert. Physikalische Grundkenntnisse sind für ein Verständnis des Textes unbedingt erforderlich, auch wenn auf analytische Ableitungen im wesentlichen verzichtet wird. Die Darstellungen enthalten z. T. so viele Detailinformationen, daß diese von nicht berufsmäßig mit dieser Materie vertrauten Lesern wohl kaum ausgeschöpft werden können.

Dieses Werk umfaßt praktisch alle die Grundfragen, die in einer Vorlesung Sternaufbau/

Sternentwicklung berührt werden. Gerade für Lehrstudenten im Fach Astronomie sowie für ausgebildete Astronomielehrer wird dieses Buch daher außerordentlich hilfreich sein.

„... so simpel a thing as a star ...“, diesen berühmten Ausspruch von Sir Arthur Stanley Eddington, einem der Pioniere der Erforschung der physikalischen Natur der Sterne, zitiert Schklovski zu Beginn des ersten Kapitels. Nach dem Durcharbeiten dieses Buches wird dem Leser klar sein, daß dieser Eddingtonsche Ausspruch leider überhaupt nicht zutreffend ist.

Dieses Buch wird sicherlich noch über Jahre hinaus nichts von seiner Aktualität einbüßen. Einer neueren Auflage sollten kleine sprachliche Überarbeitungen des Textes vorangehen.

Schklovski, I. S.: Geburt und Tod der Sterne. Verlag MIR Moskau und Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin 1988. 1. Auflage, 367 S., 132 überwiegend graph. Abb., Best.-Nr.: 654 169 7. ISBN 3-332-00141-8. DDR 16,- Mark.

S. KLOSE

Zum Titelbild

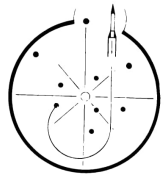
Diese prächtige Aufnahme des Kometen Levy 1990 c gewann Uwe Wohlrabe von der Amateursternwarte Schönebeck. Mit einem Panco-

lar 1,8/80, Blende 2,8, belichtete er 24 Minuten lang auf hypersensibilisierten TP 2415.

Aufnahmedatum ist der 20. 8. 1990, Aufnahmezeit 22^h37^m bis 22^h56^mMESZ.

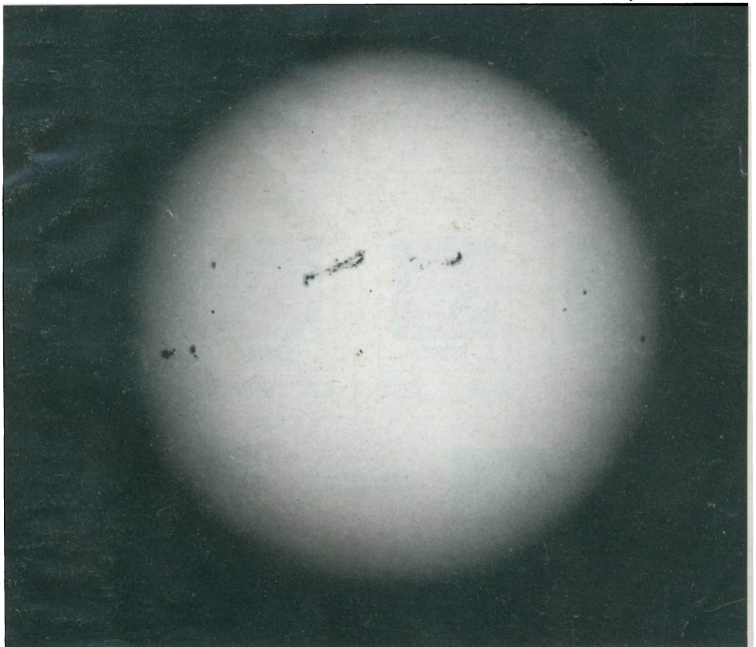
1990/6

Astronomie und Raumfahrt



ISSN 0587-565X

1,50 DM



Herausgeber: Kulturbund e. V.

Spektrum der Wissenschaft



192 Seiten, ISBN 3-922508-35-9
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



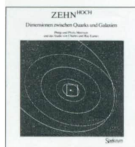
208 Seiten, ISBN 3-922508-27-8
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



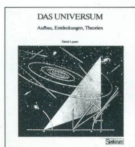
224 Seiten, ISBN 3-922508-46-4
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



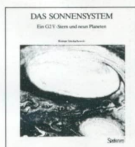
216 Seiten, ISBN 3-922508-40-5
DM 44,- / sfr 40,- / öS 344,-



168 Seiten, ISBN 3-922508-65-0
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



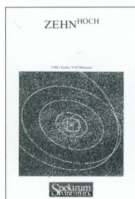
264 Seiten, ISBN 3-922508-81-2
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



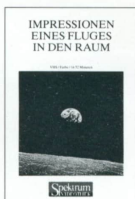
192 Seiten, ISBN 3-922508-68-5
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



224 Seiten, ISBN 3-922508-83-9
DM 58,- / sfr 54,- / öS 452,-



10 Minuten, ISBN 3-89330-999-3
DM 90,- / sfr 88,- / öS 810,-



15 Minuten, ISBN 3-89330-990-X
DM 136,- / sfr 132,- / öS 1.224,-



25 Minuten, ISBN 3-89330-998-5
DM 136,- / sfr 132,- / öS 1.224,-



17 Minuten, ISBN 3-89330-997-7
DM 136,- / sfr 132,- / öS 1.224,-

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Mönchhofstr. 15
6900 Heidelberg

Spektrum
VIDEOTHEK

Astronomische Buchtitel,
die Sie faszinieren werden.
Rufen Sie uns an.
Wir informieren Sie gern!

Eine Auswahl unserer
astronomischen Filmtitel,
die Ihnen den individuellen
Wissensvorsprung verschaffen.

Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund e. V.
Bereich Wissenschaft
Otto-Nuschke-Str. 1
Berlin
O-1080

Redaktion:

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. S. Marx
Verantwortlicher Redakteur:
Andreas Dill
Oberlehrer Heinz Albert;
Prof. Dr. sc. D. Möhlmann;
Dr. J. Hamel;
Ing. A. Grünberg,
Dipl.-Phys. J. Rendtel;
Dipl.-Phys. M. Woche
StR A. Zenkert;
Dr. B. Zill; -

Anschrift der Redaktion:

PSF 118, O-5320 Apolda

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1990 mit 6 Heften, Bezugspreis im Abonnement, zweimonatlich (1 Heft) 1,50 DM.

Bezug durch die Post oder den Buchhandel. Bestellungen aus dem Ausland sind zu richten an das Zeitungsvertriebsamt, Abt. Export, Straße der Pariser Kommune 3-4, Berlin, 1004. Veröffentlicht unter Registrier-Nr. 1490 des Presse- und Informationsdienstes der Bundesregierung, Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Layout: Marita Henze

Manuskripte sind in doppelter Ausfertigung (Durchschlag) an den Redaktionssitz einzusenden. Für unverlangte Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Die Redaktion behält sich vor, Beiträge zu kürzen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie und Raumfahrt veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

Gesamtherstellung: Märkische Verlags- und Druck-Gesellschaft mbH, Potsdam

Inhalt

	Seite
Manfred Woche: Die instrumentelle Ausrüstung des Hubble Space Telescope	5
Himmelserscheinungen Februar-März 1991	13
Sternfreunde treten an die Öffentlichkeit	19
ESOP IX (Kurzbericht)	20
Polarstern und Himmelsnordpol	21
Redaktionelle Mitteilung	22

Zum Titelbild

Die Sonne am 9. November 1989, 15 Uhr MEZ.

Foto von Axel Haubeiß, Ringleben

Die instrumentelle Ausrüstung des Hubble-Teleskopes

MANFRED WOCHE

Nachdem in einem ersten Beitrag in AuR (1) das Hubble Space Telescope (HST) mit seinem funktionellen Umfeld als Space Telescope Observatorium vorgestellt wurde, verschob der Autor dieses Beitrages den zweiten Teil zur instrumentellen Ausrüstung des HST mit der ständigen Verschiebung des Starttermins ebenfalls Jahr um Jahr hinaus, um aktuell zu bleiben. Letztendlich stellte sich die Frage, ob angesichts der mehr oder weniger bekannten Schwierigkeiten mit diesem Teleskop nach seinem Start am 24. 05. 1990 mit der Raumfähre Atlantis der Informationsbedarf der Leser an diesem Projekt noch vorhanden ist, zumal sich die überwiegende Mehrheit der durch sämtliche Medien gehenden Informationen in bezug auf dieses Teleskop insbesondere auf die „unscharfen“ Bilder und deren Ursache beschränkte. Angesichts des Verhältnisses von Aufwand/Nutzen (einschließlich der Betriebskosten seit dem Start werden 2,8 Milliarden Dollar veranschlagt) wirft dieses ehrgeizige Projekt viele Fragen auf. Es von vornherein angesichts der technologischen Entwicklung der erdgebundenen Teleskope totzusagen, erscheint dem Autor ungerechtfertigt.

Der Fehler und seine Folgen

Bekanntlich weist das optische System des HST einen Fehler auf, der als sphärische Aberration allgemein bekannt ist. Er schlich sich im Fertigungsprozeß eines der Spiegel des Teleskops über ein ungenaues optisches Element in einem Regelkreis ein, der die Werkzeuge beim Schleifen und Polieren der Spiegel steuerte. Wegen der dadurch hervorgerufenen Verfälschung der Oberfläche konnte ein fertigungstechnisch maximal zulässiger Wellenfrontfehler des optischen Systems von nur 1/20 einer Wellenlänge im roten Licht nicht erreicht werden. Sie beträgt statt dessen 1/2 Wellenlängen (Wellenfrontfehler = Abweichung der gefertigten Flächen eines optischen Systems von der Idealform in Einheiten einer Wellenlänge). Aus diesem Grunde konnte die konzipierte Auflösung des Teleskopes von 0,1" nicht er-

reicht werden. Statt der erwarteten Lichtkonzentration von $d_{70} = 0,1''$ (70 % des Lichtes eines abgebildeten Sternes fallen in einen Zerstreuungskreis mit einem Radius von $0,1''$), werden nur $d_{70} = 1,4''$ erzielt. Der Zerstreuungskreis hat einen zentralen Peak von $d_{15} = 0,2''$, d. h. 15 % des Lichtes sind in einem Radius von $0,2''$ konzentriert. Dieser Fehler kann leider auch nicht durch die 24 Stellsysteme, die hinter dem 2,4 m Primärspiegel zwecks kleiner Korrekturen am optischen System angebracht sind, kompensiert werden, da sie für Wellenfrontfehler dieser Größe nicht ausgelegt sind.

Nähere Betrachtungen zu diesem Problem findet der interessierte Leser in (2).

Die sphärische Aberration des optischen Systems des HST hat über die Abbildungseigenschaften hinaus schwerwiegende Konsequenzen auf das Beobachtungsprogramm und damit auf die erwarteten wissenschaftlichen Ergebnisse. Davon sind weniger die spektrofotometrischen Instrumente als vielmehr die Kameras betroffen. Aufgrund der geringeren Auflösung wird die ursprünglich erwartete Reichweite von 28 Größenklassen nicht erreicht werden können, da der Kontrast in den Aufnahmen fehlt. Die Beobachtungen werden sich daher mehr auf „nähere“ Objekte als auf bisher unerreichtbare Objekte verlagern. Um die Qualität der Aufnahmen zu verbessern, arbeitet man seit Monaten fieberhaft an Bildverarbeitungsmethoden. Erste Erfolge in dieser Richtung sind schon zu verzeichnen (3). Da die spektrofotometrischen Instrumente weniger von der sphärischen Aberration des optischen Systems beeinträchtigt werden, ist auch mit einer Umbewertung der eingereichten Beobachtungsprogramme zu rechnen. Völlig nutzlos wird das Hubble-Teleskop also nicht sein. Derzeitigen Schätzungen zufolge werden mit der Weitwinkelkamera (WFC) als auch mit dem Hochgeschwindigkeitsfotometer (HSP) 50 % und mit dem hochauflösenden Spektrometer (HRS) 70 % der geplanten Beobachtungen absolviert werden können. Darüber-

hinaus sollte man nicht vergessen, daß das Hubble-Teleskop trotz seines Fehlers zumindest im UV-Bereich in der Abbildung bisher einmalig ist.

In zwei bis drei Jahren könnte der Fehler des Teleskops auf indirektem Wege behoben werden. Die wissenschaftlichen Instrumente hinter dem Primärspiegel sind so angeordnet, daß sie jederzeit gegen andere (z. B. einer neuen Generation) ausgetauscht werden können. In diesem Zusammenhang denkt die NASA an die beschleunigte Entwicklung dieser Geräte entsprechend dem neuesten technologischen Stand, insbesondere an ein neues Kamerasystem WFC/PC II, in dem durch Modifikationen im optischen Aufbau die sphärische Aberration der Optik des Teleskops kompensiert werden kann.

An Aufgaben ist also nicht gedacht. In diesem Sinne war auch das HST Workshop der ESA in Noordwijk (Niederlande) vom 31. Okt.–1. Nov. 1990 zu verstehen, wo über den gegenwärtigen Status des HST-Projektes berichtet wurde und man gemeinsam nach Lösungen der bestmöglichen Nutzung dieses Teleskops im derzeitigen Zustand suchte.

In diesem Sinne scheint es doch angebracht zu

sein, etwas näher über die instrumentelle Ausrüstung des Hubble-Teleskops zu berichten. Ausführliche Informationen sind in den Handbüchern zu den astronomischen Instrumenten (4) zu finden.

Die Bildebene des HST

Bei der Entwicklung des HST stand die Aufgabe, mehrere „astronomische“ Instrumente (Kameras, Spektrographen, Fotometer) an einem Teleskop, dem 2,4 m HST, wahlweise betreiben zu können. Als kostengünstigste Lösung ergab sich, aus der Richtung des ankommenden Sternlichtes betrachtet, die in Abb. 2 dargestellte Aufteilung der Fokalebene. Das zentrale Bildfeld, in dem man die beste Abbildung zu erreichen hoffte, ist für Beobachtungen mittels zweier Kameras, der Großfeldkamera (WFC) und der Planetenkamera (PC), vorgesehen. Diese Kameras sind zum Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung auf der Schattenseite des HST in einer der radialen Boxen untergebracht. Dadurch werden thermisch stabile Arbeitsbedingungen gesichert. Ein entsprechend vor der Fokalebene angebrachter Spiegel lenkt das einfallende Licht in das WFC/PC-System (Abb. 1).

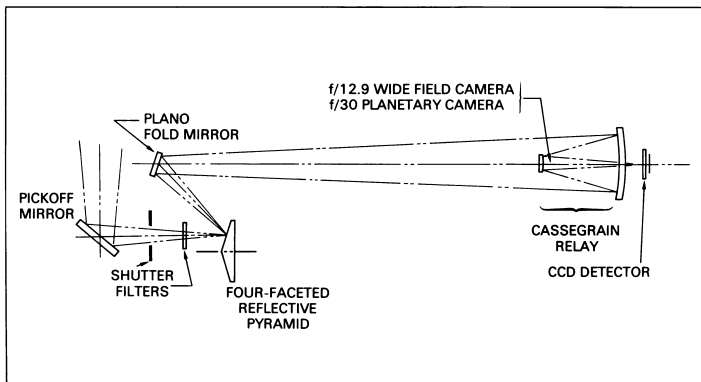


Abbildung 1: Das Prinzip des Kamerasystems WFC/PC (Großfeldkamera/Planetenkamera). Der Strahlengang wird nach dem Pyramidenspiegel in 8 Kanäle aufgeteilt, von denen jeweils 4 zur Ausleuchtung von 4 gleichgroßen CCD-Arrays identisch sind. Hier ist die Relayoptik für nur einen Kanal dargestellt.

Die das zentrale Bildfeld umgebenden Kreise bzw. Kreuze in Abb. 2 kennzeichnen die ortsfeste Lage von Blenden, die als eine Art Eintrittsfenster dienen und den axial angeordneten Instrumenten, der Kamera für lichtschwache Objekte (FOC), dem Spektrographen für lichtschwache Objekte (FOS), dem Spektrographen hoher Auflösung (HRS) und dem zeitlich hochauflösenden Fotometer (HSP) ein entsprechendes Bildfeld in der Fokalebene zuzuordnen. Die Anzahl der eingezeichneten Blenden entspricht der Anzahl der unabhängigen optischen Strahlengänge des jeweiligen Instrumentes, d. h. sie gibt die Anzahl der axialen Kameras, Spektrographen und Fotometer an. Angaben zur Größe der Blenden werden bei der kurzen Beschreibung der astronomischen Geräte gegeben.

Die äußere Randzone der Fokalebene wird von drei Kreisringausschnitten eingenommen, die als Bildfelder für drei Orientierungssensoren (FGS) des HST dienen. Jeweils zwei rotierende Sternselektoren „picken“ sich aus einem kreisringförmigen Bildfeld einen Stern heraus und reflektieren dessen Licht auf eine $3'' \times 3''$ große Eintrittsblende des interferometrisch arbeitenden Orientierungssystems, aus dessen Messungen Korrektursignale zur Lagestabilisierung des Teleskopes abgeleitet werden. Zwei der Orientierungssensoren und folglich auch zwei entsprechende Kreisringausschnitte der Fokalebene dienen der Orientierung und Lagestabilisierung des Teleskopes anhand bekannter Sternpositionen. Zur gleichen Zeit können mit dem dritten FGS, d. h. im dritten Kreisringausschnitt der Fokalebene, Sternpositionen zu astrometrischen Zwecken genau vermessen werden.

Aufgrund der festen Anordnung der Blenden kann ein bestimmtes Objekt jeweils nur mit einem der axial angeordneten Instrumente (FOC, FOS, HRS, HSP) beobachtet werden. Dazu wird das Teleskop so ausgerichtet, daß das zu untersuchende Objekt auf die entsprechende Eintrittsblende des jeweiligen Instrumentes abgebildet wird. Während der Beobachtungsphase gewährleisten zwei der Orientierungssysteme die erforderliche Lagestabilität. Auf die gleiche Weise werden auch langbelichtete Feldaufnahmen mit den zwei Kamerasystemen (WFC/PC) gewonnen. Jeweils eines der axialen Instrumente kann mit einem

Kamerasystem (WFC oder PC) zur gleichen Zeit betrieben werden. Natürlich ist dann das aufgenommene Feld auf die Umgebung des mit einem axialen Instrument untersuchten Objektes beschränkt.

Kameras

Die weitgehend selbständige Arbeitsweise des HST erfordert für die Abbildung spezielle Kameras, deren prinzipielle Funktion aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit und der von konventionellen Methoden abweichenden Arbeitsweise etwas näher betrachtet werden soll.

Weitwinkelkamera/Planetenkamera (WFC/PC)

Die WFC/PC, untergebracht in einer der radialen Boxen hinter dem Teleskopspiegel, ermöglicht die Abbildung des zentralen Bildfeldes in zwei Varianten, die sich im Abbildungsmaßstab und der Bildfeldgröße auf dem Detektor unterscheiden. Für beide Kameras kommen als Detektoren CCDs zum Einsatz. CCD (Charge Coupled Device, deutsch: ladungsgekoppelte Einheit) sind Flächendetektoren, die aus einer sehr großen Anzahl kleiner, diskreter lichtempfindlicher Siliziumdioden bestehen. Sie werden auch Pixel (deutsch: Bildelement) genannt. Mehrere Pixel können als Zeile (für spektroskopische Zwecke) oder als Fläche (Array) eingesetzt werden. Auf ein CCD treffendes Licht erzeugt in den Siliziumdioden elektrische Ladung. Dem optischen Bild entspricht demzufolge ein Ladungsbild. Viel Licht ergibt viel Ladung, wenig Licht wenig Ladung. Hat man während der Belichtung genügend Ladung angesammelt, kann das CCD-Array auf elektronischem Wege ausgelesen und die Bildinformation auf einem Bildschirm sichtbar gemacht werden.

CCDs zeichnen sich gegenüber bisherigen Detektoren durch eine Vielzahl hervorragender Eigenschaften aus. Sie besitzen eine sehr hohe Quantenausbeute, große Empfindlichkeit, hohe Auflösung (bestimmt durch Pixelgröße), ausgezeichnete Stabilität, lineares Verhalten und ein sehr geringes Rauschen. Sie haben sich mittlerweile für kleine Bildfelder in der astronomischen Beobachtungstechnik durchgesetzt.

In der WFC-Variante wird das zentrale Bildfeld der Fokalebene über Relay-Optiken auf CCD-Detektoren abgebildet (Abb. 2). Um

das gesamte zentrale Bildfeld ($2,67'' \times 2,67''$) zu erfassen, wäre bei einer Pixelgröße von $15\mu\text{m}$ ein CCD-Array, bestehend aus 1600×1600 Pixel erforderlich. Da die Fertigung des HST technologisch noch nicht möglich war, wurde das Bildfeld durch einen flachen 4seitigen Pyramidenspiegel in 4 kleinere Bildfelder aufgeteilt und über 4 getrennte, optisch identische Kameras (Typ Ritchey-Chretien, $f/12,5$) auf 4 kleinere CCD-Arrays (800×800 Pixel) abgebildet. Auf diese Weise wurde ein 1600×1600 Pixel Array simuliert. Das Gesamtbild wird dann später „elektronisch“ zusammengesetzt. Die Pixelgröße von $15\mu\text{m}$ entspricht einer Fläche von $0,1'' \times 0,1''$ am Himmel, was der ursprünglich konzipierten räumlichen Auflösung des HST entspricht. Der Übergang zur PC-Variante erfolgt durch 45° -Drehung des Pyramidenspiegels um die optische Achse, wodurch das aufgeteilte Bildfeld über 4 andere, zueinander ebenfalls identische Kameras (Typ RC, $f/30$) auf ein anderes Quartett von CCD-Arrays abgebildet wird. Das kleinere Öffnungsverhältnis der Relay-Optik bewirkt einen größeren Abbildungsmaßstab, d.h. die Fläche eines Pixels entspricht jetzt $0,43'' \times 0,43''$ am Himmel und das in dieser Variante abgebildete Feld entspricht einer Fläche von $1,22'' \times 1,22''$. Während die PC wegen ihres größeren Gesichtsfeldes für die Untersuchung von Galaxien, Galaxienhaufen und der Verteilung schwacher Objekte geeignet ist, hätte mit der PC an der Auflösungsgrenze des HST beobachtet werden können. Zahlreiche Filterkombinationen (von Schmalbandfiltern bis zu Breitbandfiltern), photometrische Filter, Polarisatoren und Transmissionsgitter können vor der Aufteilung des Bildfeldes in den optischen Strahlengang eingeschwenkt werden, um Beobachtungen in ausgewählten Spektralbereichen durchzuführen. Nach erfolgter Belichtung der CCDs, wählbar zwischen 0,1 s und 3000 s, wird das in ihnen gespeicherte Ladungsbild ausgelesen und bis zur Übertragung an die Bodenstation zwischengespeichert.

Hinsichtlich des mit den CCDs erfassbaren Spektralbereiches von 115 nm im UV bis 1100 nm im IR stellt die WFC/PC des HST ein Novum in der astronomischen Beobachtungstechnik dar. Für den gesamten Spektralbereich wird die Effektivität der CCDs wie folgt

angegeben: $120\text{--}300\text{ nm} > 3\%$, $300\text{--}700\text{ nm} > 40\%$, $700\text{--}1000\text{ nm} > 3\%$ (die Effektivität der Fotoplate liegt bei 400 nm etwa bei 1%). Durch thermoelektrische Kühlung auf -97°C kann der Dunkelstrom auf ein Niveau von 0,01 Elektronen pro Sekunde und pro Pixel gehalten werden, was sehr lange Belichtungszeiten ermöglicht.

Trotz aller hier aufgezeigten Vorteile wird das HST dem gleichen Nachteil unterliegen, wie die ebenfalls mit CCD-Kameras ausgestatteten erdgebundenen Teleskope. Die aufnehmbaren Bildfelder sind sehr klein, denn CCD-Arrays beliebiger Größe sind noch nicht herstellbar. So wäre mit dem HST eine Belichtungszeit von mehreren Monaten erforderlich, um ein Feld der Größe am Himmel zu überdecken, was ein großes Schmidt-Teleskop in einer einzigen Belichtung aufzeichnen kann (gleiche Reichweite angenommen!). Demzufolge bleibt zumindest die Aufnahme großer Felder eines der wichtigsten Arbeitsgebiete erdgebundener Teleskope, auch wenn die Fotoplate nur eine geringe Quantenausbeute hat und Auflösung als auch Reichweite atmosphärisch begrenzt sind. Gerade wegen des kleinen Bildfeldes wird man mit dem HST kaum in der Lage sein, bisher unbekannte interessante Objekte zu entdecken. Deshalb muß eine Vorauswahl wahrscheinlich interessanter Gebiete bzw. Objekte getroffen werden, wofür die erdgebundenen Teleskope innerhalb ihrer Reichweite unentbehrlich sein werden. Die ökonomische Nutzung des HST erfordert somit eine enge Zusammenarbeit mit den Teleskopen auf der Erde. Ein Beispiel dafür ist die Erstellung eines Leitsternkataloges, der aus erdgebundenen Himmelsaufnahmen erarbeitet wurde. In diesem sind 20 Mill. Sterne mit genauen Koordinaten verzeichnet, die eine exakte Orientierung des HST am Himmel ermöglichen.

Kameras für lichtschwache Objekte (FOC)

Die FOC einschließlich der Solarzellenarrays wurden von der ESA gefertigt, wofür als Gegenleistung 15 % der Gesamtbeobachtungszeit zur Verfügung gestellt werden. Die FOC ist dahingehend aufgebaut, zu den mit dem HST erreichbaren lichtschwächsten Objekten vorzudringen und die bestmögliche Winkelauflösung zu erreichen. Der mit ihr erfassbare

Spektralbereich reicht von 115 nm bis 600 nm.

Die FOC, untergebracht in einer der radialen Boxen hinter dem Hauptspiegel, besteht aus zwei kompletten unabhängigen Kameras und je einem nach dem Prinzip der Photonen-zählung arbeitenden Detektorsystem (3stufiger Bildverstärker – Relayoptik – Bildaufnahme-röhre – Videoaufzeichnung – Bildspeicherung). Die Bildaufnahme-röhre, ausgestattet mit einem 512×512 Dioden-Array, ist optisch über die Relayoptik mit dem Bildverstärker gekoppelt. Sie registriert Szintillationen am Ausgang des Bildverstärkers entsprechend der Ankunft einzelner Photonen des beobachteten Objektes auf dessen Eingang. Jede x-y-Position eines Ereignisses (Photon) auf dem Diodenarray wird registriert und laufend abgespeichert. Auf diese Weise kann das allmählich entstehende Bild des beobachteten Objektes während der Belichtungszeit betrachtet und zum gewünschten Zeitpunkt abgerufen werden.

Die erste Kamera (f/96) war zur Ausnutzung der maximalen Auflösung des HST vorgesehen. In einer ersten Variante dient sie der Abbildung eines Feldes von $11,2'' \times 11,2''$ über das nachgeschaltete Detektorsystem. In der zweiten sollte nahezu die theoretische Auflösung des Teleskopes (gegeben durch die Rayleigh-Grenze $1,22 \lambda/D$) sogar bei kurzen Wellenlängen λ erreicht werden. Sie beträgt bei $\lambda = 125 \text{ nm}$ $0,013''$. Um dies zu verwirklichen, wäre eine wesentlich bessere Flächengenauigkeit des Teleskopspiegels erforderlich, als z. Z. technologisch überhaupt realisiert ist. Deshalb beabsichtigte man einen indirekten Weg zu gehen. Bei kurzen Wellenlängen, wo die theoretische Beugungsgrenze auch bei nicht auftretender sphärischer Aberration nicht hätte erreicht werden können, entstände bei der Abbildung infolge kleinerer Wellenfrontfehler eine stationäre Speckle-Struktur. Aus ihrer Entfaltung wäre die Rekonstruktion beugungsbegrenzter Bilder möglich. Dabei wollte man sich der sogenannten Speckle-Rotationsmethode bedienen, bei der das HST während aufeinanderfolgender Aufnahmen desselben Objektes um die optische Teleskopachse gedreht wird. Um die Feinstruktur der stationären Speckle-Bilder aufzeichnen zu können, ist ein größerer Abbildungsmaßstab

erforderlich, welcher durch Einschwenken einer zusätzlichen Optik (f/288) in den Strahlengang der Kamera erreicht werden kann. Das auf dem Detektor abgebildete Feld entspricht dann einer Fläche von $7,5'' \times 7,5''$ am Himmel. Die erste Kamera der FOC ist in ihren zwei Varianten (f/96 und f/288) zusätzlich dafür ausgelegt, mittels Blenden helle Sterne abzudecken und nach lichtschwachen Begleitern (z. B. Planeten) in deren Umgebung zu suchen.

Die zweite Kamera kann in einer ersten Variante (f/48) zur Abbildung eines Feldes von $22,5'' \times 22,5''$ eingesetzt werden. In der zweiten Variante (ebenfalls f/48) ist Spektroskopie ausgedehnter Objekte (z. B. Kugelsternhaufen, Galaxien) im Spektralbereich von 120–540 nm möglich, wobei eine spektrale Auflösung von $R = \lambda/\Delta\lambda = 2 \cdot 10^5$ erreicht werden kann.

Was hätte uns das HST zeigen können?

Mit Antworten auf diese Frage könnte man Seiten füllen. Hier nur einige ausgewählte Aussagen aus (5):

Reichweite = 28. Größenklasse, Kugelsternhaufen in Galaxien des Coma-Haufens, H-II-Regionen in M33, Planetarische Nebel im Virgo-Haufen, SNR in M 101 usw. Abb. 3 zeigt die Grenzentfernung astronomischer Objekte zwecks Erkennbarkeit struktureller Details in Abhängigkeit von der Winkelauflösung eines Teleskopes (für das HST nahm man $0,1''$ an).

Spektroskopische und spektrophotometrische Instrumente:

Die ursprünglich konzipierte Abbildungsqualität des HST bot optimale Voraussetzungen für den Einsatz von Instrumenten zur spektroskopischen Analyse von Einzelobjekten. Durch Ausblenden feiner Details hätte man Objekte individuell spektroskopisch analysieren können. Zwei Spektrographen, die sich in ihrer Reichweite und in der spektralen Auflösung voneinander unterscheiden, sowie ein zeitlich hochauflösendes Photometer sind für den Einsatz am HST vorgesehen.

Spektrograph für lichtschwache Objekte (FOS)

Der FOS ist für mittlere spektrale Auflösungen und spektropolarimetrische Messungen konzipiert. Er besteht aus zwei getrennten,

aber optisch identischen Strahlengängen (s. Abb. 1, 2 Blenden der Größe von $0,1''$ – $4,3''$), die in zwei nach dem Prinzip der Photonen-zählung arbeitenden Digicon-Detektoren unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit enden. Verschiedene Gitter- und Prisma/Spiegel-Kombinationen ermöglichen spektrale Auflösungen von $R = 100, 200$ und 1200 .

Spektrograph hoher Auflösung (HRS)

Der HRS ist für Spektroskopie im UV (100 – 320 nm) ausgelegt. Mit ihm soll UV-Spektroskopie mit besserer spektraler, räumlicher als auch zeitlicher Auflösung, sowie besserer photometrischer Genauigkeit und höherer Empfindlichkeit möglich sein, als mit bisherigen UV-Teleskopen (IUE) realisiert werden konnte. Zwei fest angeordnete quadratische Blenden der Größen $0,25''$ bzw. $2''$ (Abb. 2) bilden analog wie beim FOS die Eintrittsfenster für zwei unabhängige Spektrographen unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit (ebenfalls Digicon-Detektorsysteme). Die maximal erreichbare spektrale Auflösung beträgt

$R = 100\,000$ und ist damit den hochauflösenden Coude-Spektrographen an erdgebundenen Teleskopen vergleichbar.

Zeitlich hochauflösendes Photometer (HSP)

Das HSP ist das „einfachste“ astronomische Instrument des HST. Auch hier bilden 4 „Blenden“ die Eintrittsöffnungen für 4 unabhängige Photometer. Genauer betrachtet stellt jede Blende mehrere Dutzend räumlich getrennte Filter/Blenden-Kombinationen dar. Das zu photometrisierende Objekt muß auf die Position der gewünschten Blende bzw. des Filters ausgerichtet werden, was wiederum durch entsprechende Orientierung des HST erfolgt. Der Strahlengang jedes Photometers endet in je einer als Detektor dienenden Bildzylindererröhre. Die zeitliche Auflösung der Photometer beträgt 16 ms. Das Photometer, dessen Öffnungsblenden nahe der Bildfeldmitte liegen (s. Abb. 2), dient breitbandpolarimetrischen Messungen im Spektralbereich von 180 – 700 nm. Von den drei weiter außerhalb der Bildfeldmitte liegenden Öffnungs-

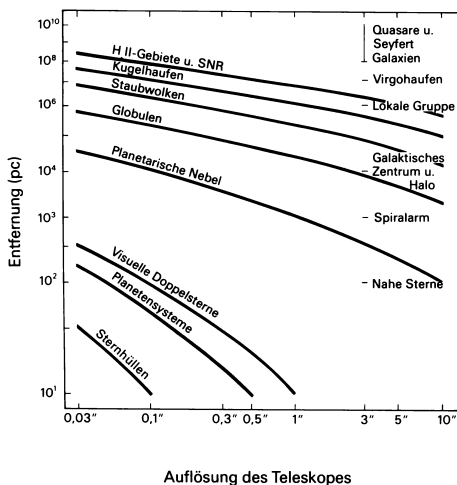


Abbildung 3: Grenzentfernungen für den Nachweis struktureller Einzelheiten galaktischer und extragalaktischer Objekte in Abhängigkeit von der Winkelauflösung eines Teleskopes (aus [5]).

Abbildung 4: Das Hubble-Teleskop ohne Verkleidung. Ein Teilschnitt ermöglicht einen Blick in das Innere des Teleskopes. Vier rechteckige Boxen (rechts im Bild) enthalten vier astronomische Instrumente (FOC, FOS, HRS, HSP). Ebenfalls sichtbar sind 2 der 3 Boxen für die 3 Leitsensoren (FGS). Eine ebensolche unten angeordnete Box (hier nicht sichtbar), enthält das Kamerasystem WFC/PC.

blendenfeldern dient das mittlere der Beobachtung von Bedeckungsvorgängen. Die beiderseits daneben angeordneten dienen photometrischen Messungen im UV-Bereich von 120–300 nm. Ein Überblick zu den hier dargestellten Instrumenten ist der Tab. 1 zu entnehmen. Die angegebenen Daten zur Reichweite beziehen sich auf die ursprünglich vorgesehene Auflösung des Teleskopes von 0,1".

Literatur:

- (1) – Woche, M.: Das Space Teleskop Oservatorium. In AuR 23 (1985) 2, S. 26–31
- (2) – Wilson, R. N.: „Matching Error“ (Sperical Aberration in the Hubble Space Telescope (HST). In: The Messenger, Nr. 61, Sept. 1990, S. 22–24.
- (3) – Baade, D.; Lucy, L. B.: HST Images: What Can Image Processing Do? In: Ebd. S. 24–27.
- (4) – Instrument Handbooks for the Scientific Instruments of the HST. Space Telescope Science Institute, Baltimore, 1985.
- (5) – Capaccioli, M.; D’Odorico, S.: Nebular and Extragalactic Astronomy from Space in the Optical Region. In: Astrophysics from Spacelab, Astrophysics and Space Science Library, Vol. 81, S. 317 ff.

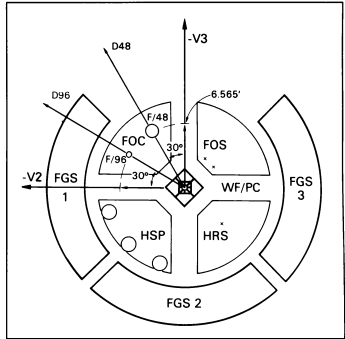


Abbildung 2: Die Aufteilung der Fokalebene auf die verschiedenen astronomischen Instrumente. Die Koordinaten V kennzeichnen ein in den Instrumentenhandbüchern definiertes Koordinatensystem. V1 weist in die Papierebene in das Zentrum des Kamerasystems WFC/PC

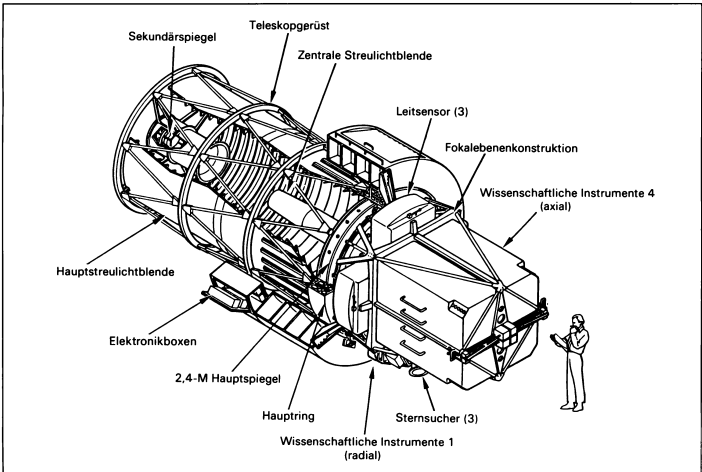


Tabelle 1
Instrumente des 2,4 m Hubble Space Teleskopes (Ritchey-Chretien 1 : 24)

Instrument	Bildfeld	Auflösung	Spektralbereich	Reichweite	Bemerkungen
WFC 1 : 12,8	2,7' × 2,7'	0,1"	1150–11 000 Å	9,5 < m _v < 28	4, 800 × 800 Pixel CCD
PC 1 : 30	1,2' × 1,2'	0,04"	1150–11 000 Å	8,5 < m _v < 28	4, 800 × 800 Pixel CCD
FOC 1 : 96	11" × 11"	0,02"	1200–6000 Å	21 < m _v < 28	MgF ₂ Bildverstärker u.
1 : 48	22" × 22"	0,04"	1200–6000 Å	21 < m _v < 28	Bildröhre, photonenzählend
FOS (10 ³)	0,1"–4,3"	3 Å	1150–7000 Å	19 < m _v < 22	SiO ₂ u. MgF ₂ –512 Dioden
(10 ²)	0,1"–4,3"	30 Å	1150–7000 Å	22 < m _v < 26	Digicon Detektor
HRS (10 ⁵)	0,25"–2,0"	0,03 Å	1100–3200 Å	m _v < 11	CsTe/MgF ₂ u. CsI/LiF–
2 × (10 ⁴)	0,25"–2,0"	0,15 Å	1100–3200 Å	m _v < 14	512-Dioden Digicon, 5
2 × (10 ⁵)	0,25"–2,0"	1,5 Å	1100–1700 Å	m _v < 17	Blaze-Gitter, 1 Echelle-Gitter
HSP	0,4", 1" u. 10"	16 μs	1200–8000 Å	m _v < 24	2, S 20 u. 2, CsTe/MgF ₂ – Photomultiplier
FGS	69 arcmin ²	0,003"	4670–7000 Å	4 < m _v , 20	

Himmelserscheinungen

Februar–März 1991

Merkur ist im Februar wegen seiner Nähe zur Sonne nicht zu sehen, kommt aber nach seiner oberen Konjunktion am 2. März an den Abendhimmel. Vom 20. März bis zum 4. April geht **Merkur** mehr als anderthalb Stunden nach der Sonne unter. **Venus** ist Abendstern und verbessert ihre Sichtbarkeit stetig. **Mars** kann noch bis nach Mitternacht hoch am Himmel im Sternbild Stier beobachtet werden, seine Helligkeit nimmt jedoch nun deutlich ab. **Jupiter** ist von Beginn der Abenddämmerung bis weit in die zweite Nachthälfte am Himmel. **Saturn** kommt ab Ende Februar am tiefen südöstlichen Morgenhimmel wieder zum Vor-

schein. Über die Positionen von **Uranus** und **Neptun** im Sternbild Schütze gibt Abbildung 3 Auskunft. Besondere Beachtung verdient die diesjährige „Perihelopposition“ des Planetoiden **2 Pallas** (s. Abb. 1 und Hinweise unter 6. März). Zu erinnern ist auch an die Vielzahl der gegenseitigen Bedeckungen und Verfinsterungen im Jupitermondsystem (s. dazu unsere Tabelle in AuR, Heft 5/90, S. 24).

FEBRUAR

1. Februar

Planetoid **15 Eunomia** in Opposition, zu beobachten mit der scheinbaren Helligkeit 8,7 im Sternbild Krebs (s. Ephemeride Seite 14).

7. Februar

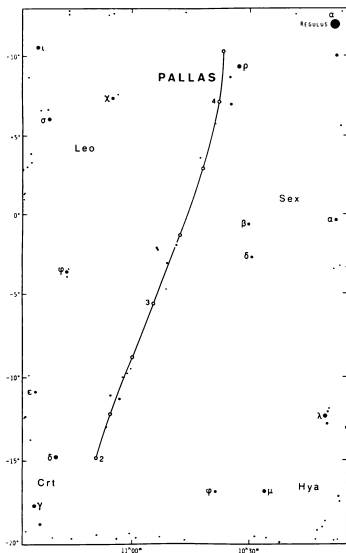
Um den 7. Februar passiert der Planet **Jupiter** den offenen Sternhaufen M 44 (Praesepe) südlich in einem Abstand von einem halben Grad: Ein prächtiger Anblick im Fernglas oder im kleinen Fernrohr und sicher auch ein lohnendes Fotomotiv.

11. Februar

Die Doppelwelle der Zeitgleichung erreicht heute ihr Minimum dieses Jahres, das heißt: Die wahre Sonne hat ihre größte Verspätung gegenüber der mittleren Sonne und alle Sonnenuhren gehen am stärksten nach, nämlich 14 min 15 sec.

15. Februar

Im Frühjahr steht die Ekliptik bekanntlich steil auf dem abendlichen Westhorizont. Dies ermöglicht das Wahrnehmen von Gestirnen in recht geringer Elongation zur Sonne. Heute Abend besteht deshalb die interessante Möglichkeit, die sehr schmale Mondsichel nur 24 Stunden nach Neumond zu finden. Für den 51. Breitengrad geht der Mond 1 h 15 m nach der Sonne unter. Etwa eine halbe bis dreiviertel Stunde nach Sonnenuntergang kann es bei klarem Himmel gelingen, die schmale Mondsichel tief am Westhorizont mittels eines Fernglases zu finden.



15 EUNOMIA

Datum		1950.0		2000.0		m
		h	m	h	m	
Febr.	3	8 45.4	+11 47	8 48.1	+11 36	8.7
	8	8 40.2	+11 48	8 43.0	+11 37	8.8
	13	8 35.4	+11 50	8 38.1	+11 40	9.0
	18	8 30.9	+11 52	8 33.7	+11 42	9.1
	23	8 27.0	+11 55	8 29.8	+11 45	9.2
Mrz	28	8 23.7	+11 57	8 26.5	+11 47	9.3
	5	8 21.1	+11 58	8 23.8	+11 48	9.5
	10	8 19.1	+11 59	8 21.9	+11 49	9.6
	15	8 17.8	+11 58	8 20.6	+11 49	9.7
	20	8 17.3	+11 57	8 20.0	+11 48	9.8
	25	8 17.4	+11 55	8 20.1	+11 45	9.9
	30	8 18.2	+11 51	8 20.9	+11 41	10.7

16. Februar

An diesem und am nächsten Abend steht der Mond am Abendhimmel in eindrucksvoller Nähe zur Venus. Die Konjunktion von Mond und Venus findet für uns allerdings unter dem Horizont, am 17. Februar, 3^h, statt.

21. Februar

Heute Abend findet eine Bedeckung der Plejaden durch den Mond statt, die sehr gut beobachtbar ist: Das Ereignis spielt sich hoch über dem Horizont und zu einer angenehmen Zeit ab. Der Mond steht im Ersten Viertel, so daß die Sterne am dunklen Mondrand verschwinden. Wie ein Stern nach dem anderen schlagartig vom Mond „verschluckt“ wird, ist ein faszinierendes Schauspiel, zu dem man sicher auch einmal Verwandte und Bekannte einladen kann, die sich sonst nicht so sehr für die Astronomie interessieren. Für Sternbedeckungsbeobachter bietet sich dagegen die Gelegenheit, ihr „Beobachterkonto“ mit einem Male um viele Eintragungen aufzustocken. Eine Liste der bedeckten Sterne mit den Kontaktzeiten entnehme man einem astronomischen Jahrbuch wie dem „Ahnert“. Abbildung 2 zeigt die hellsten Plejadensterne, Tabelle 1 enthält die wichtigsten Daten dieser Sterne.

Abbildung 2: Die hellsten Sterne der Plejaden (vgl. Tabelle 1).

22. Februar

Schon am Morgen dieses Tages gegen 9 Uhr kommt Mars 8 Grad nördlich zu Aldebaran, dem Hauptstern des Stieres, in Konjunktion. Mars ist noch eine halbe Größenklasse heller, als der ebenfalls rötliche Aldebaran. Am Abend bilden Mond, Mars und Aldebaran eine schöne Konstellation am Himmel. Ein weiteres Kuriosum bietet ein Blick durchs Fernrohr zum Jupiter: Alle vier Galileischen Monde befinden sich östlich des Planeten, wobei II (Europa) und IV (Kallisto) 19^h36^m Uhr in Konjunktion stehen.

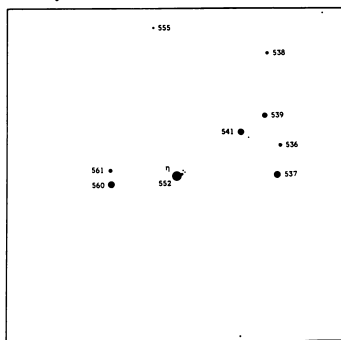


Tabelle 1
Die hellsten Sterne der Plejaden

ZC	SAO	α (1950.0)			δ o	Hell. m	Andere Bezeichnungen
		h	m	s			
536	76126	3	41	49.5	+24 08 01	5.4	16 Tauri = Celaeno
537	76131	3	41	54.1	+23 57 28	3.8	17 Tauri = Electra
538	76137	3	42	10.4	+24 41 02	5.6	18 Tauri
539	76140	3	42	13.6	+24 18 43	4.4	19 Tauri = Taygeta
541	76155	3	42	50.8	+24 12 47	4.0	20 Tauri = Maia
542	76159	3	42	55.4	+24 24 00	5.8	21 Tauri = Asterope
543	76164	3	43	03.9	+24 22 24	6.5	22 Tauri
545	76172	3	43	21.2	+23 47 39	4.2	23 Tauri = Merope
548	76183	3	44	00.3	+24 22 00	6.7	BD +24°562
549	76192	3	44	22.4	+23 57 47	6.3	24 Tauri
552	76199	3	44	30.4	+23 57 08	3.0	η Tauri = Alcyone
555	76206	3	45	07.0	+24 50 09	6.8	BD +24°571
556	76215	3	45	22.9	+23 16 09	5.5	104 B. Tauri
557	76216	3	45	31.1	+24 11 37	6.6	105 B. Tauri
559	76225	3	45	58.4	+23 42 21	6.6	26 Tauri
560	76228	3	46	11.0	+23 54 08	3.8	27 Tauri = Atlas
561	76229	3	46	12.4	+23 59 07	5.2	28 Tauri = Pleione
562	76236	3	46	22.6	+24 13 47	6.6	BD +23°561
564	76244	3	46	45.2	+23 33 40	6.1	BD +23°563
567	76251	3	46	59.5	+23 41 54	6.7	BD +23°569

MÄRZ

1. März

An diesem Abend stehen die vier großen Jupitermonde östlich des Planeten.

6. März

Planetoid 2 Pallas in Opposition zur Sonne. Pallas befindet sich gerade in der Nähe des aufsteigenden Bahnknotens und bewegt sich wegen der großen Bahnneigung (35 Grad) am Himmel sehr schnell nach Norden. Am 8. November 1990 stand Pallas im Perihel und kommt der Erde bei dieser Opposition besonders nahe. Am 3. März wird der geringste Abstand von 1,237 AE (185 Millionen Kilometer) erreicht. Das ist die größte Annäherung seit 1954. Noch näher werden wir Pallas erst am 23. Februar 2014 (1,231 AE) sehen können.

Abbildung 1 ermöglicht das Auffinden dieses Planetoiden mit dem Fernglas. Die Ephemeride entnehme man astronomischen Jahrbüchern.

12. März

Am Vormittag kommt es bei Tageslicht zu einer Bedeckung des Planeten Saturn durch den Mond. Sehr klare Luft vorausgesetzt, wird man das mit einem leistungsfähigen Fernrohr vielleicht beobachten können. Tabelle 2 enthält die näheren Umstände des Ereignisses für einige deutsche Städte.

17. März

16 Uhr steht der Mond 5 Grad nördlich des Merkur. Kurz nach Sonnenuntergang betrachte man das Paar am tiefen Westhimmel (s. Abbildung 3).

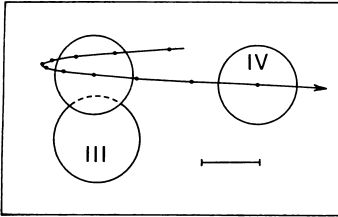


Abbildung 3: Mond, Merkur und Venus am 17. und 18. März, jeweils etwa 80 Minuten nach Sonnenuntergang für 51 Grad Breite. Der untere Rand der Zeichnung ist der Horizont, die Höhe der Abbildung entspricht 20 Grad am Himmel. Der Mond ist zur Erhöhung der Anschaulichkeit vergrößert gezeichnet.

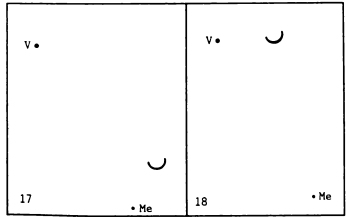


Abbildung 4: 17./18. März, Kallisto bedeckt Ganymed. Die Zeichnung zeigt die Positionen von Kallisto (IV) bezüglich Ganymed (III). Die Punkte markieren die Lage der Mitte von Kallisto ab 18 Uhr MEZ im stündlichen Abstand. Als Maßstab ist rechts unten 1/20 des Jupiterradius dargestellt.

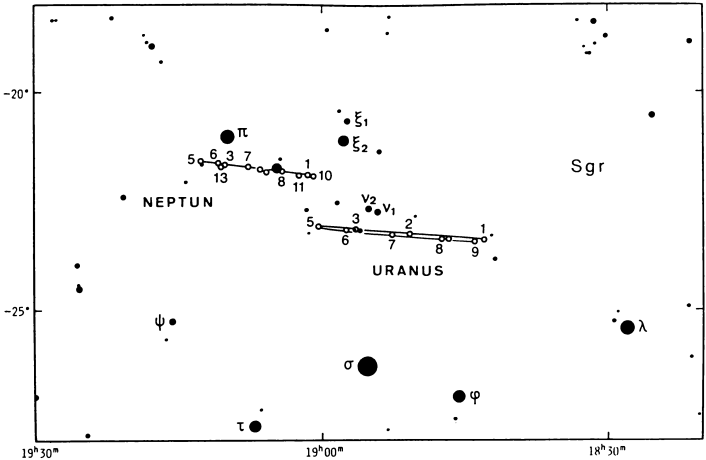


Abbildung 5: Die Wege von Uranus und Neptun im Jahre 1991. Mit Ziffern markiert sind jeweils die Positionen der beiden Planeten zu Beginn der entsprechenden Monate.

17. März

Während der ganzen Nacht vom 17. zum 18. März befinden sich die Jupitermonde III (Ganymed) und IV (Kallisto) sehr dicht beieinander. Die erste nahe Begegnung findet 19^h37^m statt, gefolgt durch eine partielle Bedeckung von III durch IV, die gegen 23^h30^m beginnt und erst gegen 2^h20^m am 18. März endet (s. Abbildung 4).

21. März

4^h02^m überquert die Sonnenmitte den Himmelsäquator von Süd nach Nord und markiert damit den astronomischen Frühlingsanfang. Heute steht die Sonne für alle Orte der Erdoberfläche genau 12 Stunden über und 12 Stunden unter dem Horizont, es ist Tag- und Nachtgleiche. Das ist zumindest die Theorie. Betrachtet man sich aber die Auf- und Untergangszeiten der Sonne in einem Kalender, wird man feststellen, daß die Sonne nicht nur heute, sondern schon einige Tage zuvor länger als 12 Stunden über dem Horizont steht. Wer kann diesen Widerspruch erklären?

22. März

Heute Nachmittag wird der Planet Mars durch den Mond bedeckt. Für uns findet das Ereignis am Taghimmel statt. Da der Mars nur noch eine scheinbare Helligkeit von +1^m1 hat, wird die Bedeckung nur bei sehr klarer Luft im

Fernrohr zu sehen sein. Die südliche Grenzkurve dieser Bedeckung verläuft durch Süddeutschland. Da der Mars ein flächenhaftes Objekt ist, handelt es sich eigentlich um eine Grenzzone, in der die Bedeckung partiell erscheint. Diese Zone ist etwa 12 Kilometer breit, und die Städte Hachingen, Ulm, Augsburg und Freising liegen darin. Tabelle 3 enthält Kontaktzeiten, Tabelle 4 gibt Daten der südlichen Grenzzone dieser Bedeckung.

27. März

16 Uhr erreicht Merkur seine größte östliche Elongation (18°47'). Da sich der Mond östlich der Sonne befindet, geht er nach der Sonne unter und ist deshalb am Abendhimmel zu sehen. Eine günstige Abenderscheinung!

(Für die Hilfe bei der Zusammenstellung der Daten und die Anfertigung der Zeichnungen danken wir Herrn Meeus. – Die Redaktion)

Tabelle 2

Bedeckung des Saturn durch den Mond am 12. März 1991

Die Kontaktzeiten gelten für die Mitte des Saturn, unter Dauer findet man die Dauer des Ein- oder Austrittes der Planetenscheibe (nicht der Ringe!). Gegeben sind weiter die Positionswinkel der Kontakte sowie die Höhe des Planeten zu dieser Zeit.

Ort	Eintritt MEZ		Dauer s	P o	Höhe o	Austritt MEZ		Dauer s	P o	Höhe o
	h	m				h	m			
Aachen	7	53.6	40	62	16	9	15.2	40	251	19
Berlin	8	5.8	40	64	17	9	26.9	39	246	18
Dresden	8	5.0	39	66	18	9	27.0	40	244	19
Erfurt	8	0.9	40	64	17	9	23.0	40	247	19
Frankfurt/M.	7	56.5	40	63	17	9	19.0	40	248	20
Hamburg	8	2.8	40	61	15	9	22.3	40	250	17
Leipzig	8	3.2	40	65	17	9	25.2	40	246	19
München	7	58.8	40	67	20	9	22.8	40	243	22
Plauen	8	2.0	40	65	18	9	24.3	40	245	20
Stuttgart	7	55.7	40	65	19	9	19.2	40	246	22
Rostock	8	5.7	40	62	14	9	25.4	40	249	16

Tabelle 3**Bedeckung des Mars durch den Mond am 22. März 1991**

Die Kontaktzeiten gelten für die Mitte des Mars, unter Dauer findet man die Dauer des Ein- und Austrittes der Planetenscheibe.

Gegeben sind weiter die Positionswinkel der Kontakt sowie die Höhe des Planeten zu diesen Zeiten.

Ort	Eintritt			Dauer	P	Höhe	Austritt			Dauer	P	Höhe
	MEZ						MEZ					
	h	m	s	o	o		h	m	s	o	o	
Aachen	16	52.9	30	148	60		17	35.4	30	231	64	
Berlin	17	1.2	24	140	62		17	52.4	24	222	63	
Dresden	17	5.6	29	149	63		17	48.9	30	215	64	
Erfurt	17	1.3	30	149	63		17	43.9	30	214	64	
Frankfurt/M.	17	0.3	36	154	63		17	36.3	37	208	65	
Hamburg	16	53.6	21	135	60		17	49.6	22	228	62	
Leipzig	17	2.7	28	148	63		17	47.3	29	216	64	
München	keine Bedeckung, größte Annäherung 17 ^h 23 ^m											
Plauen	17	5.0	33	153	64		17	43.8	33	211	65	
Rostock	16	55.6	20	132	59		17	54.3	21	231	61	
Stuttgart	17	9.1	69	167	65		17	28.4	69	195	66	

Tabelle 4**Bedeckung des Mars durch den Mond am 22. März 1991. Südliche Grenzzone**

Südliche Grenze								
östliche Länge o	äußerer Kontakt			innerer Kontakt				
	nördliche Breite o	MEZ			nördliche Breite o	MEZ		
		h	m	s		h	m	s
8	48.1977	17	16	14	48.3111	17	16	17
10	48.2897	17	20	3	48.4028	17	20	5
12	48.3358	17	23	53	48.4487	17	23	54
14	48.3360	17	27	44	48.4489	17	27	44

Sternfreunde treten an die Öffentlichkeit

Was noch als erstes deutsch-deutsches Sternfreundetreffen konzipiert worden war, fand vom 5. bis zum 7. Oktober in Hof, von der politischen Entwicklung überholt, bereits im vereinten Deutschland statt. Die Volkssternwarte Hof mit ihrem Leiter Herrn Hopf hatte zu dieser unvergeßlichen Begegnung eingeladen, die sich nicht nur am Gastgeberort, sondern auch in Jena und Tautenburg abspielte.

Während der Konferenz wandten sich die Teilnehmer mit einer Presseerklärung an die Öffentlichkeit, aus der wir hier auszugsweise zitieren möchten.

In einem ersten Abschnitt zur Situation der astronomischen Bildung wird an die Bildungspolitik der fünf neuen Bundesländer appelliert, den Astronomieunterricht auf Dauer zu erhalten. Gleichzeitig wird angeregt, daran zu denken, dies auch auf die übrigen Länder auszuweiten.

Der zweite Abschnitt zu Sternwarten und anderen Einrichtungen der volksbildenden Astronomie lautet wörtlich:

Die finanzielle und substantielle Existenz nahezu aller Schul- und Volkssternwarten ist durch die vehementen Umstrukturierungsprozesse in der ehemaligen DDR auf längere Sicht bedroht.

Wir appellieren an alle Kommunalpolitiker der Kreise und Städte der neuen Bundesländer, die in ihrem Zuständigkeitsbereich existierenden Einrichtungen zu erhalten.

Verkäufe „einfach aus Geldnot“ in private, z. T. unqualifizierte Hände, richten irreparablen Schaden an. Wenn in fünf bis zehn Jahren die Bevölkerung wieder mehr Zeit und auch Geld für Kultur, persönliche Weiterbildung und Interessen erübrigt, werden dann diese Einrichtungen schmerzlich vermißt, die im übrigen hinsichtlich ihrer Qualität und Dichte in Europa ihresgleichen suchen. Es liegt nahe,

dabei Muster und Modelle anzuwenden, nach denen solche Einrichtungen „im Westen“ bislang fruchtbare Arbeit leisten konnten.

An die Politiker der gesamten Bundesrepublik richten wir die Bitte, die von Vereinen, Volksbildungswerken und Kommunen getragene Arbeit in den Volkssternwarten nachhaltig zu fördern. Diese Einrichtungen sind bisher die einzigen, in denen Bürger aller Bildungsschichten die Problematiken der Weltraumfahrt, der Erforschung, Entstehung und Ausdehnung des Weltalls kennenlernen. Somit obliegt ihnen – fast allein – die Aufgabe, den enormen Beitrag, den unser Land als High-Tech-Partner in Weltraumfahrt und -forschung leistet, einer breiten Öffentlichkeit in verständlicher Form zu vermitteln.

Ein dritter Abschnitt beschäftigt sich schließlich mit Pseudowissenschaft und speziell der Astrologie. Alle Verleger, Redakteure und Journalisten werden darin aufgerufen, mit sachlich fundierter und kritischer Berichterstattung über die psychischen und materiellen Schäden von Irrationalem und Pseudowissenschaft aufzuklären. In diesem Zusammenhang wird die stete Hilfsbereitschaft von Fach- und Amateurastronomen erklärt, als Ansprechpartner zur Prüfung des Wahrheitsgehaltes von Nachrichten und Meldungen zur Verfügung zu stehen.

Zu den Unterzeichnern dieser Erklärung zählen Prof. Dr. Rudolf Kippenhahn (Garching), Prof. Dr. Siegfried Marx (Tautenburg), Dr. Bernd Zill (Schneeberg) und Peter Riepe (Böchum) vom Vorstand der Vereinigung der Sternfreunde (VdS).

ESOP IX

(Kurzbericht)

Das langfristig geplante Europäische Symposium für Bedeckungsperioden (ESOP IX) der Internationalen Occultation Timing Association (IOTA) fand vom 24.–28. 8. 1990 in Jena statt.

Auch unter großen materiellen Schwierigkeiten sicherte der Kulturbund e. V. nach der Auflösung der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt einen guten Ablauf.

Prof. Dr. Siegfried Marx, Direktor der Sternwarte Tautenburg und Vorsitzender der Jenerser Kreisorganisation, begrüßte im Namen der Bezirksleitung des KB e. V. 53 Teilnehmer aus Belgien, CFSR, Deutschland, Italien und den USA.

Die Vorträge widerspiegeln das breite Spektrum von Arbeitsgebieten der IOTA. Sonnenfinsternisse sind dabei wohl die spektakulärsten beobachteten Erscheinungen. So fanden die aktuellen Berichte zum 22. Juli d. J. besonderes Interesse. Im Nachtrag zur Vorjahrestagung (darüber wurde an dieser Stelle berichtet) wurde die Bedeckung von 28 Sgr durch Titan weiter analysiert. Dabei erregten Videoaufzeichnungen große Aufmerksamkeit.

Die „normalen“ Sternbedeckungen durch den Mond standen wegen ihrer Häufigkeit im Mittelpunkt der Diskussion. Photoelektronische Technik, Methoden der Vorhersage von Bedeckungsereignissen, die erreichten Ergebnisse und deren Reduktionen nahmen einen breiten Raum ein. Gemeinsame Schritte zu einer europäischen Zusammenarbeit für schnellere und bessere Reduktionen wurden vorbereitet.

Eine im Oktober in Eilenburg durchgeführte Beratung unter Teilnahme von David Dunham (USA) hat diese Symposiumsergebnisse als Grundlage für Perspektiven einer weltweiten Kooperation verdeutlicht und weitere Maßnahmen empfohlen.

Insgesamt wurden in Jena 17 Vorträge angeboten. Amateure und Profis aus den östlichen Bundesländern waren mit fast einem Drittel daran gut beteiligt. Dem Arbeitskreis Sternbedeckungen ist das ein Ansporn, um seine Arbeit auch in neuen Organisationsformen fortzusetzen.

Große Unterstützung für das ESOP '90 erhielten wir vom Betrieb Carl Zeiss Jena. Besonders ist dabei eine Ausstellung von Beobachtungsinstrumenten hervorzuheben, bei der uns auch leitende Mitarbeiter des Betriebes interessante Gesprächspartner waren.

Im Anschluß an die Fachvorträge war besonders für die ausländischen Teilnehmer Gelegenheit geschaffen, Jena und Weimar mit ihren astronomischen Einrichtungen und bedeutenden Kulturstätten kennenzulernen.

Wie immer haben am Erfolg einer guten Veranstaltung, an ihrer Vorbereitung und ihrem Ablauf viele einen Anteil. Besonderen Dank möchte ich in der Bundesgeschäftsstelle des KB e. V. an die Bundesfreundin Bärbel Buda und Dr. Horst Büttner richten und darin auch Bundesfreund Karsten Kirsch für sein Wirken „vor Ort“ einschließen.

Edgar Otto
Leiter des Organisationskomitees

Polarstern und Himmelsnordpol

Der Polarstern kann als gute Orientierungshilfe dienen, weil er stets über dem Nordpunkt des Horizontes steht. Allerdings trifft dies nicht mit größter Genauigkeit zu, da der Polarstern nicht exakt am Himmelsnordpol, sondern fast 1 Grad von ihm entfernt steht.

Die Stellung des Polarsternes in Vergangenheit und Zukunft hat kürzlich Jean Meeus näher untersucht. Er benutzte dazu die Daten von Position und Eigenbewegung aus dem FK 5-Katalog und berücksichtigte darüberhinaus Präzession, Aberration und Nutation.

Es ist allgemein bekannt, daß der Polarstern etwa zu Beginn des 22. Jahrhunderts dem Himmelsnordpol am nächsten sein wird. Wann genau und wie nahe er kommen wird, hat Meeus nun ermitteln können:

Zunächst betrachtete er die mittlere Bewegung des Sternes (nur unter Berücksichtigung von Eigenbewegung und Präzession). Die mittlere Deklination des Polarsternes war $+88^{\circ}00'$ im Dezember 1757, $+89^{\circ}00'$ im März

1944. Im Juli 1978 erreichte er $+89^{\circ}10'$, wird im Mai 2016 auf $+89^{\circ}32'23''$ steigen, um schließlich im Februar 2102 die maximale Deklination von $+89^{\circ}32'23''$ zu haben. In dieser Zeit wächst seine Rektaszension ständig und dies wegen der Polnähe mit hoher Geschwindigkeit. Zu Beginn dieses Jahrhunderts war seine Rektaszension 1h 23m, im Jahr 2000 wird sie 2h 32m sein. Danach werden folgende Werte erreicht:

RA 3h im Januar 2022
4h im August 2055
5h im August 2080
6h im April 2102
7h im Januar 2124

Der mittlere Bewegung aller Himmelsobjekte überlagern sich die jährliche Aberration und die Effekte der Nutation. Diese berücksichtigend fand Meeus, daß der Polarstern am 24. März 2100 seine maximale scheinbare Deklination von $+89^{\circ}32'51''$ erreichen wird.

Literatur: J. Br. Astron. Assoc. **100** (1990), S. 212

Liebe LeserInnen!

Schon im Heft 3/1990 und Heft 4/1990 habe ich mich an Sie gewandt und versichert, daß „Astronomie & Raumfahrt“ auch 1991 erscheinen wird und sogar in besserer Aufmachung. Dabei soll es dank des Verlages „visuell“ bleiben.

Die Redaktion will die Zeitschrift ganz besonders für den praktisch tätigen Amateur machen, ihm Hinweise für seine Beobachtungstechnik, seine Beobachtungsmethoden, seine Beobachtungsziele und auch für Beobachtungsauswertungen geben. Natürlich möchte – und muß – der Amateur auch über Neues im Gebiet seines Hobbys Bescheid wissen. Deshalb wird AuR auch über moderne astronomische Forschungsergebnisse berichten. Der Anteil Raumfahrt soll stark verbessert und vor allem über astronomische Resultate, die mit Satelliten und Raumsonden erhalten wurden, berichtet werden. Aber auch diese „technischen Hilfsmittel“ der Astronomie sollen nicht zu kurz kommen.

Eine Zeitschrift kann aber nur leben, wenn sie Leser hat. Deshalb möchte ich Sie bitten, AuR die Treue zu halten – eventuell sogar Freunde und Bekannte auf sie aufmerksam zu machen. Ihr Abonnement bei der Post bleibt natürlich bestehen. Für neue Leser ist der beigelegte Bestellschein gedacht.

Der Preis wird ab Heft 1/1991 bei 4,50 DM liegen. Diese Erhöhung ist leider unvermeidlich. Aber neue Qualität, größeres Format und farbliche Aufmachung werden Sie sicherlich überzeugen.

Außerdem möchte ich Sie bitten, durch Ihre Hinweise und Vorschläge und Mitteilungen Ihrer Wünsche aktiv am Leben von AuR teilzunehmen.

Mit besten Grüßen Ihr
S. Marx

Muß bis zum 10. des Monats vor Beginn des Inkassozeitraumes beim zuständigen Postzeitungsvertrieb vorliegen!

Bestellung einer Zeitung/Zeitschrift
zu den Bedingungen der Postzeitungsliste und der Postzeitungsvertriebs-
Anordnung

06

Alle Haushaltangehörigen bestellen unter einer Kundennummer!

ab (Datum)

Titel der Zeitung/Zeitschrift

Astronomie und Raumfahrt

Stück

Kundennummer

Name, Vorname

Straße, Haus-Nr., Wohnungs-Nr., Zustellfach, Postfach

Ort

Postleitzahl

Datum und Unterschrift

