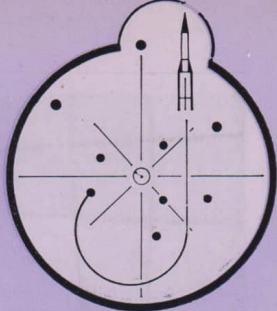


Astronomie UND Raumfahrt



ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1988

1



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. S. Marx
Verantwortl. Redakteur:
OL Heinz Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S. Marx,
Dipl.-Phys. W. Häußel; - Raum-
fahrt: Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,
Uwe Schmaling; - Philoso-
phie / Geschichte: Dr. J. Hamel; -
Amateure: Ing. A. Grünberg,
Dipl.-Phys. J. Rendtel, StR A.
Zenkert, Dr. B. Zill; - Resen-
sionen: Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Sekr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Straße der Jugend 8, Fern-
sprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1988 mit 6 Hefen.
Bezugspreis im Abonnement,
zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M.
Bezug durch die Post oder aus
dem Buchhandel. Bestellungen aus
dem Ausland sind zu richten an
das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der
Pariser Kommune 3-4.
Veröffentlicht unter Lizenznum-
mer 1490 des Presseamtes beim
Vorsitzenden des Ministerrates
der DDR. Artikel-Nr. (EDV)
523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruss, Crimmitschau

Manuskripte sind in doppelter
Anfertigung (Durchschlag) an
den Redaktionsitz einzusenden.
Für unverlangte Einsendungen
wird keine Haftung übernommen.
Die Redaktion behält sich vor,
Beiträge zu kürzen bzw. zu be-
arbeiten.

Der Nachdruck der in Astrono-
mie und Raumfahrt veröffent-
lichten Beiträge ist nur mit Zu-
stimmung der Redaktion ge-
stattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

INHALT

26. Jahrgang (1988) Heft 1

H. Tiersch, D. Stoll: Neues vom Neptun-„Ring“	2
M. Danz, T. Mangoldt: Die VEGA-Mission zum Kometen Halley - Bildverarbeitung, -auswertung, Kernparameter, Morphologie	5
H.-D. Naumann: Zum Begriff der „Wiederverwendbar- keit“ in der Raumfahrttechnik	8
S. Brach: Die Berechnung der scheinbaren Sonnenbewe- gung	9
Sonnenfleckenrelativzahlen September/Okttober 1987.	12

Probleme/Lösungen

U. Wohrab, G. David: Extreme Öffnungsverhältnisse in der Astrofotografie	12
Jürgen Rose: Elektronische Fernrohrnachführung mittels positionsempfindlicher Photodiode	13
Andreas Dill: Aufgang, Untergang (Aus der Reihe DATA)	15
André Knöfel: Vollmond- und Neumondaten 1988-2000	16

Beobachtungshinweise

Expeditionsbericht: Sonnensichel über Alma-Ata	18
Frank Meyer: Mondfinsternisbeobachtung 1986 X 17.	21
J. Rendtel, R. Arlt, A. Knöfel: Beobachtungen während der totalen Mondfinsternis 1986 X 17	21
H.-J. Mettig: Jupiter 1986/87. Bericht des AK Planeten	23

Kurzberichte

III. Harzer Astronomielager der Bez.-Fachgruppe Cottbus ● Schlechte Kometenaussichten für 1988 ● Brasilien verstärkt Raumfahrtaktivitäten	27
Aus der Literatur	28
Rezensionen	31
Berichtigungen	16
Anzeigen	7, 8, 12, 14
Anschriften unserer Autoren ● Vorschau auf Heft 2	32

Redaktionsschluß: 15. November 1987

Auslieferung an den PZV: 29. Februar 1988

Bildseiten

Titelbild: Aufgang der verfinsterten Sonne am 23. 9. 1987 in
Alma-Ata, UdSSR. Aufnahme durch M. Richert, Magdeburg, mit
Praktica L2, NP 15, 1/1000 s um 01.03 UT. Im Bild sind die „Hör-
ner“ spitzen der Sonne sichtbar. Lesen Sie dazu ab Seite 18.

Umschl.-S. 2: G. David und U. Wohrab fotografierten mit der
Praktica MTL5 am Refr. AS 80/840 + Gelbfilter 1,5× am 24. 5.
1987 von 00.24 bis 01.19 MESZ (55 Min.); 9× nachvergrößert.
Lesen Sie dazu den Erfahrungsbericht Seite 12.

Umschl.-S. 3: Jupitergesamtdarstellung aus den Beobachtungen
des AK Planeten. Lesen Sie dazu ab Seite 23.

Umschl.-Seite 4: Komet Bradfield (1987s) aus der Reihe „Das
schöne Amateurfoto“: Aufn. von D. Kitta/R. Weirauch, Volks-
sternwarte Zittau, am 15. 11. 1987 mit dem N 400/2000 und der
Pentacorn six auf NP 27-Planfilm; belichtet: 17.39-17.49 MEZ.

Neues vom Neptun-„Ring“

H. TIERSCH, D. STOLL

Noch sind die Planetologen vollumfänglich mit der Auswertung der Voyager 2-Daten beschäftigt, die aus der Begegnung dieser Sonde mit dem Planeten Uranus vom Januar 1986 stammen, da richtet sich schon die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler verstärkt auf Neptun. Nach den Plänen der NASA wird Voyager 2 im August 1989 den Neptun passieren, und da gilt es, möglichst umfangreiche und präzise Vorinformationen, vor allem was den umstrittenen Neptunring betrifft, zu gewinnen. Zum einen würde es so möglich sein, die Meßinstrumente der Sonde optimal auszurichten, zum anderen könnte sich dies für die Sicherheit von Voyager 2 als wesentlich erweisen. Es ist nämlich vorgesehen, die Sonde so am Neptun vorbeizuschicken, daß sie anschließend noch den Neptunmond Triton passiert. Dabei würde sie die Äquatorebene des Neptun in einer Distanz von etwa 3 Neptunradien (vom Planetenmittelpunkt aus gerechnet) durchstoßen. Das ist aber genau die Region, in der sich der eventuelle Neptunring befindet. Damit rückt der Problemkomplex „Neptunring“ auch in den Interessenbereich der Raumfahrtexperten. Leider sind die Auskünfte, die von Seiten der beobachtenden Astronomie hierzu gegeben werden können, trotz verstärkt eingesetzter Forschungen noch überaus dürrig. Die Ursachen hierfür sind in objektiven Beobachtungsschwierigkeiten zu suchen.

Selbst die größten und leistungsfähigsten Teleskope auf der Erde haben es bisher noch nicht vermocht, durch Direktaufnahmen, seien es Fotoplatten oder CCD-Empfänger, den Neptunring zu erfassen. Der trotz der großen Entfernung zur Erde für astronomische Verhältnisse immer noch helle Neptun ($\approx 8^m$) überstrahlt den relativ eng anliegenden Ring. Man muß sich also verfeinerter Beobachtungsmethoden bedienen, um zu den gewünschten Informationen zu gelangen. Ein spezielles Verfahren, das hier zur Anwendung kommt, ist die Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Neptun. In solch einem Falle zieht der Neptun vor dem am Himmelshintergrund unbeweglichen Stern vorüber und verdeckt ihn. Vorhandene Planetenringe schatten das Licht dieses Sterns um einen bestimmten Prozentsatz ab. Aus der Stärke des Lichtabfalls und dessen Zeitpunkt kann man dann auf die Position des Ringes sowie seine Dicke und optische Tiefe schließen (s. Abb. 1). Dieses im Prinzip sehr elegante Verfahren setzt aber voraus, daß mehrere Randbedingungen erfüllt sind.

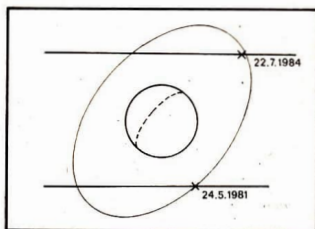
Es muß prinzipiell ein Stern in geeigneter Position vorhanden sein, der von dem Planeten, in unserem Falle von Neptun, bedeckt werden kann. Auf den ersten Blick scheint dies kein Problem zu sein, ist doch der Himmel, wie ein Blick auf eine gute Sternkarte zeigt, mit Sternen quasi „dicht“ besetzt. Leider vermag aber ein Beobachter diese „Fülle“ von Sternen nicht voll auszunutzen. Wo liegen da die Schwierigkeiten?

Tabelle 1

Datum	Quelle
10. 05. 1981	Hubbard, W. B. et al. 1981 Elliott, J. L. et al. 1981
24. 05. 1981	Elliott, J. L. et al. 1981 Reitsema, H. J. et al. 1982
15. 06. 1983	Sicardy, B. et al. 1983 Hubbard, W. B. et al. 1985 (a)
22. 07. 1984	Roques, F. et al. 1985 Hubbard, W. B. et al. 1985 (b)
20. 08. 1985	Sicardy, B. et al. 1985 Vilas, F. et al. 1985
23. 04. 1986	Brahic, A. et al. 1986

An den Teleskopen ist es im Fall einer Sternbedeckung im allgemeinen nicht möglich, das Licht von dem Stern und vom Neptun getrennt zu erfassen, so daß stets der gemeinsame Lichtstrom in die Empfangsapparatur einfällt. Die Meßgenauigkeit unserer heutigen Empfangstechnik liegt bei 1 % der einfallenden Intensität. Damit sind aber dem Beobachter recht enge Grenzen gesetzt. Zum einen können lichtschwache Sterne, deren Intensität geringer als 1 % von der des Neptun ist, nicht für die Beobachtung herangezogen werden, da ihr Lichtstrom innerhalb des Empfängerrauschens liegt. Dadurch stehen nur die helleren Sterne zur Verfügung. Diese sind aber nicht dicht „gesät“, so daß nutzbare Sternbedeckungen relativ selten sind. Seit 1981 haben lediglich sechs solcher Ereignisse stattgefunden (Tab. 1). Zum anderen muß ein Ring optisch relativ dick sein, um einen Lichtabfall hervorzurufen, der von der Empfängerapparatur noch registriert wird. Eventuell existierende diffuse Neptunringe ähnlich dem Jupiterring

Abb. 1: Die gestrichelte Linie stellt den Neptunäquator, die Ellipse den in der Äquatorebene befindlichen Ring dar. Die durchgehende Linie gibt die scheinbare Bahn des Sterns relativ zum Neptunsystem wieder. Die Kreuze markieren den Ort, an dem ein Lichtabfall des bedeckten Sterns registriert wurde.



würden sich der erdgebundenen Beobachtung entziehen.

Vergrößert werden die Meßschwierigkeiten noch dadurch, daß die Randbedingungen für die Beobachtung beim Neptun ungünstiger als beim Uranus sind, was nicht nur an der größeren Entfernung des ersteren liegt. Während der Pol des Uranus um etwas mehr als 90° bis in Richtung der Ekliptik geneigt ist und somit seine in der Uranusäquatorebene befindlichen Ringe nahezu senkrecht zur Ekliptik stehen (wodurch eine Sternpassage optimal beobachtbar wird), beträgt die Neigung des Neptunäquators gegen die Bahnebene nur knapp 30° , so daß seine Ringe auch nur unter diesem Winkel zu sehen sind.

Neben diesen prinzipiellen Schwierigkeiten hat ein Beobachter zudem noch mit irdischen Störquellen zu kämpfen. Schlechte Teleskopführung, elektrische Störungen, Wolken und Vögel können einen Lichtabfall in den Empfangsapparaturen vortäuschen, der dann fälschlicherweise als Abschattung interpretiert werden kann. Gegen letztere Fehlerquellen kann man sich aber sichern, indem von zwei verschiedenen, möglichst weit auseinanderliegenden Stationen aus gleichzeitig beobachtet wird.

Beobachtungsergebnisse

Verblüfft hat selbst Experten zu Anfang der dauernde Wechsel von Meldungen „Neptuning gefunden“ und „kein Hinweis auf Neptuning“. So gab es aufgrund der Messungen von 1981 erste Hinweise auf einen Neptuning, die aber 1983 nicht bestätigt werden konnten. Erst die Beobachtungen von 1984, die von zwei verschiedenen, etwa 100 km in Nord-Süd-Richtung auseinander liegenden Observatorien in Chile, der ESO-Station und dem CTIO-Observatorium, gemacht wurden, erbrachten erste vorläufige Resultate. (Vgl. AuR 1/83, S. 12 u. 6/85, S. 141.) Der Stern SAD 186001, ein Überriese vom Spektraltyp K 5 mit einer scheinbaren Helligkeit von $V = 9^m$, gelangte in die Nähe des Neptun, wobei eine Abschattung nachgewiesen werden konnte. Die erste Vermutung, daß ein kleiner (≈ 10 km) Neptunssatellit die Ursache sein könnte, wurde sofort ausgeschlossen, da beide Observatorien die Abschattung registrierten. Ihr unterschiedlicher geographischer Standort hatte aber zur Folge, daß ein kleiner Satellit von beiden Observatorien prinzipiell gar nicht hätte registriert werden können. Nimmt man aber als Erklärung für die Abschattung einen Ring an, so wären eigentlich zwei solcher Ereignisse zu erwarten gewesen (s. Abb. 1). Die naheliegende Erklärung, daß die Ringgeometrie so beschaffen sein könnte, daß die Sternaustritts-

position auf dem Ring durch den Planeten verdeckt wäre, kann nicht zutreffen, wenn man die 1981er Messungen und die daraus folgende Ringgeometrie mit in Betracht zieht.

So bleiben zwei mögliche Erklärungen: Der Ring besteht nur aus einem Bogenstück, oder er weist in Abhängigkeit vom Azimut extrem verschiedene optische Tiefen auf.

Das Phänomen stark unterschiedlicher optischer Tiefe längs des Azimuts in einem Ring ist an und für sich kein Novum. Nach den neuesten Voyager-2-Daten weisen die schmale Komponente des η -Ringes sowie der γ - und δ -Ring des Uranus den gleichen Effekt auf (Lane et al. 1986). Eine gründliche Neudiskussion der Beobachtungsdaten von 1981 zeigte aber, daß dies bei dem Neptuning extrem ausgeprägt sein müßte. Die Sternbedeckung durch Neptun wurde damals gleichzeitig von zwei Observatorien, eines bei Flagstaff und das andere bei Tucson, beide in Arizona (USA) gelegen, beobachtet. Diese Sternwarten besaßen leistungsmäßig vergleichbare Instrumente. Es wurde aber nur ein Abschattungsereignis im Observatorium von Tucson registriert. In Flagstaff zeigten die Messungen nichts an. Gleichzeitig in Tucson laufende Kontrollmessungen erbrachten aber den Nachweis, daß kein Beobachtungsfehler vorlag. So konnte aus der Entfernung der beiden Orte und der Geometrie der Sternbedeckung eine obere azimutale Ausdehnung des Ringes von 600 km abgeleitet werden. Ein extremer Wechsel in der Opazität innerhalb solch einer geringen Entfernung ist etwa gleichbedeutend mit der alternativen Vorstellung, daß es sich bei dem Ring nur um ein Bogenstück handelt (s. Abb. 2). Was kann heute über dieses Ringstück ausgesagt werden?

Erste Informationen über die optische Tiefe des Ringes ergeben sich aus der Stärke der Lichtabschattung. Die bislang gemessenen Werte sind recht unterschiedlich. Während bei der 1981er Messung ein totaler Intensitätsabfall des Sterns zu verzeichnen war, wurde 1984 eine Transparenz von 68 % registriert. Aufgrund der letzteren Beobachtung scheidet ein einzelner fester Himmelskörper als Sternbedecker aus.

Aus dem Verlauf des Helligkeitsabfalls kann man zudem noch Rückschlüsse auf den Dichtegradienten in der vertikalen Richtung gewinnen. Während bei der Messung 1981 die Intensität schlagartig absank, man also demzufolge auf scharfe, wohldefinierte Ringkanten schließen konnte, zeigte die Messung 1984 einen allmählichen Intensitätsabfall auf ein Minimum. Der Anstieg erfolgte anschließend in gleicher Weise, was auf eine wachsende optische Tiefe zur Ringmitte hindeutet.

Die Bedeutung der Messung von 1981 muß aber insofern relativiert werden, als der Anteil des Sternenlichts am Gesamtlichtstrom lediglich bei 3–4 % lag, so daß die Stichhaltigkeit der Aussage, daß der Lichtstrom des Sterns schlagartig absank, nur im Rahmen der Meßgenauigkeit relevant ist.

Eine weitere wertvolle Information ergibt sich aus der Dauer des Lichtabfalls, wobei letztere im Sekundenbereich liegt. Kombiniert man diese mit der Geschwindigkeit des Neptuns an der Himmelsphäre und den Größenverhältnissen Stern-Neptun, so kommt man auf eine vertikale Ringdicke von 10–20 km.

Es bleibt nun noch die Frage nach der Entfernung Neptun – Neptunring. Wird der Stern sowohl durch den Ring als auch durch den Planeten selbst abgeschattet, so verwendet man die Sternbedeckung durch letzteren als Bezugspunkt. Die Zeitdifferenz zwischen der Bedeckung durch den Ring und durch den Neptun, kombiniert mit seiner Geschwindigkeit an der Himmelsphäre, ergibt zwanglos den Abstand Planet – Ring. Leider lagen die Verhältnisse bei der Bedeckung 1984 nicht so günstig, der Stern wurde durch den Neptun nicht verdeckt, so daß der zeitliche Bezugspunkt fehlte. Genaueste astrometrische Positionsbestimmungen von Stern und Planet mußten ersatzweise herangezogen werden. Diese führten aber durch systembedingte Fehler zu Ungenauigkeiten in der gewünschten Entfernung Neptun – Ring. Man kann aber sagen, daß der Ringbogen 63 000–71 000 km vom Neptunmittelpunkt entfernt ist.

Diese Daten sind durch neuere Messungen aus dem Jahre 1985 zu präzisieren. Auf Hawaii und in der ESO-Station in Chile wurden Abschattungen registriert, wobei diesmal der Neptun ebenfalls bedeckt wurde. So wird eine verbesserte Abstandsbestimmung möglich. Interessant ist noch, daß diesmal nicht nur eine, sondern drei Lichtabschattungen zu verzeichnen waren, was auf mehrere Ringe hindeuten könnte.

Modellüberlegungen zum Neptunring

Wir nehmen in Anlehnung an das Wissen von den anderen Planetenringssystemen an, daß der Neptunring in der Äquatorebene seines Planeten liegt und konzentrisch zum Neptunmittelpunkt ist. Als relativ gesichert kann man ansehen, daß der Ring vom Planetenzentrum $67\,000 \pm 4\,000$ km entfernt ist, aus einem im Azimut wenige 100 km langen Segment mit einer vertikalen Ausdehnung von etwa 15 km besteht und in der Breite eine unterschiedliche optische Tiefe aufweist. Bemerkenswert ist, daß der Neptunring innerhalb der Roche-Grenze liegt.

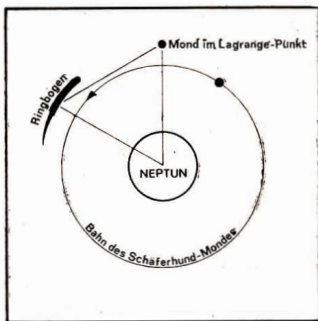


Abb. 2: Ein aus den Beobachtungen abgeleitetes mögliches Modell des Neptun-„Ringes“, betrachtet aus einem Punkt über dem Nordpol des Planeten. Näheres siehe Text.

Diese Daten sind natürlich zu dürftig, um ein komplexes Modell vom Neptunring entwickeln zu können. Man kann aber die schon recht detaillierten und umfangreichen Erkenntnisse über die Ringsysteme der Riesenplaneten Jupiter, Saturn und Uranus mit ins Kalkül ziehen, so daß in absehbarer Zeit sicherlich erste, eingrenzende Modellvorstellungen entwickelt werden. Auf jeden Fall muß aber stets bei der Interpretation der Daten auf mehrere Punkte Rücksicht genommen werden

- a) Wenn der Neptunring ein kontinuierliches Gebilde ist, so muß seine optische Tiefe extreme Schwankungen in relativ kleinen azimutalen Bereichen (< 1000 km) aufweisen. In abgeschwächer Form kann man dies auch bei einigen Uranusringen beobachten.
- b) Möglich ist aber auch ein einzelnes Ringstück (Abb. 2). Ein entsprechendes Gegenstück dazu sind diskontinuierliche Ringlets in der Encke-Teilung des Saturnringsystems.
- c) Eingrenzungen von theoretischer Seite ergeben sich aus der begrenzten Lebenszeit eines solchen Ringes, die sehr viel kleiner als das Alter des Sonnensystems ist. Hier gelten die gleichen Überlegungen wie bei den Ringsystemen um die anderen Riesenplaneten (s. Tiersch et al. 1986, Stoll et al. 1986). Soll der Neptunring ein Langzeitphänomen sein, so müßte es also einen größeren Körper geben, der durch Erosionsprozesse Material verliert und so die Materialverluste des Rings wieder ausgleicht.

Erfüllt werden könnten alle diese Randbedingungen durch einen kleinen Neptunssatelliten, der vor kurzem unter die Roche-Grenze geraten ist. Er wird in solch einem Fall durch die Gezeitenkräfte des Neptuns zermalmt, so daß die Bruchstücke tatsächlich ein Bogenstück bilden könnten. Da der Eintritt eines kleinen Satelliten in die Roche-Grenze aber ein singuläres Ereignis ist, so würde dies bedeuten, daß heute ein in dieser Hinsicht ausgezeichnete Zeitraum wäre. Das ist natürlich prinzipiell möglich, man hat aber bei einer solchen Interpretation immer etwas „Bauchschmerzen“, da man tunlichst vermeiden sollte, den Faktor „Zufall“ allzu sehr zu strapazieren.

Interessant ist auch die Überlegung, daß das Neptunringstück aus Material bestehen könnte, das sich in den Lagrangepunkten L4 oder L5 angesammelt hat. Diese Punkte stellen im Dreikörperproblem stabile Positionen dar. Sie entsprechen einem Eckpunkt eines gleichseitigen Dreiecks, wobei in einem Eckpunkt der Neptun steht, im zweiten ein noch hypothetischer kleiner Neptunmond und im dritten das Bogenstück zu finden wäre (s. Abb. 2).

Es bliebe noch die Variante, daß das Bogen-

fragment des Neptunrings auf gravitative Störeffekte des Neptunmondes Triton zurückzuführen ist. Triton zeichnet sich durch die Besonderheit aus, der einzige große, planetennahe Mond im Sonnensystem zu sein, der eine rückläufige Bewegung aufweist. Möglicherweise werden dadurch dynamische Konfigurationen bedingt, die als Erklärung für die azimutale Inhomogenität des Ringes dienen könnten.

Welche von diesen Erklärungen zutreffen wird oder ob gar ein physikalischer Sachverhalt, der bislang noch gar nicht in Betracht gezogen wurde, die Ursache ist, wird die Zukunft erweisen. Gefragt sind zunächst auf jeden Fall weitere Sternbedeckungsmessungen, um die Beobachtungsgrundlage auf eine breitere Basis zu stellen.

Lit.: Brahic, A. et al.: 1986, Bull. Am. Astron. Soc. 118, 778. – Elliott, J. L. et al.: 1981, Nature 294, 526. – Hubbard, W. B. et al.: 1981, Bull. Am. Astron. Soc. 13, 728. – Hubbard, W. B. et al. (a): 1985, Astron. J. 90, 665. – Hubbard, W. B. et al. (b): 1985, Lunar Planet. Sci. 16, 368. – Lane, A. L. et al.: 1986, Science 233, 65. – Roques, P. et al.: 1985, Bull. Am. Astron. Soc. 16, 1027. – Sicardy, B. et al.: 1983, Bull. Am. Astron. Soc. 15, 816. – Sicardy, B. et al.: 1985, Bull. Am. Astron. Soc. 17, 923. – Stoll, D. et al.: 1986, Astron. Raumfahrt 24, 73. – Tiersch, H. et al.: 1986, Astron. Raumfahrt 24, 45. – Vilas, A. L. et al.: 1985, Bull. Am. Astron. Soc. 17, 923.



Die VEGA-Mission zum Kometen Halley

MICHAEL DANZ, THOMAS MANGOLDT

Bildverarbeitung, Bildauswertung, Kernparameter und Morphologie

Das wichtigste Ziel der nahen Vorbeiflüge der Interkosmos-Sonden VEGA 1 und 2 und der ESA-Sonde GIOTTO am Halley'schen Kometen war es, Bilder mit räumlicher Auflösung des Kometenkerns zu erhalten, um daraus erstmals

die Größe, die Oberfläche und das Reflexionsverhalten, die Rotationsachse und -zeit sowie das Verhalten der innersten Gas- und Staubkoma zu bestimmen. Eine erfolgreiche Bildaufnahme machte für die Drei-Achsen-stabilisierten VEGA-Sonden das Vorhandensein einer steuerbaren Kameraplattform notwendig, die sich automatisch mit großer Genauigkeit immer auf den Kern ausrichtet. Die Werte der Nachführung dieser in der ČSSR gebauten Plattform dienen als Grundlage für die genauere Kometenbahnbestimmung im Rahmen des „Pfadfinder-Konzepts“ für die einige Tage später am Halley vorbeifliegende GIOTTO-Sonde. Zusammen mit dem Televisionssystem (TVS), bestehend aus einer Weit- und einer Schmalwinkelkamera,

waren ein Dreikanal- und ein Infrarotspektrometer auf der Plattform untergebracht.

Von Beginn an war die DDR neben der Sowjetunion, der Ungarischen VR und Frankreich mit Arbeiten und Geräten zur Bildaufnahme und -verarbeitung am VEGA-Projekt beteiligt. Seit Anfang 1985 standen dazu zwei moderne Bildverarbeitungssysteme A 6472 des VEB Kombinat Robotron zur Verfügung, die vom Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR im internationalen Bildverarbeitungslabor für die VEGA-Mission am Institut für Kosmosforschung der sowjetischen Akademie der Wissenschaften in Moskau installiert und in das Gesamtsystem integriert wurden. Herzstück dieser Anlagen ist ein Displayprozessor, mit dem es möglich ist, einlaufende Bilder zeitlich synchron zur Videonorm (12,5 MByte/s) zu verarbeiten. Da alle Bilder wegen der Gefahr einer Zerstörung der Sonden durch den kometaren Staub sofort zur Erde übertragen wurden (die Entfernung Erde-VEGA-Sonden betrug zum Zeitpunkt der Vorbeiflüge rund 173 Mio km!), war eine schnelle Bearbeitung der einlaufenden Daten wichtig. Am Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR wurden in Absprache und Kooperation mit dem sowjetischen Partner spezielle Computerprogramme für die Bildverarbeitung auf dem A 6472 erarbeitet, so u. a. für geometrische Bildtransformationen, Drehungen, Entfernung von Zeilen- und Punktstörungen und von Bewegungsunschärfen. Bezüglich der technischen Charakteristika des TVS-Systems, der Übertragung sowie der Bildverarbeitung sei auf [1], [2] verwiesen.

Insgesamt übertrugen die beiden VEGA-Sonden über 1500 Bilder vom Kometen, aufgenommen in verschiedenen Spektralbereichen aus 14 und 7 Mio km Entfernung ($\pm 2d$ bzw. $\pm 1d$ bzgl. nächster Annäherung) sowie während des Vorbeiflugs ($\pm 2h$). Das Hauptinteresse der Wissenschaftler galt zunächst den Bildern, die während der größten Annäherung der Sonden an den Kometen am 6. bzw. 9. März 1986 gemacht wurden. Überraschend war die vor allem während des VEGA-1-Vorbeiflugs recht dichte Gas- und Staubbülle, in der sich der Kern verbarg, und die starke Konzentration der Gas- und Staubemission auf einige wenige Gebiete auf der der Sonne zugewandten Seite des Kometen. Durch die Kombination von VEGA 1-Bildern unterschiedlicher Spektralbereiche gelang es dem in Moskau anwesenden Kollektiv von DDR-Wissenschaftlern am 8. März als erstem, die Umrisse des Kometenkerns deutlich sichtbar zu machen und den Durchmesser mit rund 6 km zu bestimmen. Wie sich anhand der VEGA 2-Bilder ergab, handelte es sich dabei um die

Kopfregion des mehr ellipsoid- als kugelförmigen Kerns, der sich nach hinten etwas verjüngt. Diese unerwartete Form war auch die Ursache des „Auswuchses“, der auf den Bildern des VEGA 1-Vorbeiflugs erkennbar war.

Zum Zeitpunkt der Annäherung von VEGA 2 an den Kometen waren die Gas- und Staubemissionsraten wesentlich geringer, so daß bessere Beobachtungsbedingungen vorhanden waren. Durch die Eigenrotation hatte sich der Kern etwa $1\frac{1}{4}$ mal gedreht und zeigte auf den Aufnahmen diesmal seine Breitseite. Wegen des kurzfristigen Ausfalls eines Mikroprozessors im TVS bei VEGA 2 existieren vom Zeitraum des nächsten Vorbeiflugs dieser Sonde an Halley im wesentlichen nur zwei Bilder mit einer guten Auflösung des Kerns. Es handelt sich dabei um Aufnahmen, die 1,5 s vor bzw. 98,7 s nach der größten Annäherung (CA = „closest approach“) um 7:20:00 UT am 9. 3. 1986 aus Entfernungen von 8030 km und 11040 km gemacht wurden. Auf der in Abb. 1 gezeigten ersten Aufnahme (—1,5 s zu CA) sind deutlich vier Zeilen geringerer Empfindlichkeit der CCD-Kameramatrix (CCD = „charge coupled device“) und durch die Geräte bzw. die Übertragung bedingte Störungen erkennbar. Die ursprünglich schwarz-weiße Aufnahme mit 256 Grauwertstufen zwischen 0 = schwarz und 255 = weiß wurde, wie auch die folgenden Abbildungen, in Falschfarbentechnik dargestellt. Bei diesem Verfahren der digitalen Bildverarbeitung können den einzelnen Grauwerten eines Bildes beliebige Farben zugeordnet und damit geringe Helligkeitsunterschiede deutlich sichtbar gemacht werden. Der auf einigen Abbildungen rechts eingeblendete Graukeil zeigt dabei die jeweiligen Farbzuordnungen.

Nach Restauration der Bildzeilen mit verminderter Empfindlichkeit der CCD-Matrix durch Auffüllen und Mittelung mit den Nachbarzeilen wurde ein großer Teil der den Bildern überlagerten Störungen mit Hilfe eines adaptiven digitalen Glättungsfilters entfernt. Die Ergebnisse dieser Bearbeitung für die erste (—1,5 s zu CA) und zweite (+98,7 s zu CA) Aufnahme sind in Abb. 2 und 3 zu sehen. Auf beiden Bildern sind jeweils der helle zentrale Bereich (Kern) und Gas/Staub-Ausbrüche (sog. „Jets“) in Richtung zur Sonne deutlich zu erkennen. Abb. 3 zeigt außerdem, daß es trotz der Anwendung des Glättungsfilters nicht möglich war, alle dem Bild überlagerten Störungen vollständig zu entfernen und ein „kohärentes Rauschen“ (in Form der gut sichtbaren „Waschbrettartigen“ Struktur) auf den Bildern zurückbleibt. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt existieren erste Resultate der Bildbearbeitung mit Fourier-Transformationen, durch die es möglich ist, auch das „kohärent

Rauschen“ zu entfernen, bei den Halley-Bildbearbeitungsgruppen der UdSSR und UVR. Ein Vergleich der Abb. 1 und 2 zeigt jedoch, daß bereits durch Anwendung des Glättungsfilters wesentliche Verbesserungen der Bildqualität möglich sind.

Durch die Bearbeitung der Bilder mit adaptiven digitalen Gradienten- und Laplace-Filtern ist es möglich, Gebiete starker Helligkeitsanstiege (starker Helligkeits-Gradienten $\triangle$ 1. Ableitung der Helligkeitsverteilung) und lokaler Helligkeitsmaxima bzw. -minima (Laplace-Filter $\triangle$ 2. Ableitung) deutlich hervorzuheben. Die Abb. 4–7 zeigen die Ergebnisse der Anwendung des Gradientenfilters (Abb. 4 und 5) und das Laplace-Filter (Abb. 6 und 7) jeweils für die erste bzw. zweite Aufnahme von VEGA 2. Die Gebiete größter Helligkeitsänderung, in denen sich auch die Kerngrenzen befinden, erscheinen in den Gradienten-Bildern als gelb bis rötlicher Saum. In den Laplace-gefilterten Bildern sind sie als grüner bzw. dunkler äußerer Rand des eigentlichen Kerngebiets zu erkennen. Im Ergebnis dieser Bearbeitungen konnten die geometrischen Abmessungen des Kometenkerns wesentlich exakter mit $(15,7 \pm 0,6)$ km für die Längsachse und $(7,5 \pm 0,3)$ km bzw. $(5,0 \pm 0,2)$ km für die große und kleine Querachse bestimmt werden. Der Vergleich der Kernlagen zu den verschiedenen Aufnahmezeitpunkten für VEGA 1, VEGA 2 und GIOTTO ergab eine Eigenrotationsperiode von $(52,5 \pm 1,5)$ h bei direkter (prograder) Rotation bzgl. der Umlaufrichtung des Kometen.

Die Laplace-gefilterten Bilder zeigen im eigentlichen Kerngebiet lokale Helligkeitsmaxima (in Abb. 6 in grün und blau) und -minima (in rot), die linienartig angeordnet sind. Besonders gut zu sehen sind diese linienartigen Strukturen auf Überlagerungen von geglättetem Original, Gradienten- und Laplace-gefiltertem Bild (Abb. 8 und 9). Für die Überlagerung wurden die drei unabhängigen Prozessor-Pipelines (roter, grüner und blauer Kanal) des Displayprozessors im Bildverarbeitungssystem A 6472 vom VEB Robotron benutzt, so daß in Abb. 8 alle Informationen der Abb. 2, 4 und 6 und in Abb. 9 entsprechend die der Abb. 3, 5 und 7 enthalten sind. Abb. 10 wiederholt die Abb. 9 mit einer anderen Farbzurordnung, um die Sichtbarkeit der Strukturen im Kerngebiet weiter zu verstärken.

Ursache der Strukturen sind mit großer Wahrscheinlichkeit Risse und Spalten in der Kometenoberfläche, aus denen verstärkt Gas und Staub austritt. Für diese Annahme spricht, daß sich ein Teil der Staub- und Gas-Jets auf den Bildern bis zu diesen hellen Gebieten verfolgen läßt und daß diese Strukturen auf beiden VEGA 2-Bildern

identifizierbar sind und es sich damit nicht um ein eventuell noch vorhandenes „kohärentes Rauschen“ handeln kann. Von Sekanina und Larson [3] waren anhand der Auswertung fotografischer Aufnahmen des Kometen Halley aus dem Jahre 1910 mit moderner Bildverarbeitungstechnik ähnliche Strukturen vorausgerechnet worden. Da diese Strukturen schon 1910 existierten, haben sie einen permanenten Charakter und sollten mit Strukturen an und unterhalb der Oberfläche des Kometen verknüpft sein. Das weist auf Bruchstrukturen in den oberflächennahen Schichten des Kerns hin. In diesem Falle wären die beobachteten linienartigen Strukturen Gebiete verstärkter Ausgasung über Bruchsystemen, die übrigens zum Teil mit ringartigen Strukturen verknüpft sind. Ursache für solche tieferen Brüche können sowohl frühe Zusammenstöße des Kometenkerns mit anderen Körpern während seiner Entstehung sein, so daß Kometen praktisch aus einzelnen aneinander klebenden Blöcken mit Rissen bestehen würden. Oder aber sie sind eine Folge von Thermospannungen, wie sie mit Arbeiten im Institut für Kosmosforschung zur thermomechanischen Struktur von Kometenkernen, im Rahmen der Vorbereitungen auf die Auswertung der VEGA-Daten, postuliert wurden. In jedem Fall ist damit das ursprüngliche Whipple'sche „Schneeball-Modell“ der Kometen, zu modifizieren. Es wird eine der wesentlichen weiteren Aufgaben bei der Bildauswertung sein, Genaueres über die Oberflächeneigenschaften von Kometen abzuleiten, um so Struktur und Aufbau des Kerns und damit die Entwicklung der Kometen im Rahmen der Entstehung unseres Sonnensystems besser zu verstehen.

(Die Autoren bedanken sich bei Dr. H. Lorenz und Dr. G. Richter vom ZIAP der AdW der DDR für die Unterstützung bei der Bildverarbeitung.)

Lit.: [1] Danz, M. u. a.: Bildverarbeitung zum VEGA-Projekt, Bild und Ton 39 (1986) 9, S. 261–263. – [2] Danz, M. u. a.: Aufnahme und Verarbeitung kosmischer Bilddaten am Beispiel der VEGA-Mission, Radio Fernsehen Elektronik 35 (1986) 10, S. 662–664. – [3] Sekanina, Z.: Larson, S. M.: Dust jets in comet Halley observed by GIOTTO and from the ground, Nature 321 (1986), p. 357–361.

Verkaufe 16,5 cm-Newton-Sp., parallakt. mont. m. Säulenstativ, Gegengewichte, Grundplatte, mech. Nachführ. u. Teilkreise. Kompl. f. 4700 M. – Mario Elefanti, Weg Q 3, Berlin, 1108.

Verkaufe Refraktor 110/1650 und schwere deutsche Mont. (40 mm Achsen, Rutschkuppl., Schneckenantrieb in beiden Achsen) für 4500 M oder Tausch gegen AS-Obj. 200/3000. – G. Wagner, Str. d. Revolution 18, Halle, 4070.

Zum Begriff der „Wiederverwendbarkeit“ in der Raumfahrttechnik

In [1] und [2] haben Fraas und Kunze auf die Notwendigkeit der Formierung einer Fachsprache der Raumfahrt und die Verantwortung bei ihrer Nutzung hingewiesen. Diese Notwendigkeit ergibt sich nicht nur aus dem Erfordernis einer fach- und sachgerecht unzweideutigen Darstellung, sondern auch aus der hohen politischen Motivation der Raumfahrt. Fehlerhafte Begriffe oder fehlerhafte Begriffsanwendungen führen nicht nur zu Fehlinterpretationen und -deutungen, sondern auch gesellschaftlichen und historischen Fehleinordnungen und -einschätzungen. So muß der von einer DDR-Fachzeitschrift für einen Beitrag zum Space Shuttle gewählter Titel „Space Shuttle – bemannte Raumfahrt im dritten Jahrzehnt“ als fachlich und politisch geradezu verantwortungslos gewertet werden, weil er dem Leser eine alternativlose Identität von Space Shuttle und bemannter Raumfahrt im dritten Jahrzehnt suggeriert, die es in Wirklichkeit nicht gibt.

Zu Fehleinordnungen hat bisher auch die undefinierte Verwendung des Begriffs der Wiederverwendbarkeit in der Raumfahrttechnik geführt, die sich ausnahmslos an der Vision des Space Shuttle orientiert und diesen – in Anlehnung an die amerikanische Interpretation auch bei uns – als ersten wiederverwendbaren Raumflugkörper einordnet. Hoffmann [4] regte wohl erstmals dazu an, daß diese Einordnung korrekturbedürftig ist.

Was ist Wiederverwendbarkeit in der Raumfahrttechnik?

Was also bedeutet Wiederverwendbarkeit in der Raumfahrttechnik? Es ist Ziel jeglicher menschlicher produktiver Tätigkeit, im Bereich außerhalb der „Verbrauchsgüter“ mit minimiertem Aufwand Produkte zu erzeugen, die der optimalen Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse dienen. Diese Zielstellung schließt die zeitlich maximal mögliche Nutzung eines Produktes ein, d. h. seine wiederholte Verwendung über lange Zeiträume. In der Raumfahrttechnik war und sind aus hinlänglich bekannten Gründen einer wiederholten Verwendung technischer Systeme Grenzen gesetzt. Raumfahrttechnik war und ist vorwiegend Wegwerftechnik. Dieser durch den Stand der Technik bedingte Tatbestand ändert nichts daran, daß eine wiederholte Verwendung technischer Systeme auch zu den

Grundzielen der Entwicklung der Raumfahrttechnik gehört. Eine Wiederverwendbarkeit ist dabei dann gegeben, wenn nach Ablauf eines im wesentlichen durch die Konzeption des Systems bedingten Arbeitszyklus eine Regeneration derart möglich ist, daß das System für einen erneuten Arbeitszyklus gleicher oder auch anderer, ein gesellschaftliches Bedürfnis befriedigender Zweckbestimmung nutzbar ist, ohne das Gesamtsystem zu erneuern.

SALUT 6 – das erste wiederverwendbare Orbitalsystem

Wendet man diese Definition auf raumfahrttechnische Systeme an, ergibt sich:

- Für Transportsysteme Erde-Weltraum ist eine Regeneration zwecks Wiederverwendbarkeit nur am Boden möglich, erfordert also eine zerstörungsfreie Rückführung der Systeme.
- Für Orbitalsysteme ist eine Regeneration zwecks Wiederverwendbarkeit sowohl auf der Erde als auch im Weltraum möglich. Ersteres erfordert ebenfalls eine zerstörungsfreie Rückführung des Orbitalsystems, letzteres die Möglichkeit der Nachversorgung des Orbitalsystems sowie gegebenenfalls seine Reparatur im All.

Daraus ist zu schlußfolgern, daß SALUT 6 als erster wiederverwendbarer bemannter Raumflugkörper in die Entwicklung der Raumfahrt einzuordnen ist. Mit dem dabei praktizierten kosmischen Systemkonzept SALUT-SOJUS-PROGRESS wurde erstmals eine Regeneration im Orbit und damit Wiederverwendbarkeit realisiert. Der Space Shuttle war der erste rückführbare und dadurch wiederverwendbare Raumflugkörper, mit dem das Prinzip der Wiederverwendbarkeit rund 4 Jahre nach SALUT 6 damit auf andere Weise realisiert wurde.

Lit.: [1] Fraas, C.; Kunze, H.: Verantwortung des Lehrers für den Gebrauch der Fachsprache der Raumfahrt. *Astronomie in der Schule*, 22 (1985) 3, S. 54–58; [2] Fraas, C.; Kunze, H.: Überlegungen zur Fachsprache der Raumfahrt. *Aktuelle Probleme der Raumfahrt*, Wissenschaftl. Berichte der FSU Jena, 1985, S. 97–111; [3] Marold, T.: Space Shuttle – bemannte Raumfahrt im dritten Jahrzehnt. *Die Sterne*, 59 (1983) 4, S. 198–210; [4] Hoffmann, H.: Höhepunkte, Zusammenhänge und Probleme der bemannten Raumfahrt. Vortrag anläßl. der URANIA-Referentenkonferenz „3 Jahrzehnte Raumfahrt“, Berlin, 22. 10. 1986

H.-D. NAUMANN

Verkaufe Spiegelteleskop 10 cm m. 2 Okularen, (f = 10 und 16 mm) für 1200 M. – Karl Wagner, Rumberger Str. 35, Seifhennersdorf 8812.

Verkaufe flexible Antriebswelle für Telemontornierung f. 38 M. – A. Winzer, Zittauer Str. 18, Cottbus, 7500

Die Berechnung der scheinbaren Sonnenbewegung nach Ptolemäus

S. BRACH

Wenn hier auf die Berechnung der Sonnenbewegung nach Ptolemäus (um 90—um 150) und ihre Fehler eingegangen wird, so soll die herausragende Leistung dieses letzten großen Astronomen der alexandrinischen Schule in keiner Weise geschmälert werden. Im Gegenteil, wenn heute noch seine Arbeiten diskutiert werden und aus der astronomischen Literatur nicht wegzudenken sind (z. B. [1][2][3]), so zeugt dies von der Bedeutung dieses Mannes für die Kulturschichte.

Ptolemäus konnte auf einen großen Fundus an astronomischen Erkenntnissen und Beobachtungsergebnissen zurückgreifen, die er in bewunderungswürdiger Weise zusammenfaßte und die den Ausgang für sein geozentrisches Weltbild darstellten. In seinem Buch, kurz Almagest genannt [4], begründet er – meist in euklidischer Beweisform – das astronomische Wissen seiner Zeit und gibt Berechnungsmethoden für die Bestimmung der scheinbaren Orte von Sonne, Mond und Planeten an.

Würde heute nach diesen Tafeln z. B. der scheinbare Ort der 'Sonne berechnet werden, könnte schon ein Sternfreund mit einfachen Mitteln den Fehler dieses Ortes feststellen. Hier soll nun gezeigt werden, worin dieser Fehler begründet ist und aus welchen Anteilen er sich zusammensetzt.

Der Verfasser greift auf Unterlagen zurück, die jedem Sternfreund zur Verfügung stehen.

Hier kurz die Gegenüberstellung der Theorien von Ptolemäus und Kepler (Abb. 1): Die mittlere Anomalie M ist bei beiden gleich. Nicht gleich sind die wahre Anomalie v nach Kepler [5] [6] und die nach Ptolemäus ([4], 3. Buch, 5. Kap.). Eine genaue Ortsbestimmung der Sonne hätte also Ptolemäus nie erreicht, auch wenn ihm alle nötigen Daten mit der erforderlichen Genauigkeit zur Verfügung gestanden hätten.

Die Darstellung der Sonnenorte erfolgt im geozentrisch-ekliptikalen Koordinatensystem.

Die Epoche der Sonnentafeln nach Ptolemäus

Bei der Aufstellung seiner Sonnentafeln ([4], 3. Buch, 2. Kap.), bezogen auf den Mittag in Alexandria (29,9° ö. L., 31,2° nördl. Br.), geht Ptolemäus von der Epoche aus, die durch den Beginn des ersten Regierungsjahres Nabonnassars festgelegt ist (26. 2. – 740, 12^h OZ Alexandria bzw. 10^h UT). Den Ort der Sonne errechnet er für diesen Zeitpunkt zu

$$\lambda_{0Pt} = L_{Pt} + x_{Pt} = 330.75^\circ + 2.38^\circ = 333.13^\circ$$

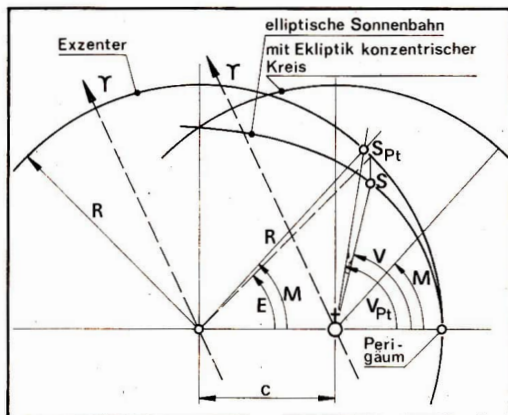
$L = M =$ Mittl. geozentrische Länge (mittl. Anomalie)

Die wahre scheinbare Länge der Sonne beträgt

$$\lambda_{0M} = L + f = 328,21^\circ + 1,80^\circ = 330,01^\circ$$

nach [6]

Abb. 1: Geozentrisch-ekliptikale Koordinaten der Sonnenbewegung und die Beschreibung dieser Bahn nach der Exzentertheorie des Ptolemäus (schematisch). S (S_{Pl}) = tatsächlicher Sonnenort (n. Ptolemäus).



$$\lambda_{0A} = L + L' = 328,2^\circ + 1,9^\circ = 330,1^\circ$$

nach [7]

$f = L' = x$ = Mittelpunkts-*glei*chung (Anomaliedifferenz)

Berücksichtigung des tatsächlichen Äquinoktiums

Hätte Ptolemäus statt des von ihm „beobachteten“ Zeitpunktes für das Herbstäquinoktium (25. 9. 132, 14^h OZA) den tatsächlichen Zeitpunkt berücksichtigt (24. 9. 132, 01^h 13^m OZA), betrüge $L_{Pt} = 332,26^\circ$ (mittl. Sonnenbewegung während dieser Zeitdifferenz ist gleich $1,51^\circ$) und die Länge wird dann

$$\lambda_{0Pt} = 332,26^\circ + 2,38^\circ = 334,64^\circ$$

Die Differenz zwischen diesem Wert und der tatsächlichen Länge ist durch diese Korrektur noch größer geworden $\lambda_{0M} - \lambda_{0Pt} = -4,62^\circ$.

Berücksichtigung der tatsächlichen mittleren Sonnenbewegung

Durch die Auswertung babylonischer und griechischer Beobachtungen, die viele Jahrhunderte zurückreichten, konnte Ptolemäus die Länge des tropischen Jahres und damit die tägliche mittlere Sonnenbewegung für damalige Verhältnisse sehr genau berechnen: $0,9856353^\circ$ [1] [2] [4]. Der genaue Wert beträgt: $0,9856473^\circ$ [2] [7]. Von Veränderungen dieses Wertes im Laufe der Jahrhunderte wurde abgesehen.

Die Differenz ist also $0,00001205^\circ$ pro Tag und in 1000 Jahren $4,38^\circ$. Für diesen Zeitraum berechnet Ptolemäus eine mittlere Länge, die um $4,38^\circ$ zu klein ist. Beträgt die Anzahl der Tage von der Epoche bis zum tatsächlichen Herbstäquinoktium im Jahre 132 gleich $320\,899,55$, so ist die von Ptolemäus ermittelte mittlere Länge um $0,00001205 \cdot 320\,899,55 = 3,8668^\circ$ zu korrigieren. Sie wird also mit der wirklichen täglichen mittleren Sonnenbewegung

$$L_{Pt} = 332,26 - 3,87 = 328,39^\circ.$$

Berücksichtigung der säkularen Akzeleration

Auch zu Ptolemäus' Zeiten unterlagen die Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten der säkularen Akzeleration. D. h. in den rd. $320\,900$ Tagen vom 23. 9. 132 bis 26. 2. —746 hat sich die Erde sozusagen immer „schneller“ gedreht.

Wird der Zeitunterschied zwischen der gleichmäßig ablaufenden Ephemeridenzeit und der aus der Sonnenbewegung abgeleiteten Weltzeit nach der von Spencer Jones [8] [6] aufgestellten Beziehung berechnet, so ergibt sich ein Zeitunterschied von

$$\Delta T(26.2. - 746) - \Delta T(23.9.132) = 5,30^h \\ - 2,25^h = 3,05^h$$

Hätte Ptolemäus auch diese Differenz erfassen können, die in der mittleren Sonnenbewegung $0,125^\circ$ ausmacht, so wäre er zu der folgenden mittleren Länge gekommen:

$$L_{Pt} = 328,39^\circ - 0,13^\circ = 328,26^\circ$$

Dieser Wert entspricht praktisch dem nach [6] bzw. [7] ermittelten.

Berücksichtigung der Drehung der Apsidenlinie und des wirklichen Wertes der Anomaliedifferenz

Die entsprechende Argumentzahl, nach der Ptolemäus die Anomaliedifferenz berechnet ist mit der korrigierten mittleren Länge

$$L_{Pt} - \varphi_{APt} = 328,26^\circ - 63,33^\circ = 264,92^\circ$$

(φ_{APt} = Winkel zwischen Frühlingspunkt und Apogäum im Exzenter) und die dieser Argumentzahl zugeordnete Anomaliedifferenz beträgt $2^\circ 23' = 2,38^\circ$. Der Winkel φ_{APt} , den Ptolemäus als konstant voraussetzte, betrug aber zu Nabonassars Zeiten 56° , so daß die Argumentzahl $328,26^\circ - 56,0^\circ = 272,26^\circ$ zu einer ptolemäischen Anomaliedifferenz von $2,37^\circ$ führt, was allerdings praktisch dem ersten Wert entspricht. Ptolemäus hätte nun seine Exzentertheorie gegen die richtige elliptische geozentrische Sonnenbewegung austauschen müssen, um die wirkliche Anomaliedifferenz von $1,92^\circ$ berechnen zu können.

Der von Ptolemäus berechnete Sonnenort als sog. Ausgangspunkt für die Berechnung nach seinen Tafeln (die Epoche) weicht also hauptsächlich wegen der

- ungenauen Bestimmung des Herbstäquinoktiums
- nur geringen Abweichung der mittleren täglichen Sonnenbewegung
- Nichtberücksichtigung der säkularen Akzeleration

von dem genauen Ort ab. Mit diesen Korrekturen hätte Ptolemäus die Sonnenlänge für den 26. 2. —746, 12^h Alexandria, zu

$$\lambda_{0Pt} = 328,26^\circ + 2,37^\circ = 330,63^\circ$$

erhalten. Die hier noch enthaltene Abweichung in der Anomaliedifferenz – rd. $0,5^\circ$ – ist der angenommenen Exzentertheorie zuzuschreiben.

Fehler in der Berechnung des Sonnenortes nach Ptolemäus

Die aufgezeigten Fehler zeigen sich natürlich auch bei der Berechnung des Sonnenortes für eine bestimmte Zeit.

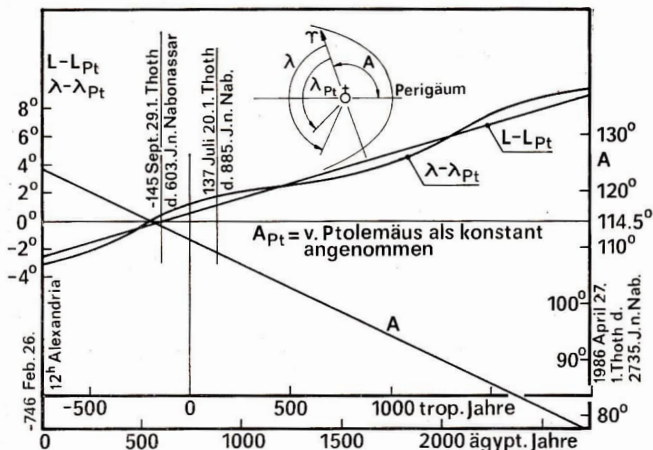


Abb. 2: Differenzen der mittleren ($L - L_{Pt}$) und wahren Sonnenlängen ($\lambda - \lambda_{Pt}$) sowie den Längen des Perigäums zwischen den nach Ahnert [7] und Ptolemäus [4] errechneten Werten. Daten des ägyptischen Kalenders [9].

Werden die Differenzen der mittleren und wahren Sonnenlängen zwischen den richtigen Werten (z. B. nach Ahnert [7]) und den ptolemäischen in Abhängigkeit der Zeit aufgetragen, so ergeben sich die in Abb. 2 dargestellten Verläufe.

Die Differenz in den mittleren Längen ($L - L_{Pt}$) zeigt einen linearen Verlauf (von vernachlässigbaren Größen 2. Ordnung abgesehen). Sie ist im Jahre -145 gleich Null, also zu Zeiten Hipparch's. Dies ist jedoch nur dem fehlerhaften Zeitpunkt des Herbstäquinoktiums, von dem Ptolemäus ausging, zuzuschreiben. Die Differenz ($L - L_{Pt}$) hätte z. Z. Ptolemäus gleich Null sein müssen, wenn er vom tatsächlichen Zeitpunkt ausgegangen wäre.

Die Differenz ($\lambda - \lambda_{Pt}$) zeigt eine „Wellenlinie“, die sich dem Verlauf des Fehlers der mittleren Längen überlagert. Diese entsteht dadurch, daß hier stets der Jahresanfang nach dem ägyptischen Kalender mit 365 Tagen pro Jahr betrachtet wurde; denn auch die Tafeln nach Ptolemäus berücksichtigen das ägyptische Jahr. Deshalb durchwandert der hier betrachtete Zeitpunkt (1. Thoth) in 1507 trop. bzw. 1508 ägypt. Jahren das gesamte Sonnenjahr. D. h.,

es gibt in diesem Zeitraum zwei Punkte, in denen der 1. Thoth genau auf das Perigäum bzw. Apogäum fällt. Hier ist aber die Anomaliedifferenz gleich Null, was durch die Schnittpunkte der Wellenlinie mit der Geraden ($L - L_{Pt}$) angedeutet wird. Die Größe der Abweichung von der mittleren Länge zwischen diesen Schnittpunkten wird bestimmt durch den Unterschied in der Anomaliedifferenz zwischen Ptolemäus und Kepler (rd. $0,5^\circ$). Hinzu kommt noch der Einfluß durch die von Ptolemäus angenommene Konstanz der Lage der Apsidenlinie (anomalistisches Jahr = trop. Jahr), der aber sehr klein ist.

Während also die Gerade ($L - L_{Pt}$) stetig ist, stellt der Verlauf ($\lambda - \lambda_{Pt}$) die Abweichung bei bestimmten Zeitpunkten des Jahres (des jeweiligen 1. Thoth) dar. Genau genommen überlagert sich „eine Welle“ der ($L - L_{Pt}$)-Geraden innerhalb eines Jahres.

Die Abweichung des Winkels A ($= 360^\circ$ minus Länge des Perigäums) vom konstant angenommenen Wert Ptolemäus' zeigt in Abb. 2 die Gerade A . Hier deutet der Schnittpunkt mit der Geraden A_{Pt} an, daß sich hier Ptolemäus auf Messungen von Hipparch bezieht.

Schlußbetrachtung

Ptolemäus hat als Erster den Stand des astronomischen Wissens seiner Zeit in eine wissen-

schaftliche – d. h. auf Beweis und Logik aufbauende – Form gebracht. Seine Sonnenberechnung ist der Methode nach die gleiche wie sie heute angewendet wird. Wenn hiernach für die heutige Zeit, nach rd. 1800 Jahren, die Sonne um 9° gegenüber der tatsächlichen zurückbleibt, so liegt der Grund hierfür in ungenauen Meßergebnissen, nicht in der Methode. Unabhängig von unmittelbaren Beobachtungen ist ein Fehler in der Angabe der Anomaliedifferenz, der hätte zwar durch Wahl eines kleineren Ebstandes des Mittelpunktes des Sonnenareises vom Mittelpunkt der Ekliptik kompensiert werden können, wäre dann aber mit den unterschiedlichen Zeitabständen zwischen den Solstitien und Äquinoktien in Widerspruch gewesen.

Ptolemäus schuf ein Werk, das die Grundlage aller folgenden theoretischen und praktischen Arbeiten über Astronomie gewesen ist und wegen seiner Gründlichkeit und logischen Darstellung sicher auch dazu beigetragen hat, daß 1400 Jahre vergehen mußten, bis neu über den Himmel und seine Gesetze nachgedacht wurde.

LH.; [1] Ahnert, P.: Nikolaus Kopernikus 1473–1543, seine Zeit und sein Werk. In: Kalender für Sternfreunde 1973. Leipzig 1972, S. 163–188. – [2] ders.: Geschichte und Probleme der Zeitmessung. In: Kal. f. Sternfreunde 1986. Leipzig 1985, S. 142–148. – [3] Ekrutt, J. W.: Die Mondtheorie des Claudius Ptolemäus. In: Sterne 45 (1969) 191–198. – [4] Ptolemäus, Cl.: Handbuch der Astronomie. Leipzig 1963. – [5] Ahnert, P.: Einige Eigenschaften der Ellipse. Kal. f. Sternfreunde 1981. Leipzig 1980, S. 156–165. – [6] Mücke, H.: Astronomische Phänomenologie mit dem Taschenrechner. In: Sterne 58 (1982) 30–47. – [7] Ahnert, P.: Astronomisch-Chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten. Leipzig 1961. – [8] Ahnert, P.: Die astronomische Zeitmessung und ihre Probleme. Kal. f. Sternfreunde 1959, Leipzig 1958, S. 92–108. – [9] Glinz, F. K.: Handbuch der Mathematischen und Technischen Chronologie, I. Band. Leipzig 1906.

Sonnenfleckenrelativzahlen September/Oktober 1987

Herausgegeben von Sunspot Index Data Center,
Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE (AKS) des
KB der DDR

d	September		Oktober	
	S.I.D.C.	AKS	S.I.D.C.	AKS
1	33	42	34	38
2	38	41	26	32
3	37	45	37	40
4	38	47	58	61
5	39	58	48	54
6	44	59	48	45
7	56	67	39	38
8	67	81	55	32
9	64	82	50	46
10	59	71	51	54
11	58	70	63	68
12	44	53	53	60
13	25	33	74	73
14	18	21	92	95
15	21	25	101	91
16	14	22	101	103
17	25	35	91	75
18	32	29	86	95
19	35	37	82	99
20	38	42	79	88
21	32	41	61	59
22	23	28	50	55
23	26	31	33	41
24	25	23	22	12
25	11	13	29	28
26	10	12	40	48
27	19	23	70	78
28	22	26	79	98
29	26	34	78	92
30	26	33	85	90
31			78	89
Mittel	33,5	40,8	61,1	63,8

A. KOECKELBERGH

H. ALBERT

Extreme Öffungsverhältnisse in der Astrofotografie

In AuR 1/85 wurde von Amateuren der Archenhold-Sternwarte Berlin zum gleichen Thema berichtet. Ausgehend von diesem Beitrag versuchten wir (Mitglieder der Fachgruppe Schönebeck) mit einem Selbstbau-Refraktor AS 80/840 Sternfelder zu fotografieren. Als Leitrohr diente der Cassegrain 150/2250 auf Zeiss-Ib-Montierung der Schulsternwarte „B. H. Bürgel“ Schönebeck. Der Refraktor wurde so an den Tubus des Cassegrain-Spiegels montiert, daß er noch um wenige Grad gegenüber dem Reflektor vorstellbar war, was die Wahl relativ heller Leitsterne ermöglichte. Die Helffeldbeleuchtung besorgte ein am Haltekreuz des Gegenspiegels befestigtes Glühlämpchen. Schwierig war die genaue Nachführung infolge der langen Brennweite der Aufnahmeoptik und der hohen Gewichtslast der Montierung. Die Korrektur in Stunde von Hand über die Feineinstellung der I b-Montierung war sehr mühsam und führte nur selten

zum Erfolg. Ein einfacher Frequenzgenerator, gesteuert über eine Fernbedienung, brachte Abhilfe (vgl. AuR 6/87, BS IV). Um Abbildungsfehler durch das visuell korrigierte AS-Objektiv zu unterdrücken, wurde ein helles Gelbfilter (Belichtungszeitverlängerung 1,5mal) in den Strahlengang gesetzt. Als Aufnahmefilm diente ausschließlich NP 27 KB-Film. (Siehe auch Umschl.-S. 2 und Bildseiten I und IV.)

UWE WOHLRAB, GUIDO DAVID

Verkaufe Cassegrain-Optik 250/1250/8750 für 1500 M. – Franko Gerul, Unter den Linden 5; Werder, 1512.

Suche Transpress-Raumfahrtlexikon (Ausgabe 1986). – Klaus Rabsilber, Töpfergasse 6, Bürgel, 6522.

Suche Fachliteratur, insbes. f. d. Gebiete Instrumentenbau, Kosmologie und Kleinkörper. – Jens Busse, Max-Lingner-Str. 39, Weißentels, 4850.

Suche „Die Sterne“ 56 (1980) 1 und 60 (1984) 4. Preis n. Verein. – O. Janek, W.-Heinze-Str. 9, Leipzig, 7030

Elektronische Fernrohr-Nachführung mit positionsempfindlicher Photodiode

JÜRGEN ROSE

Konventionelle Fernrohrnachführungen basieren auf der Einbeziehung einer mehr oder weniger genauen sensorlosen elektronischen Regelung des über entsprechende Getriebe montierten Motors, vgl. z. B. [1] und [2]. Temperatur- und Verschleißeffekte führen zur ungenauen Nachführung der Montierung zum Fixstern.

Im Amateurbereich dominieren dabei parallaktische Montierungen. Die Entwicklung sogen. positionsempfindlicher Fotosensoren eröffnet auf diesem Gebiet zahlreiche Möglichkeiten mit dem Vorteil, aus der kontinuierlichen Positionskontrolle des zu beobachtenden Objektes ein elektrisches Signal über die Lage des Objektbildes im geometrischen Meßbereich einer Flächendiode abzuleiten. Der aufzustellende Regelprozeß ist durch den Vergleich der augenblicklichen Ist-Position des Leitobjektes auf dem Sensor im Fokus eines geeigneten Leitrohres mit der Mittellage (Soll) des Leitobjektes gekennzeichnet. Nach Abb. 1 wird dabei der Nachführmotor solange beschleunigt bzw. gebremst, bis der Leitstern wieder in der geometrischen Mittellage der parallel zum Hauptrohr montierten Ebene der Leiteinrichtung mit der positionsempfindlichen Fotodiode steht. Der mechanische Aufbau der Nachführung trägt einen zeitlich integralen, der elektronische Meßkreis einen proportionalen Charakter. Die Zeitkonstante zum automatischen Einstellen des Leitsterns in die Mittellage des Sensors kann somit minimiert werden. Positionsempfindliche Fotodioden (PFD) sind analog ausgebauende Wandler, deren Ausgangssignal sowohl proportional der Anzahl der anfallenden Photonen als auch geometrisch abhängig vom Einfallsort bezüglich der Mittellage ist.

Am Beispiel der Vollflächendiode soll die Wirkungsweise kurz erwähnt werden. Die gesamte Bauelementfläche ist lichtempfindlich in einer besonderen Art gestaltet (Abb. 2). Abhängig vom Einfallsort der Photonen erfolgt eine elektrische Aufteilung des generierten Fotostromes auf laterale getrennte Anschlußkontakte entlang des pn-Überganges. Bei der inhomogenen Beleuchtung eines pn-Überganges entsteht ein ortsabhängiges Fotopotential durch die Wirkung des längenabhängigen Wegwerstandes zu den Kontaktbereichen an den Außenseiten des Sensors. Der Fotostrom teilt sich auf die lateralgetrennten Anschlußkontakte der Vorderseite entsprechend der inneren Bahnwiderstände und der externen Lastwiderstände der angeschlossenen Differenzverstärker. Für den gegebenen Anwendungsfall ist wichtig, daß die geometrische Lage des Lichtschwerpunktes des auf die Bauelemente treffenden Lichtstromes durch die integrierende Wirkungsweise der PFD abgeleitet wird. An die Fokussiergenauigkeit des abbildenden Objektives sind dadurch nur geringe Forderungen zu stellen bzw. reicht zur Lagedetektion ein begrenztes Flächen-

gebiet an „Leitsternen“ aus. Zur Auswertung der Ortslage gelangen die Differenzen der Fotostrome an den jeweils entgegengesetzten Kontaktierungsstellen. Die Ortsauflösung der PFD wird vorrangig durch die geometrischen und elektrischen Eigenschaften der Widerstandsschicht sowie der Kontakte bestimmt.

Mit der nach Abb. 3 aufgebauten driftarmen linearen Schaltung entsteht ein maximales Ortsignal von ± 150 mV an den Randzonen einer 10×10 mm² großen PFD; im Zentrum der Fläche des Bauelementes ist die Differenzspannung $U_{\text{diff}} = 0$ V. Ein zum Hauptfernrohr bzw. der Astrokamera parallel montiertes Leitrohr, das in der Brennebene die PFD enthält, ist somit als Mitteldiskriminator des Leitsternes wirksam. Der aus der Gangabweichung des Nachführmotors resultierende Ortsfotostrom wird durch den Differenzverstärker in eine Steuerspannung gewandelt. Die gegenphasige Aufschaltung an die Schnittstelle zur Motordrehzahlregelung führt mit der aus der Zeitkonstante der Nachführmechanik resultierenden Trägheit zu einer selbständigen Ausrichtung des gesamten Systems zum Leitstern in Mittenlage der PFD bzw. der exakten Bildlage des Beobachtungsobjektes im Hauptfernrohr (vgl. [3]).

Als Beispiel der Integration des Erkennungssystems sei in Abb. 4 für die 1b-Montierung eine transportable, nach oben beschriebenen Grundsätzen aufgebaute Speiseeinheit angegeben: Der freischwingende Oszillator in [1] wird dadurch exakt zur Einhaltung der Position des Leitobjektes im PFD-Zentrum gesteuert. Die PFD wird auf einen Verschlussstopfen montiert, der z. B. in die Okularführung gesteckt werden kann. Bei der Montage in strahlumlenkende Systeme ist auf die richtige Drehorientierung des Objektbildes zu achten. Die Brennweite des Objektives der Leiteinrichtung, in dessen Zentrum die PFD liegt, ist für die Signalgröße der relativen Ortslage des Leitsternes zum PFD-Mittelpunkt entscheidend. Im Interesse eines hohen Störspannungsabstandes ist eine möglichst langbrennweitige Optik zu wählen. So können genau wie bei der visuellen Nachführkontrolle Abweichungen des Leitsternes aus der Kontrollachse des Systems schneller erfaßt und nach den oben beschriebenen Grundsätzen entsprechend durch die elektronische Regelung minimiert werden. Es empfiehlt sich, das Leitsystem gegen das Hauptrohr mechanisch beweglich zu halten, um lichtstarke Leitsterne zu adaptieren. Obwohl die PFD grundsätzlich auch bei einer dunkleren Sterngruppe durch die Eigenschaft der integralen Helligkeits-erfassung den Lichtschwerpunkt lokal bildet, reicht im

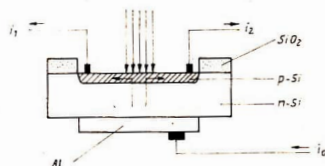


Abb. 2 (oben): Positionsempfindliche Photodiode (PFD).

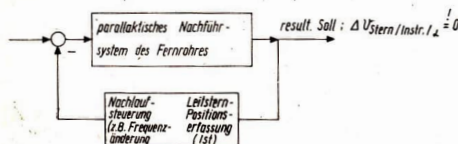


Abb. 1 (unten): Regelkreis zur sensorgestützten Nachführung.

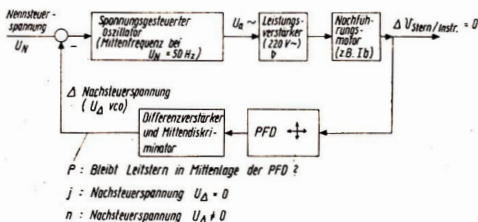
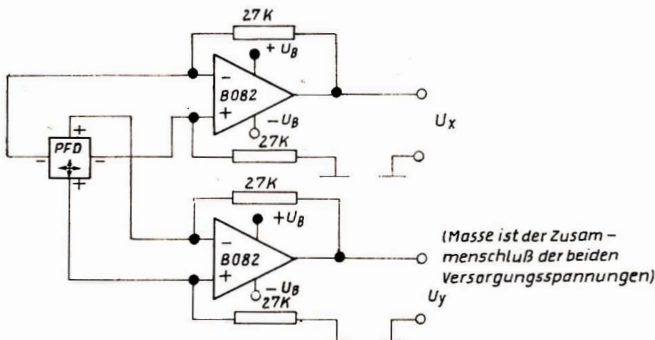


Abb. 3: Symmetrischer Differenzverstärker mit PFD-Ansteuerung.

Abb. 4: Integration der Sensorelektronik in die parallelsche Nachführung.

allgemeinen die resultierende Beleuchtungsstärke nicht aus, um die Rauschschwelle zu überschreiten. Vorgenommene Untersuchungen zur Einsatzfähigkeit des Systems mit dem „Telemontor“ zeigten, daß Leitsterne bis 2^m eine Beleuchtungsstärke auf dem Wandler erzeugten, deren elektrische Positionssignale $\pm 9 \text{ mV}$ (vom PFD-Zentrum gerechnet) betragen. Dieser Wert läßt sich elektronisch noch relativ problemlos vom Störpegel trennen und gilt als untere Grenze. Gegenüber visuellen Leitobjekten bedeutet die genannte Größenklasse eine Beschränkung auf hellere Sterne, weshalb das Leitfernrohr separat vom Hauptrohr bzw. von der Astrokamera einstellbar sein sollte. Im allgemeinen ist diese mechanische Konstruktion zumindest bei Selbstbaufernhöhen realisiert worden.

Die parallele Ausrichtung des opto-elektronischen Leitsystems zum Tagesgang des Fixsterns führt dazu, daß das Y-Signal bei exakter parallaktischer Montierung stets $= 0$ ist. Nach dem elektronischen Ausgleich der aus den Eigenschaften des Bauelementes resultierenden Nichtlinearitäten, besonders in deren Randzonen kann dieses Signal als Kontrolle der PFD-Drehlage sowie der Montierung benutzt werden. Die flächenmäßige Positionserfassung mit der PFD gestattet neben der Einbeziehung des Sensors in parallaktische Montierungen auch die Gewinnung der Steuerungs- und azimuthalen Montierungen, wie es in professionellen Systemen mitunter geschieht.

Der Autor berät gerne Interessierte in Bauvorhaben sensorgestützter Nachführeinheiten in Modulbauweise. Eingriffe in vorhandene optische und elektrische Baugruppen bereits existierender Nachführsysteme werden minimiert.

Lit.: [1] Friedrich, K.; Rose, J.: Unsere Koffersternwarte. AuR 23 (1985) 3, S. 55—58. — [2] Bauer, E.: Ein Spiegelteleskop mit quartzgesteuerter Nachführung. AuR 23 (1985) 3, S. 58—62. — [3] Rose, J.; Klipp, M.; Rattey, P.: Vollflächen-PFD zur Bahnverfolgung punktförmiger Quellen. Meßbericht an der Sektion Elektronik und des Zentrums für Wissenschaftlichen Gerätebau der AdW, April 1986.

Suche AS-Obj. 80/840 o.ä.; Ib-Mont. u. astron. Zubeh. sowie preisgünst. Telemontor m. T-Mont. — Zuschr. an: U. Kohlrausch, Narzissenweg 8, Barleben, 3103.

Jugendlager 1988 in Drebach

für Anfänger und wenig Fortgeschrittene vom 5.—12. 8. Anmeldungen direkt bei der Jugend- und Feriensternwarte Drebach, 9362.



für den rechnenden Sternfreund

Aufgang, Untergang

ANDREAS DILL

Symbole: α , δ Rektaszension, Deklination
 λ geographische Länge (Ost positiv, West negativ)
 φ geographische Breite (Nord positiv, Süd negativ)
 θ_0 scheinbare Sternzeit 0 Uhr in Greenwich
 z Zenitdistanz

Die Kenntnis der Auf- und Untergangszeiten von Gestirnen ist zur Planung von Beobachtungen wichtig. Dazu ist keine besonders hohe Genauigkeit erforderlich. Es reicht aus, für die Ermittlung von Auf- und Untergangszeiten Meeresspiegelhöhe des Beobachters mit einem klaren Horizont und normalen meteorologischen Bedingungen anzunehmen. Bei extremen Umständen eventuell auftretende Abweichungen der tatsächlichen Zeiten haben nur geringe praktische Bedeutung.

Von Auf- der Untergang spricht man, wenn ein Gestirn am (mathematischen) Horizont erscheint oder verschwindet. Bei Sonne und Mond wird deshalb stets der obere Rand und nicht die Mitte der Scheibe betrachtet. Die Mondphase bleibt unberücksichtigt.

Der geometrische Auf- und Untergang findet statt, wenn ein punktförmiges Objekt die Höhe von 0° entsprechend der Zenitdistanz 90° erreicht hat. Zur Zenitdistanz muß bei flächenhaften Objekten deren Radius addiert werden. Zur Berechnung der Zeiten wird daneben stets eine horizontale Refraktion von $34'$ berücksichtigt.

Sonnenaufgang, Sonnenuntergang, Dämmerung

Das folgende Verfahren liefert für die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts zwischen den geographischen Breiten 65° Süd und 65° Nord eine Genauigkeit von ± 2 Minuten. Jenseits der Polarkreise können in bestimmten Fällen Abweichungen größer als 24 Stunden auftreten.

In den folgenden Formeln ist t

a. für Morgendämmerung und Sonnenaufgang

$$t = N + (6^\circ - \lambda/15)/24$$

b. für Sonnenuntergang und Abenddämmerung

$$t = N + (18^\circ - \lambda/15)/24$$

N ist der Tag des Jahres (s. AuR 25 (1987) 5, S. 149). Mit t ist die mittlere Anomalie M und die wahre Länge L der Sonne zu berechnen.

$$M = 0^\circ 985\,600\,t - 3^\circ 28'$$

$$L = M + 1^\circ 916\, \sin M + 0^\circ 020\, \sin 2M + 282^\circ 034' \quad (1)$$

Die äquatorialen Koordinaten der Sonne sind dann

$$\alpha = \arctan \left(\frac{0.917\,46 \sin L}{\cos L} \right)$$

$$\delta = \arcsin (0.397\,82 \sin L) \quad (2)$$

Für den späteren Gebrauch ist α in Stunden zu verwandeln.

Nun ist der halbe Tagbogen H zu berechnen, der angibt, wieviele Stunden ein Objekt auf einer bestimmten Position für seinen Weg zwischen Horizont und Meridian (Kulmination) benötigt.

$$H = \frac{1}{15} \arccos \left(\frac{\cos z - \sin \delta \sin \varphi}{\cos \delta \cos \varphi} \right) \quad (3)$$

Bei der Sonne wird für Auf- und Untergang eine Zenitdistanz von $z = 90^\circ 50'$ ($\cos z = -0.01454$) angenommen. Mit $34'$ wird darin die horizontale Refraktion und mit $10'$ der scheinbare Radius der Sonne berücksichtigt. Zur Berechnung der bürgerlichen, nautischen und astronomischen Dämmerung sind Zenitdistanzen der Sonne von 96° , 102° und 108° anzunehmen.

Mit H ist zu berechnen:

a. für Morgendämmerung und Sonnenaufgang

$$G = 24^h - H$$

b. für Sonnenuntergang und Abenddämmerung $G = H$

Die Ortszeit des Phänomens ist dann

$$T = G + \alpha - 0^h 065\,710\,t - 6^h 022, \quad (4)$$

woraus sich die Weltzeit

$$UT = T - \lambda/15 \quad (5)$$

ergibt.

Mondaufgang, Monduntergang

Zur Ermittlung von Mondaufgang und Monduntergang ist die Zenitdistanz

$z = 90^\circ 34' + \text{Mondradius} - \text{Horizontalparallaxe}$ zu nehmen. Die Zenitdistanz kann zwischen $89^\circ 40'$ und $89^\circ 55'$ schwanken. Die Annahme des Mittelwertes $89^\circ 52'$ ist meist ausreichend.

Ein Verfahren zur Berechnung der Mondposition für einen beliebigen Zeitpunkt wird im übernächsten Beitrag von DATA gegeben. Zunächst muß also der Leser mit Jahrbuchdaten vorlieb nehmen und erforderliche Zwischenwerte daraus interpolieren (s. AuR 25 (1987) 3, S. 86–88). Zur Ermittlung von θ_0 s. AuR 25 (1987) 6, S. 177.

Die schnelle Eigenbewegung des Mondes erfordert ein Vorgehen in mehreren Schritten: Zunächst errechnet man mit der Mondposition für 0 Uhr UT eines Tages die genäherte Kulminationszeit

$$T_g = \alpha - \theta_0 - \lambda/15$$

und durch Subtraktion und Addition von H (Gleichung (3)) genäherte Auf- und Untergangszeiten. Für diese Zeiten werden nun getrennt Mondpositionen bestimmt. Mit ihnen wird jeweils ein exakter örtlicher Meridiandurchgang bestimmt (der jedoch nur dann tatsächlich eintreten würde, wenn der Mond plötzlich seine äquatorialen Koordinaten zum Auf- oder Untergang beibehielte);

$$T = 0.997\,26957 (\alpha - \theta_0 - \lambda/15) \quad (6)$$

Ebenso wird H getrennt für beide Positionen ermittelt und dann entsprechend von der zugehörigen Zeit des Meridiandurchganges subtrahiert (Aufgang) oder zu ihr addiert (Untergang). Man achte auf Überschreitungen der 0-Uhr- oder 24-Uhr-Grenze.

Besonders bei langen Tagbögen kann die Genauigkeit erhöht werden, wenn dieses Verfahren noch einmal wiederholt wird.

Der Mond vollzieht bezüglich der Sonne einen vollständigen Umlauf in etwa 29,5 Tagen. Während dieser Zeit gibt es stets einen Tag, an dem für einen Beobachtungsort kein Meridiandurchgang stattfindet. Im allgemeinen fällt auch jeweils einmal der Mondaufgang (in der Zeit des letzten Viertels) und der Monduntergang (in der Zeit des ersten Viertels) aus. In hohen geographischen Breiten können die Zeiten von Tag zu Tag sehr stark variieren. Anstelle der in unseren Breiten üblichen Zunahme der Zeiten kann dort auch eine Abnahme auftreten. Des weiteren kann der Mond tagelang über dem Horizont verweilen, ohne daß ein Auf- oder Untergang stattfindet. Schließlich ist es dort auch möglich, daß während eines Tages zwei Mondauf- oder -untergänge erscheinen.

Auf- und Untergang von Planeten und Sternen

Für Sterne und Planeten kann als Zenitdistanz bei Auf- und Untergang stets $90^\circ 34'$ gesetzt werden. Genaue Auf- und Untergangszeiten erhält man wieder, indem man Auf- und Untergang getrennt behandelt (s. o.). Sehr oft genügt es jedoch, nur einen Wert für T_m (Gleichung (6)) zu ermitteln und durch Korrektur mit H (Gleichung (3)) in negative und positive Richtung Auf- und Untergangszeit zu bestimmen.

Anmerkung: Wird in (3) der Quotient größer [1], findet das gesuchte Phänomen an diesem Tag nicht statt (z. B. Objekt im Zirkumpolarbereich $\rightarrow$ kein Auf- und Untergang; Zeit der weißen Nächte in Leningrad $\rightarrow$ kein Anfang oder Ende der astronomischen Dämmerung).

Beispiele:

- Die Zeiten des Mondaufganges und des -unterganges am 19. 5. 1987 für $\lambda = 15^\circ$ und $\varphi = 50^\circ$ sind zu ermitteln.

$$\begin{aligned} 0^h \text{ UT} \quad \alpha &= 21^h 44^m 4 = 21^h 073 = 316^\circ 10 \\ \delta &= -21^\circ 18' = -21^\circ 30 \\ \theta_0 &= 15^h 44^m 5 = 15^h 742 \end{aligned}$$

erste Näherung

$$\begin{aligned} T_g &= 4^h 331 & H &= 4^h 137 \\ \text{Aufgang } 0^h 194 & & \text{Untergang } 8^h 468 \end{aligned}$$

Interpolation der Mondposition für diese Zeiten

$$\begin{aligned} \text{Aufgang } 0^h 194 & \quad \alpha = 21^h 081 \quad \delta = -21^\circ 26 \\ \text{Untergang } 8^h 468 & \quad \alpha = 21^h 408 \quad \delta = -19^\circ 58 \\ \text{Aufgang} \quad T_m &= 4^h 327 & H &= 4^h 142 \\ \text{Untergang} \quad T_m &= 4^h 653 & H &= 4^h 312 \\ \text{Aufgang} \quad \text{Weltzeit } 0^h 185 &= 0^h 11^m (= 1^h 11^m \text{ MEZ}) \\ \text{Untergang} \quad \text{Weltzeit } 8^h 965 &= 8^h 58^m (= 9^h 58^m \text{ MEZ}) \end{aligned}$$

- Der Aufgang der Sonne während der ringförmigen Sonnenfinsternis vom 23. 9. 1987 in Alma-Ata ($\lambda = 77^\circ 08'$ $\varphi = 43^\circ 3'$) ist zu ermitteln.

$$\begin{aligned} 23. 9. 87: 266. \text{ Tag der Jahres } N &= 266 \\ t &= 266.0357 \quad M = 258^\circ 916 \quad L = 539^\circ 677 = 179^\circ 677 \\ \alpha &= 179^\circ 704 = 11^h 1980 \quad \delta = +0^\circ 128 \quad H = 6^h 084 \\ G &= 17^h 916 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ortszeit des Sonnenaufgangs } T &= 5^h 793 = 5^h 48^m \\ \text{Weltzeit des Sonnenaufgangs } T &= 0^h 651 = 0^h 39^m \end{aligned}$$

Lit.: Almanac for Computers 1985, Washington 1984. Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris and the American Ephemeris and Nautical Almanac, London 1961.

Fehler-Berichtigung... Fehler-Berichtigung... Fehler trotz dreier Korrektoren – – peinlich, peinlich!

Bitte korrigieren Sie im Heft 3/1987

S. 85, li. Sp., 12. Z. v. u.: „wäre ein **zentrales** Sammeln“
S. 88, re. Sp., 15. Textzeile v. o.: „... **Einfalls**reichtum der Erbauer ...“

Im Heft 4/1987 sind zu korrigieren im DATA-Beitrag
S. 108, li. Sp., 6. Z. v. u.: $k = 268 \quad d = +10,16 \dots$
S. 109, li. Sp., 19. Z. v. u.: $M = 185,4051 + 215, \dots k$
12. Z. v. u.: $+ (0,0915 + 0,00094 T) \dots$
11. Z. v. u.: $+ (0,0077 + \dots) \dots$
Abschn. VI, 7. Z.: $+ (-0,6163 + \dots) \dots$
S. 110, Abschn. XI, 2. Z.: $JDE_0 = \dots + 378, \dots$

Bitte korrigieren Sie weiter – im Heft 5/1987, u. zw. im Beitrag „Kalender“ DATA-Reihe

S. 150, neben dem zweiten Kasten v. o. heißt das richtige Datum: 15. 10. 1982.

S. 150, letzter Kasten
 $D, d = A - C - \text{INT}(30,001 E) + F$
 $M = E - 1 \quad \text{bei } E < 13,5$
 $M = E - 13 \quad \text{bei } E > 13,5$

S. 150, Abschn. 3: Die richtigen Daten lauten
1900 Mrz. 14 (anstelle 23)
1582 Okt. 4 (anstelle 2) bis 1700 Feb 18

Autoren, Setzer, Korrektoren, Metteur und Verantwortlicher Redakteur bitten um Entschuldigung und werden sich zu bessern bemühen. Den aufmerksamen Lesern und Kritikern sagen wir herzlichen Dank. Daß auch Kritiker irren können, das wiederum beruhigte uns wenig.

Ein Wort noch zum Titelbild des Heftes 3/1987. Es galt die Wette: Wegen des Bildes und seiner Erklärung gehen weniger als zehn (10) Zuschriften, aber wegen des „Leserbriefes“ (Seipelt) im Heft mehr als 40 ein. Die Wette wurde gewonnen: Über 50 Zuschriften zum „Leserbrief“ (auf die wir noch antworten werden), aber nur vier (4) zum Titelbild. Sagt Ihnen das auch etwas? Mir schon! (H. A.)

Voll- und Neumonddaten 1988–2000

Immer wieder kommt man in die Lage, Beobachtungsaktionen langfristig zu planen (z. B. bei Auslandsaufenthalt). Um dabei den optimalen Zeitraum zu treffen, sind die Voll- und Neumonddaten ein guter Anhaltspunkt. Ein Beispiel: Es lohnt sich eine groß angelegte Beobachtungsaktion des Meteorostroms der Perseiden im Jahre 1992 kaum, da das Maximum mit dem Vollmond zusammenfällt. Andererseits ist die Perseidenaktion vom störenden Mondlicht her im Jahre 1988 optimal, da an diesem Tage Neumond ist, so daß sich ein größerer Organisationsaufwand lohnt.

Leider liegen diese Daten im Normalfall nur für das laufende Jahr vor [1]. Aus diesem Grunde wurden die Zusammenstellungen der Voll- und Neumonddaten berechnet.

Fett gesetzt sind die Tage, an denen Sonnen- bzw. Mondfinsternisse auftreten, die in der DDR zu beobachten sind.

Lit.: [1] Ahnert, P. Kalender für Sternfreunde. J. A. Barth, Leipzig. ANDRÉ KNÖFEL

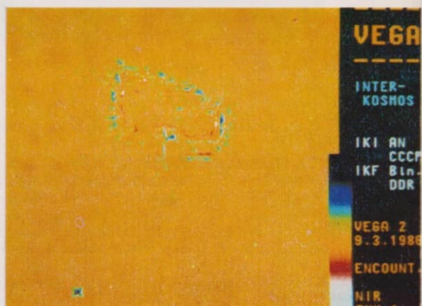
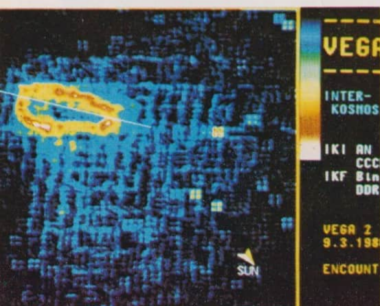
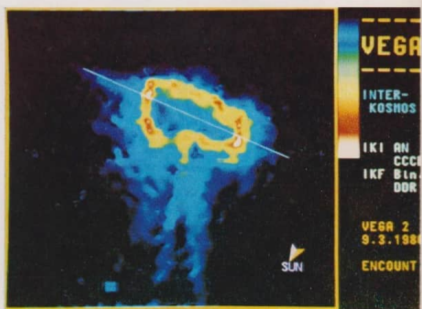
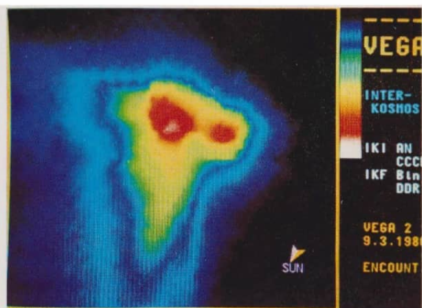
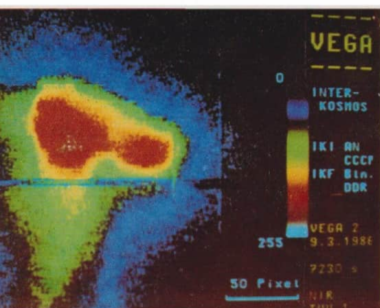


Zum Beitrag S. 12: Extreme Öffnungsverhältnisse in der Astrofotografie.

Alle in diesem Heft und im Heft 6/1987 gezeigten Fotos entstanden bei ausgezeichneten Bedingungen mit der Praktica MTL5 am Refraktor 80/840 + Gelbfilter 1,5fach. Als Leitrohr diente ein Cassegrain-Spiegel 150/2250 auf Zeiss-Ib-Montierung. Aufnahmемaterial war der NP 27 Kleinbildfilm. Filmentwicklung in A 49, Kontraststeigerung über MA8-Film.

oben: Offener Sternhaufen M 11. Aufnahme vom 24. 5. 1987 von 02h17min bis 02h37min MESZ (20 min). 9× nachvergrößert. Aufnahme: Uwe Wohlrab.

Bild-S.IV: Kugelsternhaufen M 13. Aufnahme vom 24. 5. 87 von 23h00min bis 23h40min MESZ (40 min), 9× nachvergrößert. Aufn.: David/Wohlrab.



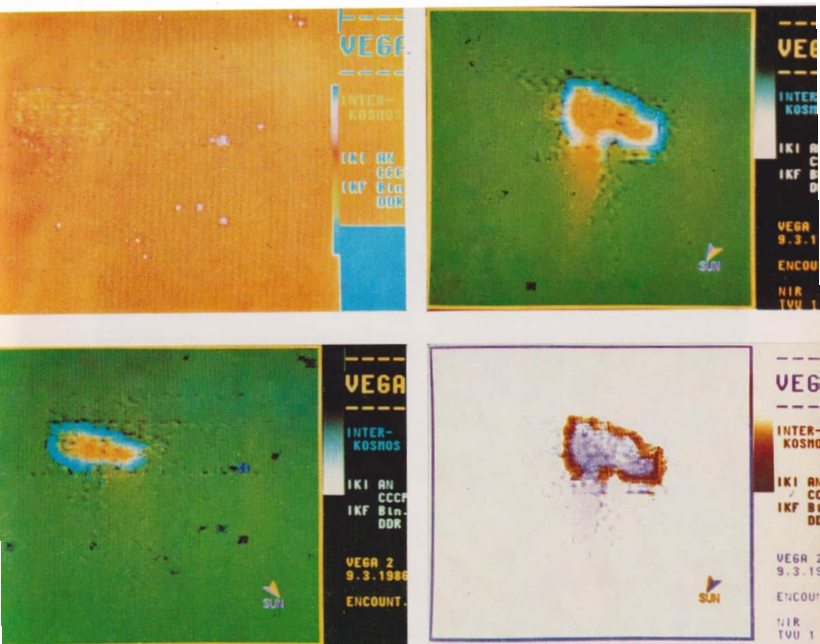


Bild-S. II

1	2
3	4
5	6

Zum Beitrag Seite 5: Die VEGA-Mission zum Kometen Halley – Bildverarbeitung, Bildauswertung, Kernparameter und Morphologie

Bild-S. III

7	8
9	10

Abb. 1: Erste Aufnahme der VEGA 2-Sonde am 9. 3. 1986, 1,5 s vor der größten Annäherung an den Kometenkern aus 8030 km Entfernung.

Abb. 2 u. 3: Ergebnisse der Bildbearbeitung nach Restauration von Fehlzeiten und Anwendung eines adaptiven Glättungsfilters auf das erste und zweite VEGA 2-Bild (98,7 s nach der größten Annäherung: 11040 km).

Abb. 4–7: Ergebnisse durch Anwendung des Gradientenfilters (Abb. 4, 5) sowie des Laplace-Filters (Abb. 6, 7) auf jeweils das erste und zweite VEGA 2-Bild.

Abb. 8 u. 9: Überlagerung der Abb. 2, 4, 6 in Abb. 8 und der Abb. 3, 5, 7 in Abb. 9.

Abb. 10: Verstärkung der Sichtbarkeit der Strukturen im Kerngebiet des Kometen durch Wiederholung der Abb. 9 mit anderer Farbzuordnung.



Neumonddaten 1988–2000

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Jan 19.2	Jan 07.8	Jan 26.8	Jan 16.0	Jan 05.0	Jan 22.8	Jan 12.0
Feb 17.7	Feb 06.3	Feb 25.4	Feb 14.8	Feb 03.8	Feb 21.6	Feb 10.6
Mrz 18.1	Mrz 07.8	Mrz 26.8	Mrz 16.4	Mrz 04.6	Mrz 23.4	Mrz 12.3
Apr 16.5	Apr 06.1	Apr 25.2	Apr 14.8	Apr 03.2	Apr 22.0	Apr 11.0
Mai 15.9	Mai 05.5	Mai 24.5	Mai 14.2	Mai 02.8	Mai 21.6	Mai 10.8
Jun 14.4	Jun 03.8	Jun 23.8	Jun 12.5	Jun 01.2	Jun 20.1	Jun 09.4
Jul 13.9	Jul 03.2	Jul 22.1	Jul 11.8	Jul 30.5	Jul 19.5	Jul 08.9
Aug 12.5	Aug 01.7	Aug 20.5	Aug 10.1	Jul 29.8	Aug 17.8	Aug 07.4
Sep 11.2	Aug 31.2	Sep 19.0	Sep 08.5	Aug 28.1	Sep 16.2	Sep 05.8
Okt 10.9	Sep 29.9	Okt 18.7	Okt 07.9	Sep 26.5	Okt 15.5	Okt 05.2
Nov 09.6	Okt 29.6	Nov 17.4	Nov 06.5	Okt 25.9	Nov 13.9	Nov 03.6
Dez 09.2	Nov 28.4	Dez 17.2	Dez 06.2	Nov 24.4	Dez 13.4	Dez 03.0
	Dez 28.1			Dez 24.0		
1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Jan 01.5	Jan 20.6	Jan 09.2	Jan 28.3	Jan 17.7	Jan 06.8	
Jan 30.9	Feb 19.0	Feb 07.7	Feb 26.7	Feb 16.3	Feb 05.6	
Mrz 01.5	Mrz 19.5	Mrz 09.1	Mrz 28.2	Mrz 17.8	Mrz 06.3	
Mrz 31.1	Apr 17.9	Apr 07.5	Apr 26.5	Apr 16.2	Apr 04.8	
Apr 29.8	Mai 17.5	Mai 06.9	Mai 25.8	Mai 15.5	Mai 04.2	
Mai 29.4	Jun 16.1	Jun 05.3	Jun 24.2	Jun 13.8	Jun 02.5	
Jun 28.0	Jul 15.7	Jul 04.8	Jul 24.6	Jul 13.1	Jul 01.8	
Jul 27.7	Aug 14.4	Aug 03.8	Aug 22.1	Aug 11.5	Jul 31.1	
Aug 26.2	Sep 13.0	Sep 02.0	Sep 20.7	Sep 09.9	Aug 29.5	
Sep 24.7	Okt 12.6	Okt 01.7	Okt 20.5	Okt 09.5	Sep 27.8	
Okt 24.2	Nov 11.2	Okt 31.5	Nov 19.2	Nov 08.2	Okt 27.3	
Nov 22.7	Dez 10.7	Nov 30.1	Dez 18.9	Dez 07.9	Nov 26.0	
Dez 22.1		Dez 29.7			Dez 25.8	

Vollmonddaten 1988–2000

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Jan. 04.1	Jan 21.9	Jan 11.2	Jan 30.3	Jan 19.9	Jan 08.6	Jan 27.6
Feb 02.9	Feb 20.7	Feb 09.8	Feb 28.8	Feb 18.4	Feb 07.0	Feb 26.1
Mrz 03.7	Mrz 22.4	Mrz 11.5	Mrz 30.3	Mrz 18.8	Mrz 08.4	Mrz 27.5
Apr 02.4	Apr 21.2	Apr 10.2	Apr 28.9	Apr 17.2	Apr 06.8	Apr 25.8
Mai 02.0	Mai 20.8	Mai 09.8	Mai 28.5	Mai 16.7	Mai 06.2	Mai 25.2
Mai 31.5	Jun 19.3	Jun 08.5	Jun 27.2	Jun 15.2	Jun 04.6	Jun 23.5
Jun 29.8	Jul 18.8	Jul 08.1	Jul 26.8	Jul 14.8	Jul 04.0	Jul 22.9
Jul 29.2	Aug 17.2	Aug 06.6	Aug 25.4	Aug 13.5	Aug 02.5	Aug 21.3
Aug 27.5	Sep 15.5	Sep 05.1	Sep 23.9	Sep 12.1	Sep 01.2	Sep 19.9
Sep 25.8	Okt 14.9	Okt 04.5	Okt 23.5	Okt 11.8	Sep 30.8	Okt 19.5
Okt 25.2	Nov 13.3	Nov 02.9	Nov 21.9	Nov 10.4	Okt 30.6	Nov 18.3
Nov 23.7	Dez 12.7	Dez 02.3	Dez 21.5	Dez 10.0	Nov 29.3	Dez 18.1
Dez 23.3		Dez 31.8			Dez 29.0	
1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Jan 16.9	Jan 05.9	Jan 23.7	Jan 12.8	Jan 02.2	Jan 21.2	
Feb 15.5	Feb 04.7	Feb 22.5	Feb 11.5	Jan 31.7	Feb 19.7	
Mrz 17.1	Mrz 05.4	Mrz 24.2	Mrz 13.2	Mrz 02.3	Mrz 20.2	
Apr 15.5	Apr 04.0	Apr 22.9	Apr 11.9	Mrz 31.9	Apr 18.8	
Mai 14.9	Mai 03.5	Mai 22.4	Mai 11.7	Apr 30.7	Mai 18.3	
Jun 13.2	Jun 01.9	Jun 20.8	Jun 10.2	Mai 30.3	Jun 16.9	
Jul 12.5	Jul 01.2	Jul 20.2	Jul 09.7	Jun 29.9	Jul 16.6	
Aug 10.8	Jul 30.5	Aug 18.5	Aug 08.1	Jul 28.5	Aug 15.3	
Sep 09.2	Aug 28.8	Sep 16.8	Sep 06.5	Aug 27.0	Sep 13.9	
Okt 08.7	Sep 27.1	Okt 16.2	Okt 05.9	Sep 25.5	Okt 13.4	
Nov 07.3	Okt 26.6	Nov 14.6	Nov 04.8	Okt 24.9	Nov 11.9	
Dez 07.1	Nov 25.2	Dez 14.2	Dez 03.7	Nov 23.3	Dez 11.4	
	Dez 24.9			Dez 22.8		

Tycho Brahe, der Narr

Immanuel Kant gibt in seiner Schrift „Träume eines Geistesehrsers erläutert durch Träume der Metaphysik“ folgende Anekdote wieder: Eines Nachts überraschte Tycho Brahe seinen Kutscher mit der Empfehlung, sich doch den kürzestmöglichen Weg durch Orientierung

nach den Sternen zu suchen. Aber der Kutscher war damit nicht aus der Fassung zu bringen und ließ seinen Fahrgast wissen: „Guter Herr, auf den Himmel mögt ihr euch wohl verstehen, hier aber auf der Erde seid ihr ein Narr.“

Sonnensidel über Alma-Ata

Eine Gruppe Amateurastronomen der DDR hatte die Möglichkeit, die ringförmige Sonnenfinsternis am 23. September 1987 in Alma-Ata zu beobachten. Nachfolgend werden Berichte über die Reise, die Beobachtungen und die Messungen während der Finsternis gegeben.

Expeditionsbericht

Große astronomische Ereignisse üben zuweilen noch über tausende von Kilometern eine starke Anziehungskraft aus. Das zeigte sich sofort, als Anfang März 1987 in der Schnellnachricht Nr. 243 nach Interessenten an einer Reise zur ringförmigen Sonnenfinsternis vom 23. September 1987 gesucht wurde. Auf den Organisator, die Zentrale Amateursternwarte „E. Bartl“ des KB der DDR in Apolda, stürmte eine Flut von Meldungen ein, die die Kapazität der Reisegruppe von vornherein überstieg. Das Ziel der Reise war, möglichst nahe an die Zentralzone dieser Sonnenfinsternis heranzukommen, die östlich des Aralsees beginnen, über den Südtail des Balchachsees bzw. die benachbarten Wüstengebiete verlaufen und dann das Territorium der UdSSR in Richtung China verlassen sollte. Als günstiger Standort bot sich die Hauptstadt der Kasachischen SSR, Alma-Ata, an, nur etwa mehr als 100 km südlich der Zentralzone der Finsternis gelegen.

Alle Mühen der Organisation waren vergessen, als schließlich am 19. September eine buntgemischte 27-köpfige Gruppe von Berlin-Schönefeld nach Kasachstan aufbrechen konnte. Über Moskau führte die Reiseroute zunächst in die nordkasachische Industriestadt Karaganda. Innerhalb eines Tages konnte dort wenigstens ein erster Eindruck sowohl von den Dimensionen der Industrialisierung als auch von der faszinierenden Landschaft der Goldenen Steppe aufgenommen werden.

Am späten Nachmittag des 21. September fand der Flug in das rund 1000 km südlich gelegene Alma-Ata statt. Vielen war unvergänglich bleiben, wie die hellgrün leuchtende Wasserfläche des Balchachsees auftauchte und dann bizarre Wüstenlandschaften mit zahllosen Trockentälern, glitzernden Salzpfannen und schroffen Felsbildungen unter dem Flugzeug hinwegzogen. Dann stiegen die Bergriesen des Trans-Ili Alatau, eines nördlichen Ausläufers des Tianschan, aus dem Dunst empor, die die Blicke aller auch nach der Landung fesselten. Über die Sonnenfinsternis, die am Morgen des 23. September vom Berg Koksytube bei Alma-Ata erfolgreich beobachtet werden konnte, wird unten ausführlich berichtet. Die daneben zur Verfügung stehende Zeit nutzten die Reiseleiter, Alma-Ata kennenzulernen. Alma-Ata ist eine sehr junge Stadt mit interessanter Architektur, die durch die Notwendigkeit erdbebensicherer Bauweise beeinflusst wird. Völlig ungewohnt war die sofort augenfällige Vielfalt der dort lebenden Nationalitäten, die Informationen über Art und Weise des Lebens in diesem fernen Land. An zwei Tagen bestand die Möglichkeit, in den Bergen um das bekannte Medeo-Eisstadion zu wandern.

Der letzte Teil der Reise führte die Gruppe nach Kirgisien. Der abschließende Höhepunkt war dort für alle eine ganztägige Exkursion in die Schlucht Ala-Artscha. Bei prächtigem Wetter wanderte man über die sanft ansteigende Talsohle, teils durch weiche Wiesen, teils über Geröll und flankiert von Bergen mit Höhen zwischen 3000 und 5000 Metern. Je nach Kondition wurde die Ausdehnung der Wanderung bestimmt, die Ermüdeten ruhten nicht eher, bis das Tor des Gletschers in der Ferne erschien.

Nicht nur die Erfolge bei der Beobachtung der Sonnenfinsternis, auch die enorme Fülle der verschiedensten in

Kasachstan und Kirgisien gewonnenen Eindrücke werden dafür sorgen, daß diese Reise bei allen Teilnehmern in angenehmer Erinnerung bleiben wird.

Beobachtung der Finsternis

Wir hielten uns seit dem 21.9. in Alma-Ata auf. Von Beginn an hatten wir wolkenlosen Himmel und praktisch keinen Dunst. Die Stadt ist besonders im Süden und Osten von den hohen Bergen des Alatau umgeben. Eine Beobachtung weit nördlich der Stadt näher zur Zentralzone war nicht möglich. So wählten wir den östlich vom Zentrum gelegenen Berg Koksytube (1130 m) als Beobachtungsort. Die weiter östlich befindlichen Berge erhoben sich bis knapp 3° Höhe, so daß zwischen astronomischem und beobachtbarem Sonnenaufgang etwa 23 Minuten vergingen.

Die Koordinaten für Alma-Ata sind 43°19' N, 77°08' E. Damit ergibt sich eine Ortszeitdifferenz zur UT von 5h 08min. Mit den Messungen begannen alle Beteiligten sofort nach dem Eintreffen auf dem Plateau des Berges (erste Daten: 00.12 UT). Die Beobachter verteilten sich auf drei Plätze: Die Mitte der asphaltierten Fläche vor dem Gebäude der Seilbahn, den östlichen Rand dieser Fläche bzw. etwas unterhalb davon. Auch am Morgen des 23.9. war es wolkenlos, fast windstill und nur in einigen Tälern war geringfügiger Dunst erkennbar. So erschien die bereits partiell verfinsterte Sonne mit „voller Intensität“ über den Bergen (Abb. 1). Die Messungen von Helligkeit, Temperatur und Feuchte sind daher ohne jegliche meteorologische Störung. Einflüsse der Umgebung (Gebäude, Untergrund) werden in Zusammenhang mit den Messungen erläutert.

Helligkeitsmessungen

Prinzipiell wurden zwei verschiedene Arten von Messungen durchgeführt:

1. Bestimmung der *Beleuchtungsstärke E* am Beobachtungsort, und 2. Bestimmung der *Zenitlichtdichte L*.

I. Rendtel benutzte die bereits bei früheren Sonnenfinsternissen eingesetzte Anordnung [1, 2, 3]. Auf eine mattschwarze Fläche fallen das direkte Sonnenlicht sowie das diffuse Himmelslicht. Gemessen wird mit einem Belichtungsmesser CdS Weimarlux in 20 cm Entfernung. Durch mehrere Eichreihen (u. a. auch am 24.9.1987 in Alma-Ata) ist die Angabe der Beleuchtungsstärke *E* möglich. Bei $\pm 0,2$ Skalenteilen Ablesegenauigkeit beträgt der Fehler in der Angabe von $\lg E$ weniger als 4% (Abb. 2a).

B. und H. Breischneider ermittelten die Zenithelligkeit mit einem industriell gefertigten Analog-Luxmeter (Selenmeßzelle mit Spiegelgalvanometer). Jedoch wurde in dieser Anordnung die Zenitlichtdichte *L* gemessen. Vergleichswerte liegen nicht vor, jedoch kann an die anderen Reihen während der Finsternis angeschlossen werden (Abb. 2b). Die ersten Werte der Meßreihe sind unsicher.

M. Richter richtete einen Belichtungsmesser CdS Weimarlux in Richtung Zenit. Damit wird ebenfalls die Zenitlichtdichte *L* bestimmt (Abb. 2b). Die Vergleichsreihe vom 24.9.1987 in Alma-Ata ermöglichte mit den Daten von Meyer [4] eine Eichkurve, die in guter Näherung über den größten Teil des interessierenden Bereiches linear verläuft.

A. Wrenndt und H.-G. Tilgner benutzten einen Fotowiderstand RPPI30 in senkrechter Aufstellung. Die an einem Digitalvoltmeter abgelesene Spannung ist ebenfalls ein Maß für die Zenitlichtdichte *L* (Abb. 2b), deren Angabe durch Vergleichsmessungen am nächsten Morgen in Alma-Ata möglich ist. Die Eichkurve ist über einen weiten Bereich linear; lediglich bei den ersten

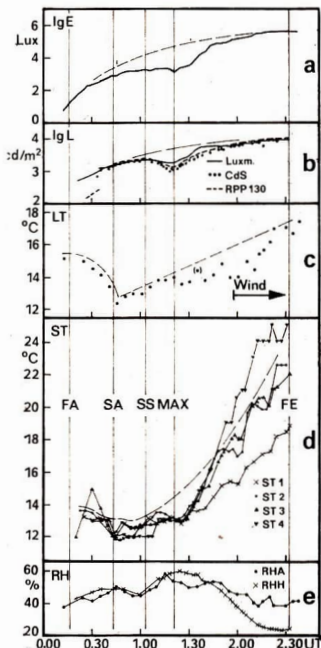


Abb. 2; Ergebnisse der Messungen während der Sonnenfinsternis am 23. 9. 1987 in Alma-Ata.

- Beleuchtungsstärke, gemessen mit einem CdS Weimarlux gegen eine mattschwarze Fläche in 20 cm Abstand.
- Zentilleuchtdichte, mit einem Luxmeter (Luxm.), einem CdS Weimarlux (CdS) und einem Fotowiderstand (RPP130) in senkrechter Aufstellung gemessen.
- Lufttemperatur nach Messung mit einem Aspirationspsychrometer.
- Strahlungstemperatur, gemessen mit einem Normalthermometer (ST1), einem Schwarzkugellthermometer (ST2) und Normalthermometern in schwarzen Gefäßen (ST3 und ST4).
- Relative Luftfeuchte, ermittelt aus den Psychrometer-Daten (RHA) und mit einem Haarhygrometer (RHH).

Abb. 1 (links): Ringförmig-partielle Sonnenfinsternis 1987 Sep 23 in Alma-Ata (UdSSR). Aufnahmeort: Berg „Kok Tjube“. – Fotografiert von Hansjörg Bruchner mit Pentacon 4/300-Objektiv, 1/500 s bei Blende 8 in Okularprojektion (0–10 + 2 Graufilter) auf UT 18 belichtet, umkopiert auf NP 15. Aufnahmezeiten (von oben nach unten, in UT); 1^h03^m – 1^h04^m – 1^h04^m – 1^h22^m.

Werten (geringe Zenithelligkeit) treten Unsicherheiten auf. In der Abbildung 2a und 2b sind alle durchgeführten Helligkeitsmessungen zusammengestellt. Der Einfluß der Finsternis ist offensichtlich. Er ist bereits vor Sonnenaufgang deutlich nachweisbar, und zwar gleichermaßen in der Beleuchtungsstärke und in der Zenithelligkeit. Zum Maximum der Verfinsternung bleibt die Beleuchtungsstärke um anderthalb Größenordnungen hinter dem ungestörten Wert zurück und die Zenithelligkeit liegt fast eine Größenordnung tiefer als ohne Finsternis; es erfolgt sogar ein Rückgang der Himmelselligkeit. Beide Werte sind zur maximalen Phase tiefer als beim beobachteten Sonnenaufgang.

Temperatur und Luftfeuchte

Die maximale Verfinsternung der Sonne trat bereits 38 Minuten nach dem astronomischen bzw. nur 18 Minuten nach dem beobachteten Sonnenaufgang ein. Ein Einfluß der Finsternis mußte naturgemäß trotz eines Bedeckungsgrades von 92 % gering bleiben, da es zuvor kaum einen Temperaturanstieg geben konnte. Drei Meßgrößen wurden von den Teilnehmern bestimmt (Abb. 2c–e), die nun genauer dargestellt werden.

Die Lufttemperatur LT (Abb. 2c) wurde von J. Rendtel mit einem Aspirationspsychrometer nach Assmann gemessen. Da die Sonne bereits verfinstert aufging, war nur eine Verzögerung des Temperaturanstieges zu erwarten. Trotzdem ist ein geringer Finsterniseffekt zu verzeichnen. Er wird durch den Koeffizienten c (Verhältnis Temperaturminimum zu Maximum vor dem finsternisbedingten Abfall) charakterisiert. Das maximale Temperaturdefizit trat 15 Minuten nach der Mitte der Finsternis ein und betrug 1,2 K. Daraus ergibt sich ein Finsternisfaktor von $c = 0,92$. Dieser Wert ist vergleichbar mit partiellen Finsternissen geringen Bedeckungsgrades am Tage [3]. Die zeitliche Verzögerung liegt im Bereich des Waldmeier [5] vorhergesagten Zeitraumes. Schwankungen des Temperaturverlaufes ab 02.50 UT rühren vom schwachen Wind her. Mit dem letzten Kontakt verschwindet übereinstimmend mit Waldmeiers Untersuchungen der Einfluß der Finsternis auf den Temperaturgang.

Messungen der Strahlungstemperatur wurden von B. und H. Bretschneider (Normalthermometer; ST1), R. Kuschnik (Schwarzkugeltermometer; ST2), M. Richert (Normalthermometer in schwarzem Gefäß; ST3) und A. Wendi/H.-G. Tilsner (Normalthermometer Alk. in schwarzem Gefäß; ST4) vorgenommen. Alle Reihen zeigen deutlich den Finsterniseffekt (Abb. 2d und Tab. 1). Die Differenz zwischen Normalthermometer ST1 und Schwarzkugeltermometer ST2 zeigt auch, daß die Sonnenstrahlung bis kurz nach der maximalen Phase kaum merklich ist, erst danach wächst die Differenz schnell an und übersteigt zum Ende der Finsternis 3 K. Der Wind verursacht auch hier Schwankungen. Der auffallend starke Anstieg der Temperaturen ST3 und ST4 in den letzten Minuten der Finsternis dürfte seine Ursache in der Beschaffenheit des Meßplatzes haben. Beide Messungen erfolgten in der Nähe des Gebäudes über einer Asphaltdecke. Das führte mit zunehmender Sonneneinstrahlung zu einer raschen Aufheizung.

Die relative Luftfeuchte RH wurde von J. Rendtel mit dem Aspirationspsychrometer (RHA) und von H.-G. Tilsner mit einem Haarhygrometer (RHH) bestimmt (Abb. 2e). Ein Finsterniseffekt ist bei beiden Reihen nicht mit Sicherheit feststellbar. Das Haarhygrometer reagiert deutlich zeitlich verzögert (Hysterese). Die Messungen RHH wurden wie die ST 3- und ST4-Reihen über der asphaltierten Fläche gewonnen, deren Aufheizung auch die Feuchtwerte verfälschte. Das äußert sich nach der anfänglichen Übereinstimmung der Werte RHA/RHH in einer wachsenden Differenz bei stärkerer Sonneneinstrahlung.

Tabelle 1: Temperaturdefizit ΔT , Zeitverzögerung Δt und Finsternisfaktor c

Messung	ΔT	Δt	c
LT	1,2 K	15 min	0,92
ST1	1,6 K	15 min	0,89
ST2	2,1 K	15 min	0,87
ST3	2,0 K	8 min	0,87
ST4	1,8 K	8 min	0,88

Phänologische Beobachtungen

Von einigen Amateuren wurden phänologische Beobachtungen durchgeführt. (Phänologie ist die Lehre von den Beziehungen zwischen Witterung und deren Wirkungen auf Flora und Fauna eines bestimmten Gebietes.) Im Falle der Sonnenfinsternis interessierte das Verhalten von Tieren unter anormalen Beleuchtungsverhältnissen bzw. Abweichungen vom normalen Tagesablauf. In Tabelle 2 sind alle mitgeteilten Einzelbeobachtungen erfaßt. Sie wurden notiert von: B. und H. Bretschneider (1), M. und H. Bruchner (2), R. Kuschnik (3), J. Rendtel (4) und J. Rendtel (5).

Tabelle 2: Phänologische Beobachtungen

Zeit (UT)	Bemerkungen Beobachter	Beobachtungen
00 ^h 15 ^m	Stationsaufbau	regler Flug von Elstern, Vogelgezwitscher
00 55	1, 2, 3, 4, 5	keine Elstern mehr
01 00	1, 2	Vogelgezwitscher endet abrupt
01 03	beob. Sonnenaufg.	
01 05 (v)	1, 5	kurzer Elsternflug
01 19	3, 4, 5	einsetzendes Hundegebell
01 21	max. Verfinsternung	
01 31	1, 2	erste Insekten
01 35 (a)	1, 2, 5	verbreitet Vogelgezwitscher
01 56 (a)	1, 2, 5	normale Insektenaktivität
02 32	Ende der Finsternis	

(v) – verschiedene Zeiten angegeben, einige Minuten Differenz, (a) – frühester Zeitpunkt. Ursache für die etwas unterschiedlichen Zeiten ist sicher der Beobachtungsplatz. 1 und 2 befanden sich auf der Mitte der asphaltierten Fläche, während 3, 4 und 5 am östlichen Rand in etwa 15 m Abstand beobachteten.

Von den Beobachtern 1 und 2 wurden anormale Färbungen der Landschaft bemerkt, die sie als „seltsame Sonnenuntergangsstimmung mit gelblich leuchtenden Farbtönen“ beschrieben. Fotografische Weitwinkelaufnahmen (6×6-Format, Objektiv 3,5/30 mit 180° Bild diagonale), durchgeführt von Beobachter 4 während der Gesamtdauer der Finsternis, zeigen im Vergleich mit Aufnahmen der Morgenstimmung vom Vortage keine auffallenden Unterschiede in der Färbung der Landschaft oder des Himmels.

Geht man davon aus, daß die Natur bei ungestörten Verhältnissen kurz nach Sonnenaufgang erwacht, so läßt sich zusammenfassend eine gewisse zeitliche Verschiebung einzelner phänologischer Aspekte feststellen. Der Betrag dieser Verlagerung des Aktivitätsbeginns kann mit etwa 20 bis 25 Minuten abgeschätzt werden. Von der Finsternis verursacht dürften das Hundegebell vor der maximalen Bedeckung und die Nichtaktivität der Fauna im Bereich von 15 Min. vor bis 10 Min. nach der Mitte der Finsternis sein.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Auswertung verdeutlicht den Einfluß der Sonnenfinsternis auf verschiedene meteorologische Parameter, wie Helligkeit, Temperatur und Feuchte. Naturgemäß ist der Effekt nicht so groß wie bei einer Finsternis, die vollständig am Tage stattfindet. Der große Bedeckungsgrad von 92 % sorgt jedoch dafür, daß die Einflüsse gut erfäßbar sind. Insbesondere die Helligkeitsmessungen belegen das Defizit infolge der Verfinsternung schon vor Sonnenaufgang. Der Anblick der aufgehenden „Sonnesichel“ war wohl einer der stärksten Eindrücke von dieser Finsternis.

Die phänologischen Beobachtungen deuten auf keine bedeutenden finsternisbedingten Effekte wie etwa bei der totalen Sonnenfinsternis 1981 [1, 6] hin. In unserem Fall konnte lediglich eine Verzögerung erwartet werden. Am Vortag bzw. danach hatte sich niemand zur selben Zeit am Beobachtungsort aufgehalten. Vergleichsaufnahmen der Himmelsfärbung und des Sonnenaufganges wurden am 22. 9. in Alma-Ata selbst gewonnen. Über die Eichmessungen am 24. 9. wurde bereits berichtet.

Eine wichtige und schon an anderen Stellen betonte Voraussetzung für eine weitergehende Auswertung ist die Eichung der benutzten Apparaturen. Allen Beobachtern, die ihre Meßreihen zur Auswertung zur Verfügung stellten, sei für ihre schnelle und sorgfältige Arbeit gedankt. Trotz der aufgezeigten Einschränkungen muß festgestellt werden, daß sich die Reihen gegenseitig gut bestätigen. Das zeigt zugleich, daß es bei solchen und ähnlichen Ereignissen jedem möglich ist, entsprechende Messungen durchzuführen.

Bei aller Konzentration während der Messungen: Es waren eindrucksvolle Stunden vom frühen Morgen bis zum Ende der Finsternis.

Lit.: [1] Rendtel, J. u. a.: Die Sterne 58 (1982) 74–81. – [2] Rendtel, I. u. a.: Die Sterne 60 (1984) 52–53. – [3] Knöfel, A.: Z. Meteorol. 36 (1986) 335–340. – [4] Meyer, R.: Licht des Taghimmels. In: Landolt-Börnstein, III. Bd.: Astronomie und Geophysik. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer Verlag 1952. S. 697 bis 700. – [5] Waldmeier, M.: Met. Rundsch. 33 (1980) 157. – [6] Rendtel, I. u. a.: AuR 20 (1982) 1.

Die Berichterstatter: ANDREAS DILL / JÜRGEN RENDTEL / ANDRÉ KNÖFEL / HARTMUT BRETSCHEIDER und INA RENDTEL.

Mondiinsternisbeobachtung 1986 X 17

Die totale Mondfinsternis konnte in Berlin bis gegen 20.50 MEZ beobachtet werden. Leider war es uns aufgrund der nun rasch zu nehmenden Bewölkung nicht möglich, den Austritt des Mondes aus dem Kernschatten zu verfolgen.

Im Rahmen des Fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ der 25. OS „Franz Mehring“ in Lichtenberg wurde folgendes Beobachtungsprogramm aufgestellt.

1. Skizzieren der Schattengrenze alle 15 min
2. Visuelle Farbbeobachtungen
3. Messung von Schattenantrittszeit
4. Fotografische Beobachtungen

Für die Realisierung der Aufgaben 1 und 2 standen zwei 63/840 mm-Refraktoren zur Verfügung.

Die fotografische Beobachtung erfolgte im direkten Fokus eines 120/840 mm-Newtonreflektors mit einer Prak-

tika MTL 5 auf NC 21. Die Belichtungszeiten lagen zwischen 1/30 und 60 Sekunden. Als Leitrohr diente ein 50/540 mm-Refraktor mit 54facher Vergrößerung.

Die Messung der Schattenantrittszeiten führte ich mit dem Leitrohr durch. Die Zeitnahme erfolgte mit einer Quarzarmbanduhr mit digitaler Sekundenanzeige. Sie wurde vorher mit dem Zeitzeichen verglichen.

Schattenantrittszeiten von Mondformationen:

1. Kontakt	18 ^h 29 ^m 43 ^s MEZ
2. Kontakt	19 40 58
Grimaldi (Mitte)	18 ^h 30 ^m 44 ^s
Aristarch	18 43 17
Copernicus (Zentralberg)	18 50 08
Tycho (Zentralberg)	18 51 58
Kap Heraklid	18 54 40
Kap Laplace	19 02 5
Plato (Mitte)	19 11 59
Plinius	19 16 06
Goclenius	19 21 40
Langrenus (Mitte)	19 27 37

Beobachtungsort: Berlin-Lichtenberg, Giselstr./Becke-Sophienstr.

FRANK MEYER

Beobachtungen und Messungen während der totalen Mond- finsternis am 17. Oktober 1987

Bericht der Astronomischen Arbeits- gemeinschaft „B. H. Bürgel“, Potsdam

Eine totale Mondfinsternis ist in erster Linie ein eindrucksvolles Schauspiel. Neuartige Ergebnisse lassen sich kaum gewinnen. Dennoch kann ein Amateur hier verschiedenste Techniken der Fotografie und Fotometrie erproben bzw. anwenden. Entsprechend den Zielstellungen führten die Mitglieder unserer AG ihre Beobachtungen an drei Orten durch:

Astronomisches Zentrum, Potsdam: Fotografie (F. Otto, M. Art, R. Kuschnik, T. Mohr, A. Kaatz)
Feld nordwestl. von Potsdam: Silberkugelfotometrie (R. Art, S. Rüdiger)
Zernsee bei Golm, westl. von Potsdam: Weitwinkelfotografie, Meteorprogramm (A. Knöfel, K. Müller, J. Rendtel)

Die meteorologischen Bedingungen waren während des größten Teils der Finsternis sehr gut. Nach Sonnenuntergang lösten sich noch vorhandene Altitumulusfelder auf, der Mond erschien kaum verfärbt am Horizont. Bei Eintritt in den Kernschatten (18^h 29^m 43^s MEZ) war es völlig klar. In der Phase des Austritts bildeten sich Bodennebel und einzelne Nebelfelder, nach dem Austritt aus dem Kernschatten (22^h 06^m 15^s MEZ) zog schnell tief-Stratusbewölkung (unter 100 m) auf.

Eine fotografische Ergebnisse sind in (AuR 6/87, 4. US.) vorgestellt. Hier soll auf die fotometrischen Messungen eingegangen werden.

Vorangestellt sei noch der „Farb-Helligkeits-Eindruck“ nach der Danjonischen Skala [1]. Aus den voneinander unabhängigen Einschätzungen von neun Beobachtern ergibt sich ein mittlerer Wert $L = 1,2$. Es handelte sich also um eine dunkle Finsternis. Einzelheiten im Kernschatten waren schwer auszumachen; die Färbung war bräunlich bis ins Grau gehend. Bei idealer Erdatmosphäre wäre eine rote Färbung zu erwarten. Jede Staub-

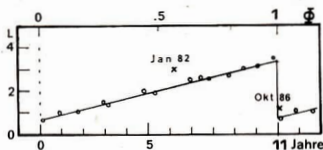
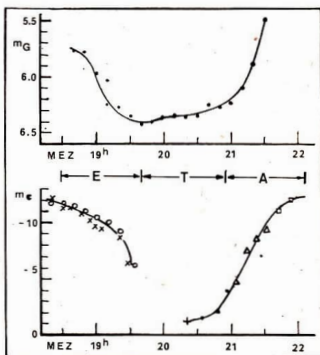


Abb. 1: (rechts) Helligkeit von totalen Mondfinsternissen in Abhängigkeit von der Sonnenaktivität nach [3], S. 306. Die beiden Finsternisse von 1982 und 1986 scheinen den Trend zu generell helleren Finsternissen zu bestätigen, wie er in [3] erwähnt wird.

Abb. 2 (oben): Verlauf der visuellen Grenzhelligkeit am 17. 10. 1986 nach Beobachtungen am Zernsee (Mittel der drei beteiligten Beobachter Knöfel, Müller, Rendel). Die Asymmetrie mit etwas höheren Werten für m_2 in der zweiten Hälfte dürfte durch die zunehmende Höhe des Mondes bedingt sein. E, A – Ein-, Austritt aus dem Kernschatten; T – Totalität. (unten): Messungen der Gesamthelligkeit des Mondes nach verschiedenen Verfahren (s. Text). $\times$ C&S; $\circ$ Sifo, Mars; $\triangle$ Sifo, Altair; $\square$ Sifo Jupiter; $\bullet$ Fotometrie NF 20; $\circ$ Fotometrie UT 21.



anreicherung in der Hochatmosphäre verringert die Helligkeit im Kernschatten. (Mit der Helligkeitsabnahme sinkt natürlich auch die Empfindlichkeit des Auges für Farben.) Staubquellen sind z. B. Vulkanasche und Meteorströme. Nach großen Meteorströmen soll der Danjon-Wert 1,2 Stufen tiefer liegen [7]. Dieser Zusammenhang scheint aber nicht streng zu gelten: Die Finsternis vom 9. 1. 1982 fand nur kurze Zeit nach den beiden Meteorströmen der Geminiden und Quadrantiden statt und war sehr hell, während am 17. 10. 1986 noch nicht einmal die Orioniden ihr Maximum erreicht hatten. Für die Struktur (Dichteverlauf) der höheren Atmosphäre hat aber offenbar die Sonnenaktivität eine wesentliche Bedeutung, so daß mit dem Fleckenzyklus eine Variation eintritt. Am Beginn eines neuen Zyklus sollten die tiefsten Werte nach Danjon auftreten, und zum Ende hin eine stetige Zunahme erfolgen. In [7] ist dafür der Zusammenhang $L = 1,5 + 2,4 \cdot \varphi$ (φ – Phase im Sonnenfleckenzyklus) angegeben. In Abb. 1 wurden die Werte für die Finsternisse vom 9. 1. 1982 ($L = 3$) und vom 17. 10. 1986 bestätigt. Beide liegen leicht oberhalb der Geraden, was den (in [3], S. 304) erwähnten Trend zu generell etwas helleren Finsternissen bestätigen würde.

Eine Methode zur Messung der Integralhelligkeit ist die Silberkugelfotometrie. Wir verwendeten eine gewöhnliche „silberne“ Weihnachtsbaumkugel mit einem Radius $R = 2,9$ cm. Messungen erfolgten in zwei Zeitabschnitten (18^h20^{min} – 19^h33^{min} und 21^h04^{min} – 21^h51^{min} MEZ). Durch die dunkle Finsternis ergaben sich dazwischen Abstände des Beobachters von der Kugel unter 20 cm. Das hatte zur Folge, daß nur entweder das virtuelle Bild des Mondes oder der Vergleichssterne scharf gesehen werden konnte. Während der Totalität mußten die Messungen daher unterbrochen werden. Als Vergleichsobjekte dienten im ersten Intervall Mars, von 21^h04^{min} bis 21^h32^{min} Altair sowie um 21^h42^{min} und 21^h51^{min} Jupiter. Die Auswertung erfolgte nach $m_{\text{G}} = m_{\text{s}} + 5 \cdot \lg R + 2,5 \cdot \lg k - 5 \cdot \lg a - 1,5053$. Die Helligkeit des Vergleichssterne m_{s} bezieht sich auf die Summe von visueller Helligkeit und der jeweiligen Extinktion. (a – Entfernung des Beobachters vom Kugelzentrum; k – Kugelkonstante; $k \approx 1$) Bei den so erhaltenen Helligkeitswerten ist die Extinktion zu berücksichtigen. Zu Beginn der Beobachtung betrug sie immerhin $0,09$ mag. Abb. 2 enthält alle Meßpunkte. Der Helligkeitsverlauf vor und nach der Totalität erfolgt nach den Messungen nicht symmetrisch

was sowohl durch Meßfehler als auch durch die unterschiedliche Helligkeitsverteilung auf der Mondoberfläche bedingt sein kann. Der Wechsel des Vergleichssterne hätte besser unterbleiben sollen. Eine Rolle spielt auch die Farbe: Während der Mars eine dem zunehmend verfinsterten Mond ähnliche Farbe hat, ist dies bei Altair und Jupiter nicht der Fall. Der Wahl des Vergleichssterne muß bezüglich Helligkeit, Position und Farbe vorher mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Zu Vergleichszwecken nutzten wir einen Belichtungsmeßer „CdS-Weinlux“ zur Bestimmung der Mondhelligkeit (18^h20^{min} – 19^h27^{min}). Der geringe Zeigerausschlag während der Totalität und die hohe Luftfeuchtigkeit danach erlaubten später keine genauen Messungen mehr. Die Anzeigewerte konnten durch Anschlußmessungen in der Folgezeit am ab-/zunehmenden Mond in (astronomische) Helligkeiten umgerechnet werden. Für den Zusammenhang Mondphase-Helligkeit wurde die Abb. aus [4] herangezogen.

Neben dem subjektiven Eindruck, daß der total verfinsterte Mond schwächer erschien als Jupiter, ließen sich aus anderen Aufnahmen einige Werte fotometrisch gewinnen. Zur Feuerkugellüberwachung wird ein fish-eye-Objektiv 3,5/30 (NP20, 6×6 cm² Filmformat) verwendet, wobei Mond und Jupiter auf zwei Aufnahmen als Spur erschienen. Nach der in [5] beschriebenen Art wurden die Spuren von Mond, Jupiter, Wega und Deneb fotometriert. Der Wert für 20^h55^{min} ist unsicher, da hierzu die Schwärzungskurve aus dem linearen Bereich heraus extrapoliert werden mußte, während alle übrigen Werte sehr gut einer linearen Schwärzungskurve genügen. Eine Abschätzung der Mondhelligkeit zur Mitte der Totalität ist mit aller Vorsicht aus einer Spuraufnahme auf UT 21 gewonnen worden, die von 18^h20^{min} bis 22^h00^{min} durchgehend belichtet wurde (Blende 11, $f = 35$ mm). Farbfilme verhalten sich bei geringen Intensitäten anders als sw-Filme; zudem ist das Fotometer lediglich zur Bestimmung von Schwärzungen (Transparenz und Scheibendurchmesser) vorgesehen und der darin verwendete Empfänger gegenüber verschiedenen Farben unterschiedlich empfindlich. Dennoch finden wir durch mehrfache Vergleiche mit den vorher beschriebenen Methoden eine Minimalhelligkeit von $-1,01 \pm 0,05$, was den o.g. subjektiven Eindruck bestätigt.

Im Verlaufe der totalen Mondfinsternis ergibt sich die Möglichkeit, unter relativ wenig veränderten meteorologischen Bedingungen innerhalb eines kurzen Zeitraumes ziemlich verschiedene Störlichteinflüsse und deren Auswirkung z. B. auf Meteorbeobachtungen zu untersuchen. Da solche Beobachtungen auf eine visuelle Grenzheilkheit vom $m_g = 6m_5$ reduziert werden, ist der Korrekturwert c_m von hoher Bedeutung. Im AK Meteore war deshalb die Durchführung eines Experiments angeregt worden, wie es bereits 1985 australische Beobachtergruppen ausführten. Wegen der tiefen Position des Orioniden-Badanten war eine Aktivitätsbestimmung für diesen Strom selbst nicht möglich. Die Wetterbedingungen ließen auch keine weiteren derartigen Beobachtungen durch AKM-Mitglieder an anderen Orten zu. Dies erlaubt nur eine eingeschränkte Auswertung (W. Hinz, Karl-Marx-Stadt, beobachtete in der ČSSR nur während der Totalität bei gleichbleibender Grenzheilkheit). Beachtlich ist zunächst die visuelle Grenzheilkheit während der totalen Phase, die nach [2] bestimmt wurde (Abb. 3); die Werte von W. Hinz bestätigen den von uns registrierten Verlauf gut. Unter Voraussetzung einer gleichmäßigen Meteoraktivität im Beobachtungszeitraum (in guter Näherung erfüllt; auch aus Beobachtungen an Vortagen und früherer Jahre bekannt) werden alle unkorrigierten Raten für 10 min-Intervalle mit jeweils derselben Grenzheilkheit von den drei Beobachtern zusammengestellt. Daraus sollte sich die nötige Korrektur ableiten lassen. Wegen des geringen Datenumfanges läßt sich nicht die Art des Zusammenhanges ableiten, sondern nur prüfen, ob die allgemein verwendete Formel $c_m = r(6,5 - m_g)$ geeignet ist. Als beste Anpassung ergibt sich $r = 2,5$ (Summe der Fehlerquadrate minimal); aus der beobachteten Meteor-Heilkheitsverteilung finden wir $r = 2,9$ (nach der Methode in [6]). Angesichts der Größe der Stichprobe und des ausgewerteten m_g -Bereiches (bis auf zwei Einzelwerte lag m_g zwischen $5m_5$ und $6m_5$) ist dies eine gute Bestätigung der Formel.

Aus der hier vorgestellten Vielfalt von Auswertungen wird ersichtlich, daß die eingangs gemachten Ausführungen nicht übertrieben sind. Aus der Beschäftigung mit den Verfahren, ihren Vor- und Nachteilen sowie Fehlerquellen wird auch der Einsatz fotografischer und fotometrischer Techniken bei anderen Ereignissen zielgerichtet möglich und Verbindungen zwischen verschiedenen Beobachtungsgebieten deutlich.

Lit.: [1] Danjon, A.: Comptes Rendus Acad. de Sci., Paris, 171 (1920) 1207. — [2] Knöfel, A.: Visuelle Bestimmung der Grenzheilkheit. AuR 20 (1982) 181—182. — [3] Link, F.: Lunar Eclipses. In: Astronomy — A Handbook (Hg. G. D. Roth), Berlin, Heidelberg, New York 1975, S. 289—312. — [4] Rendtel, J.: Heilkheitsgeschätzungen bei Feuerkugeln. AuR 22 (1984) 87—88. — [5] Rendtel, J.: Einige Ergebnisse der Fotometrie von Meteoren. Die Sterne 55 (1979) 97—104. — [6] Steyaert, C.: Populäreindexbepaling. VVS (Belgien) Werkgroep Meteoren, Techn. Nota 5, 1983. — [7] Švestka, Z.: A note on the brightness of lunar eclipses. Bull. Astr. Inst. Czechoslovakia 2 (1950) 41—43.

JÜRGEN RENDTEL, RAINER ARLT,
ANDRÉ KNÖFEL

Jupiter 1986/87

Bericht des Arbeitskreises Planeten

Aus der Sichtbarkeitsperiode 1986/87 lagen folgende Beobachtungen vor:

Tabelle 1: Beobachtungsstatistik Jupiter 1986/87.

Beobachter (Ort)	Instr.	Zeichn.	ZMP
Berger (Scharfenberg)	S250	61	76
Blasberg (Dresden)	R100	—	12
Braunhoff (Plauen)	R100	—	17
Gabel (Blankenhain)	R80, 110, S200	34	17
Görs (Jena)	R130	2	13
Greißner (Rückersdorf)	R100	—	32
Hahn (Dresden)	R80	38	45
Hoffmann (Dresden)	R63	10	4
Huber (Klettwitz)	S150	9	—
Kalauch (Annahütte)	R200	14	11
Kuschnick (Babelsberg)	S150, R80	2	—
Lhotzky (Rostock)	—	—	2
Mau (Wegeleben)	R63, 80, 125, 150	106	31
Marwinski (Weimar)	R80, 110	29	5
Mettig (Radebeul)	R150	100	115
Paleske (Langendorf)	R150	131	266
Schrötter (Neukirchitzsch)	R63	10	—
Tändler (K.-M.-Stadt)	R80	4	—
Viertel (K.M.-Stadt)	R80	11	8

R kennzeichnet einen Refraktor, S einen Reflektor. Zeichn. ist die Anzahl der Zeichnungen und ZMP die Gesamtzahl der beobachteten Zentralmeridianpassagen von Objekten auf dem Planeten. Erste Beobachtungen gelangen im Mai 1986. Von Anfang 1987 liegt nur noch sehr spärliches Material vor.

Außer im Abschnitt 3.2 (GRF) sind alle Positionsangaben auf den Zentralmeridian des Berichterstatters reduziert; sie liegen meist einige Grad unter denen anderer Beobachter. Einige Hinweise zu den auftretenden Bezeichnungen: S-SEBn z. B. bedeutet Südrand der Nordkomponente des SEB und NTrZ(S) Südteil der NTrZ, p. und f. kennzeichnen vor(gehend) bzw. nach(folgend) im Sinne der Rotationsrichtung des Planeten, prograd (rechtläufig) und retrograd sind im selben Sinne zu verstehen, die Objektkurzbezeichnungen (z. B. C-1) beziehen sich auf Tab. 2. Zur sonstigen Nomenklatur siehe [4] oder [5].

1. STZ/S-STB

Mehrere weiße Flecke, die ab 150 mm Öffnung gesehen wurden, bewegten sich gegenüber den im STB zentral-eingelagerten Objekten deutlich prograd. C-1 war am auffälligsten, zumal sich hinter ihm im Herbst ein intensiver STBs-Dunkelstau herausbildete. Auch hinter C-3 trat ab Ende November ein STBs-Stau auf. Die Zeichnungen von Anfang Oktober bis Anfang Dezember deuten auf ein weiteres Objekt hin (Nov. 0: 320°). Die Elemente eines weißen Flecks mit f. STBs-Stau, der schon 1985 beobachtet worden ist, sind nachträglich unter der Objektbezeichnung C-85 gegeben.

2. STB

2.1. Allgemeines

Von Mai bis Juli blieb das STB auch mit größerer Öffnung ungewöhnlich schlecht sichtbar. Zwischen D-1 und WOS-BC spaltete es sich in zwei weit auseinanderliegende Komponenten, die kaum mit den umgebenden Zonen kontrastierten. Ab Juli nahm die Intensität des STB allgemein wieder zu und in kleineren Instrumenten wurde das STBs sichtbar. Bis November hatte sich die Spaltung des Bandes („STB-Lücke“, STBF nach [2]) in p. Richtung bis D-4 und in f. Richtung bis D-3, in abgeschwächter Form-DE, erweitert und zwischen D-4 und C-1 ein deutliches Intensitätsminimum eingestellt.

Die Struktur der STB-Spaltung ähnelte sehr dem Bild vom Herbst 1985: Das schwache STBn war mit dem

„neuen Band in der StrZ“ (STrB nach [2]) vom Vorjahr identisch [5].

2.2 Die drei langlebigen WOS-Objekte

Von den drei langlebigen WOS-Objekten war DE mit f. STB-Stau am auffälligsten. Es konnte im Herbst schon im Telemeter gesehen werden. BC war nur anfangs „mittelgut“ sichtbar; im Spätsommer erfolgte die Auflösung des f. STB-Staus und im September wurde der Fleck so unendlich, daß er selbst mit 150 mm Öffnung an der Wahrnehmbarkeitsgrenze lag. Gegen Ende des Jahres nahm die Sichtbarkeit von BC wieder leicht zu, zumal sich hinter ihm das STB wieder staute. FA war im Gegensatz zu 1985 wieder das schwierigste der drei Objekte. Ab September wurde seine Position jedoch durch einen zeitweise sehr intensiven f. STB-Stau markiert. Im November erfolgte eine Konjunktion von FA mit dem GRF. Zur Jahreswende verbesserte sich seine Sichtbarkeit wieder.

2.3 Sonstige Objekte

Im August bildete sich ca. 15° hinter BC ein weißer Fleck (D-3). Wenige Grad f. von ihm entstand im STB ein Dunkelkehl mit Barrenform, der im September sehr intensiv wurde. Im Oktober war nach D-3 das STB in seiner gesamten Breite deutlich gestaut. Dann nahm die Aktivität wieder ab; Ende November wurde der Dunkelkehl nicht mehr gesehen.

Interessant ist auch der mit D-1 bezeichnete weiße Fleck. Er existierte schon 1985, anfangs als p. Ende der StrZ (N)-Störung (5). Seine Position deutete sich aber oft nur durch einen p. STB-Stau an. Nach der Konjunktion mit C-1 Anfang Dezember ist D-1 nicht mehr beobachtet worden.

Ebenfalls mit p. STB-Stau präsentierte sich D-4 ab Oktober. D-2 war recht unscheinbar. Weitere weiße Flecke, deren längerfristige Identifikationen aber nicht gesichert sind, wurden 10°, 20° p. BC sowie zwischen D-3 und DE beobachtet; von Juli bis September ist noch ein Objekt zwischen 200° und 170° gesehen worden.

3. StrZ

3.1 Allgemeines

Zu Beginn der Sichtbarkeitsperiode unterschied sich die Helligkeit der StrZ kaum von der der südlicher gelegenen Gebiete, so daß die Region südlich des SEB einen „gleichmäßig trüben“ Eindruck machte. Mit Verdunklung des STB erschien die StrZ i. a. wieder heller.

Da im Bereich der weiten STB-Spaltung das STBn mit dem StrB von 1985 identisch war, hatte dort die StrZ den Charakter der „StrZn“ vom Vorjahr: Noch im November des Berichtszeitraumes wurde sie in Analogie zu 1985 leicht dunkler als die zwischen STBn und STBs gelegene Zone beobachtet [5].

3.2 GRF

Der GRF war noch immer sehr blaß. Die gemeldeten Positionen der einzelnen Beobachter sind offenbar aufgrund systematischer Einflüsse teilweise sehr verschieden. Um die Ergebnisse bestmöglich zu vereinfachen, ist wie folgt bei der Auswertung vorgegangen worden:

Aus den Werten jedes Beobachters wurde durch Regressionsrechnung „seine“ Position des GRF zum Oppositionsdatum ermittelt. Diese Positionen wurden nach der Anzahl der jeweiligen Beobachtungen gemittelt und daraus eine mittlere Position von 18°8' abgeleitet. Danach wurden alle Einzelpositionen um die Differenz „Position des Beobachters zur Opposition minus 18°8'“ reduziert. Aus der Regressionsrechnung der so korrigierten Einzelpositionen aller Beobachter ergaben sich dann die endgültigen Werte der Drift gegen System 2 und der Position zum Oppositionsdatum.

Die Ergebnisse sind in Tab. 3 zusammengestellt. n ist die Anzahl der zur Rechnung herangezogenen Positions-

Tabelle 3: Driftelemente des GRF 1986/87.

Beobachter	n	Oppositions- position	tägliche Drift gegen System 2
Berger	11	20°7 ± 1,5°	+0°003 ± 0°009
Blasberg	12	19,0	-0,000
Brauckhoff	17	22,3	-0,001
Gabel	6	15,3	+0,021
Goers	13	19,0	-0,004
Greißner	32	18,1	-0,013
Hahn	11	21,2	-0,029
Hoffmann	2	17,0	
Kalauch	5	18,5	-0,019
Mau	7 (8)	15,7	-0,016
Mettig	9 (11)	14,6	+0,016
Lhotzky	2	17,9	
Paleske	16	16,5	-0,016
Viertel	8	17,7	+0,008
Gesamt	151	18,9	-0,008

messungen, geklammerte Werte geben die Gesamtzahl der Beobachtungen an.

Tab. 4 enthält die Ergebnisse bezüglich der Ausdehnung des GRF in jov. Länge.

3.3 StrZ(N)/S-SEB

Die Zeichnungen von Juni und Juli deuten darauf hin, daß zwischen 150° und 360° (System 2) schnell retrograd bewegte weiße Flecke existierten (Repräsentant: E-1). Ab August fehlen Hinweise für das Auftreten schneller Strömungen.

E-2 und E-3 waren relativ gut sichtbare weiße Flecke, die über die gesamte Zeit hinweg verfolgt werden konnten. Im Juli bildete sich wenige Grad vor dem STBn-Stau f. D-3, vom S-SEB ausgehend, eine Projektion in dessen Richtung heraus (E-4). Meist wurde sie von zwei hellen Flecken flankiert (nachfolgender Fleck: E-5). Ab Ende November ist sie nicht mehr gesehen worden. S-SEB-Projektionen traten außerdem Mitte Oktober bei 250° und zur Wende November/Dezember bei etwa 355° auf. E-6 war ein schwacher weißer Fleck. Andere Objekte, die auf den Zeichnungen festgehalten sind, ließen sich nicht über längere Zeit identifizieren.

Im August wurde in der StrZ(N) eine Eintrübung bemerkt, die von der p. Schulter der GRF-Incutung ausging und an einen Rest der Störung von 1985 erinnerte.

4. SEB

4.1 Allgemeines

Das SEB war breiter und in seiner Gesamtheit wesentlich homogener als das NEB. Mit größerer Öffnung spaltete sich fast stets eine schmale Nordkomponente ab. Die dadurch entstandene SEBZ war von unterschiedlicher Intensität. Außer den in 4.2 und 4.3 beschriebenen Objekten traten vereinzelt noch ähnliche Strukturen auf. Sie hatten sporadischen Charakter, oder es liegen zuwenig Beobachtungen vor.

4.2 SEB-Störung f. GRF

Bis Ende Juli wurde nichts bemerkt, was an eine ausgeprägte SEB-Störung hinter dem GRF wie in den letzten Jahren erinnerte. Kurz vor seiner Konjunktion mit

Tabelle 4: Ausdehnung des GRF in jov. Länge 1986/87.

Beobachter	n	jov. Längen- ausdehnung
Berger	8	18°7 ± 0°6
Gabel	5	18,9
Hahn	7	16,9
Paleske	9	15,4
Mettig	3	18,9

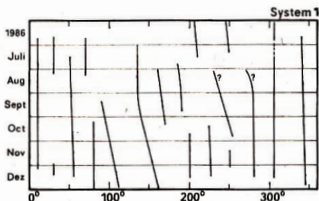


Abb. 1: Identifikation von Dunkelhallungen und Projektionen am S-NEB bzw. in der EZ(N) 1986.

dem GRF Mitte August schien J-1 aber diese Gegend zu beeinflussen; ab dieser Zeit blieb im Bereich 30° ... 50° (System 2) eine Störungsstruktur zumindest des SEBn und der SEBz bestehen. Das Aussehen dieses Bandabschnittes war dabei sehr schnellen Änderungen unterworfen. Die Aufzeichnungen deuten darauf hin, daß sich in der Nähe einer dunklen Störungsfront ständig weiße Flecke bildeten, sich, oft durch dunkle Abströmungen vom SEBn flankiert, in der SEBz mit relativ hoher Drift gegen System 2 in Richtung GRF bewegten und dann an seiner nördlichen Peripherie auflösten. Damit bestätigten sie frühere Beobachtungen (s. z. B. [1]). Einige weiße Flecken waren von ungewöhnlich brillanter Helligkeit.

Einzelne Dunkelfronten zeigten ähnliches Driftverhalten. Auch sie waren in öfteren Werden und Vergehen, blieben aber zumeist auf den Bereich 30° ... 50° jöv. Länge beschränkt.

4.3 SEBn

In Höhe dieser Bandkomponente wurde von Juli bis September ein weißer Fleck verfolgt (J-1). Insbesondere im Frühsommer war er sehr auffällig. Nach seiner Konjunktion mit dem GRF Mitte August nahm die Intensität des Objektes ab, jedoch konnte er Ende August noch im 80 mm-Refraktor gesehen werden. Einzelne Sichtungen nach seiner erneuten GRF-Konjunktion Anfang Oktober sind sehr fraglich. Oft zeigte sich die SEBz hinter J-1 mit hellem Material „aufgefüllt“.

5. EZ/S-NEB

Obwohl eine allgemeine Eintrübung der EZ unverkennbar gewesen ist, war sie 1986 neben NTrZ und STrZ wieder eine der hellsten Zonen. In ihrem Nordteil bzw. am S-NEB hatte die Aktivität hinsichtlich weißer Ovale und Projektionen gegenüber den Vorjahren (zumindest ab 1983) weiter abgenommen. In Abb. 1 sind Identifikationen von S-NEB-Projektionen dargestellt. Gegen System 1 prograde Driften wurden nicht beobachtet. Schwache helle Flecke in der EZ(S) sind nur sehr selten gesehen worden. Das EB erforderte größere Instrumente.

6. NEB

Mit größerer Öffnung spaltete sich vom NEB eine schmale und im Vergleich zu südlicheren Bandregionen i. a. dunklere Bandkomponente ab. Stellenweise war sie unterbrochen, so daß eine Verbindung zwischen NEB-Zentralteil und NTrZ bestand. Im Zentralteil des Bandes trat eine Reihe von Strukturen wie helle ausgedehnte Gebiete (Areas), weiße Flecke, Dunkelflecke und Riffs auf. Sie waren offenbar relativ kurzlebig.

7. N-NEB/NTrZ

Die Situation in der NTrZ hatte sich spätestens im Frühsommer wieder normalisiert [5]. Ihre Intensität war wieder

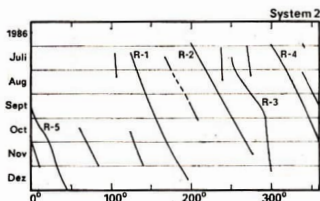


Abb. 2: Dunkelobjekte in NTB-Zentralzone, NTBn und NTZ(S) 1986.

mit der EZ vergleichbar, teilweise ist sie sogar heller gesehen worden.

Die NTrZ(N) blieb strukturiert. N-3 und N-5 waren die deutlichsten der am N-NEB gesehenen Dunkelflecke. Sie lagen in Höhe NEBn und hatten Barrenform, blieben aber (ebenso wie die Objekte der Vorjahre) merklich hinter der Intensität von 1978/79 zurück [3]. Reste von N-3 konnten noch im November gesehen werden; N-5 entstand schon Anfang September. N-4 war ein prägnanter weißer Fleck in der NTrZ(S) unmittelbar p. N-5. Beide wurden im November schon mit 80 mm Öffnung gesehen. N-1 und N-2 waren schwierigere Dunkelflecke; ihre Identifikationen sind nur wahrscheinlich. Andere Objekte wurden meist nur sporadisch beobachtet.

8. Nördliche gemäßigte Breiten

Die Gegend nördlich der NTrZ war 1986 ungewöhnlich aktiv.

8.1 NTB

Im Frühsommer war die Intensität des NTB mit Ende 1985 vergleichbar; zu Jahresende hatte sie merklich abgenommen. Das Band besaß eine reiche Strukturierung. Von der ab etwa 80 mm Öffnung stets sichtbaren Südkomponente spaltete sich ein NTBn ab, dessen Intensität aber stark ortsabhängig war; stellenweise war es auch mit 150 mm Öffnung unsichtbar. In der Breitenlage des NTBn, teilweise auch zwischen beiden Komponenten, wurde schon im Sommer eine Reihe von Dunkelflecken beobachtet. Sie hatten eine mehr oder weniger ausgeprägte Barrenform und erreichten teilweise (R-1, -3, -5) eine hohe Intensität. Mit 80 mm Öffnung liegen jedoch (offenbar aufgrund ihrer Kleinheit) nur zwei Sichtungen vor (August, R-4 und R-5). Im August nahm die Sichtbarkeit der Objekte allgemein ab. Zu Jahresende waren mit 150 mm Öffnung nur noch R-1, R-3 und insbesondere R-5 hinreichend gut beobachtbar.

Abb. 2 zeigt das Driftverhalten der Dunkelobjekte gegen System 2. Von den nicht bezeichneten Flecken liegen meist nur Zeichnungspositionen vor, so daß insbesondere bei kürzeren Erscheinungen das Geschwindigkeitsverhalten etwas unsicher ist.

Im Oktober und November verlagerte sich das NTBn von R-5 aus in f. Richtung in höhere nördliche Breiten und wurde in einem Abstand zum NNTB.

8.2 NTZ

In der NTZ lagen schleierartige Verdunklungen, deren Begrenzungen oft mit NTB-Dunkelflecken in Verbindung standen. Anders betrachtet, schienen einige NTB-Dunkelflecke zumindest zeitweise den Ausgangspunkt dunkler, meridional gerichteter Abströmungen in Richtung NNTB zu bilden. Der Höhepunkt dieser Entwicklung fiel mit der größten Aktivität des NTB im Sommer zusammen. Außerhalb der NTZ-Dunkelmassen erreichte die Zone mitunter die Helligkeit der NTrZ, auch wurden

Tabelle 2: Driftelemente von Objekten der Jupiteratmosphäre 1986/87 (s. Text).

jov. Breite	Objekt	Zeitraum	n	t_0	λ	ω	Bemerkungen
STZ/S-STB	C-85	Juni 03–Sept. 26 ¹⁾	1 (3)	Aug. 04.0 ¹⁾	280.28 ± 1.90	−0.912 ± 0.015	1) 1985
	C-1	Juli 29–Jan. 27	21	Sept. 11.0	119.2 ± 1.1	−0.934 ± 0.017	2) ohne
	C-2	Juni 11–Aug. 07	1(4)	Juli 13.0	152.4 ± 7.0	−0.883 ± 0.130	Beob-
	C-3	Juli 15–Nov. 09	(10)	Sept. 11.0	143.2 ± 1.0	−0.845 ± 0.025	ach-
	C-4	Juli 17–Dec. 10	6	Sept. 11.0	170.3 ± 1.7	−0.854 ± 0.022	tungen
	C-5	Juli 28–Okt. 25	(7)	Sept. 11.0	258.3 ± 1.0	−0.873 ± 0.025	Pales-
STB	C-6	Aug. 04–Dec. 14	2(8)	Sept. 11.0	306.4 ± 2.0	−0.815 ± 0.060	ke
	WOS-DE ²⁾	Juli 01–Nov. 30	26	Sept. 11.0	272.6 ± 0.3	−0.371 ± 0.007	2) nur
	WOS-DE ²⁾	Juni 26–Dec. 14	12	Sept. 11.0	275.7 ± 0.7	−0.397 ± 0.015	Beob-
	WOS-BC ²⁾	Juli 03–Nov. 29	6	Sept. 11.0	216.6 ± 0.5	−0.371 ± 0.008	ach-
	WOS-BC ²⁾	Juli 17–Nov. 29	4	Sept. 11.0	221.8 ± 0.8	−0.406 ± 0.015	tungen
	WOS-FA	Aug. 04–Jan. 27	2(13)	Sept. 11.0	38.4 ± 2.0	−0.428 ± 0.020	Pales-
	D-1	Sept. 30–Dec. 06	(16)	Sept. 11.0	74.1 ± 2.0	−0.342 ± 0.025	ke, λ
	D-2	Sept. 10–Nov. 29	1(5)	Sept. 11.0	183.2 ± 5.0	−0.632 ± 0.060	unkor-
	D-3	Oct. 12–Dec. 14	4	Oct. 11.0	220.2 ± 2.0	−0.381 ± 0.034	rigiert
	4)	Aug. 29–Oct. 12	1(5)	Oct. 11.0	234.8 ± 2.0	−0.224 ± 0.090	4) STBn-
	D-4	Juli 11–Dec. 28	2(11)	Sept. 11.0	351.0 ± 1.5	−0.491 ± 0.030	Barren
	STrZ(N)/S-SEB	Juni 26–Aug. 04	1(5)	Juli 13.0	289.0 ± 7.0	+1.500 ± 0.150	f. D-3
E-1	E-2	Juli 21–Dec. 10	10	Sept. 11.0	79.5 ± 0.9	+0.147 ± 0.022	5) Sy-
	E-3	Juli 14–Dec. 08	6	Sept. 11.0	134.7 ± 1.2	−0.089 ± 0.024	stem 1
	E-4	Aug. 03–Okt. 24	7	Sept. 11.0	232.3 ± 0.7	−0.333 ± 0.024	
	E-5	Aug. 03–Okt. 24	3	Sept. 11.0	237.3 ± 2.2	−0.286 ± 0.061	
	E-6	Sept. 18–Nov. 30	(6)	Okt. 11.0	285.9 ± 2.0	−0.097 ± 0.050	
	SEBn	J-1	7	Sept. 11.0	206.2 ± 0.5 ⁵⁾	+1.199 ± 0.010 ⁵⁾	
N-NEB/NTZ(S)	N-1	Sept. 09–Jan. 27	3(6)	Sept. 11.0	48.1 ± 1.0	−0.359 ± 0.020	
	N-2	Okt. 16–Jan. 27	1(5)	Nov. 10.0	66.4 ± 2.0	−0.509 ± 0.030	
	N-3	Juni 11–Nov. 29	4(4)	Sept. 11.0	150.1 ± 1.5	−0.249 ± 0.025	
	N-4	Okt. 24–Nov. 29	4	Nov. 10.0	158.7 ± 2.0	−0.205 ± 0.028	
	N-5	Okt. 04–Nov. 29	9	Nov. 10.0	165.7 ± 1.3	−0.312 ± 0.021	
NTBn/NTZ(S)	R-1	Juli 12–Sept. 19	10	Sept. 11.0	146.7 ± 0.9	+0.329 ± 0.021	
		Sept. 19–Nov. 29	4	—	—	+0.505 ± 0.034	
	R-2	Juni 23–Okt. 12	7	Sept. 11.0	241.7 ± 1.3	+0.507 ± 0.024	
	R-3	Juli 15–Sept. 29	8	Sept. 11.0	281.6 ± 0.9	+0.607 ± 0.032	
		Sept. 29–Nov. 30	4	—	—	+0.088 ± 0.030	
	R-4	Aug. 04–Okt. 10	6	Sept. 11.0	336.2 ± 0.7	+0.454 ± 0.023	
	R-5	Aug. 04–Dec. 13	27	Sept. 11.0	359.4 ± 0.8	+0.432 ± 0.015	

Als Zeitraum ist der Zeitraum der Positionsmessungen gegeben, der nicht unbedingt mit der gesamten Beobachtungsdauer des jeweiligen Objekts übereinstimmen muß. Unter n ist die Anzahl der verwendeten Zentralmeridianpassagen gegeben, geklammert die Anzahl der Positionen aus Zeichnungen. λ ist die jov. Länge im Rotationssystem 2 zum Zeitpunkt t_0 und ω die mittlere Drift pro Tag gegen System 2 im gegebenen Zeitraum.

in ihr helle Flecke beobachtet. Berger beschrieb Teile der NTZ als „marmoriert“.

Aus den Beobachtungen ist zu schließen, daß die Rotationszeit der NTZ praktisch identisch mit der des NTBn gewesen ist.

Übrigens sind schon auf Zeichnungen von August bis Oktober 1985 Strukturen festgehalten, die als Vorläufer der 1986 in NTB und NTZ beobachteten Erscheinungen angesehen werden müssen. Eine eventuelle Identifikation über die Konjunktionszeit ist jedoch nicht möglich.

8.3 NNTB und nördlichere Breiten

Auch das NNTB besaß eine ausgeprägte Strukturierung. Einzelne Enden der teilweise ungewöhnlich dunklen Bandabschnitte befanden sich in unmittelbarer Nähe der Dunkelflecken und Dunkelmassenbegrenzungen in NTB bzw. NTZ. Bei guter Luft konnten mit größerer Öffnung sogar Strukturen in der NNTZ und ein NNTB erkannt werden.

9. Jupitermonderscheinungen

Auch bei diesen Beobachtungen hat sich ihre Anzahl und die Zahl der beteiligten Beobachter erfreulich erhöht. Von 7 Beobachtern wurden insgesamt 53 Ergebnisse gemeldet: Büttner 16, Blasberg 3, Drews 7, Ewald 4, Gabel 2, Hahn 10, Kalauch 11.

Beim Beobachten der Jupitermonderscheinungen wird empfohlen, vor allem die Verfinsterungen zu beobachten und sich dabei zu bemühen, möglichst gleich viele Verfinsterungsanfänge und -enden je Jupitermond zu erlangen. Ergebnisse vereinzelt beobachteter Erscheinungen können nicht ausgewertet werden.

Der Unterzeichnete dankt Frau D. Hoffmann und Herrn D. Richter für die Berechnung der in Tab. 2 gegebenen Driftelemente. Herr H.-J. Blasberg übernahm die Bearbeitung der GRF-Positionsmessungen und der beobachteten Jupitermonderscheinungen.

Lit.: [1] Sanchez-Lavega, A.; Rodrigo, R.: Ground based observations of synoptic cloud systems in southern equatorial to temperate latitudes of Jupiter from 1975 to 1983. *Astronomy and Astrophysics* 148 (1985) 67–78. – [2] Rogers, J. H.: Jupiter in 1983–84 – 1: Overview of the third South Tropical Dislocation. *Journal of the British Astronomical Association* 97 (1986) 1, 46–51. – [3] Mettig, H.-J.: Die Sichtbarkeitsperiode des Jupiter 978/79. *AuR* 18 (1980) 1, 22–25. – [4] Mettig, H.-J.; Blasberg, H.-J.: Die Sichtbarkeitsperiode des Jupiter 1979/80. *AuR* 19 (1981) 1, 20–23. – [5] Mettig, H.-J.: Jupiterbeobachtungen 1985. *AuR* 25 (1987) 1, 23–26.

H.-J. METTIG

KURZBERICHTE



III. Harzer Astronomielager der Bezirksstadgruppe Cottbus

Vom 18.—23. August 87 konnten wir wieder ein Sommerlager im Harz veranstalten. Die umfangreiche Ausrüstung wurde mit Fahrzeugen bis nach Sophienhof transportiert. Obwohl uns dieser Sommer nicht mit klaren Tagen und Nächten verwöhnte, konnten wir insgesamt 40 Beobachtungstunden verbuchen. Es war ein seltener und tiefer Eindruck, den die Milchstraße ausübte, sie war bis zum Horizont sichtbar. Auf dem Programm standen auch in diesem Jahr wieder Meteor-, Jupiter- und Nebelbeobachtungen.

Mit einem Atari 800 XL wurden Programme zur fachgerechten Auswertung geschrieben. Sonnenbilder wurden im polarisierten Licht untersucht.

Tagesaufzüge führten zu verschiedenen Zielen im Harz, so nach Wernigerode, zur Rappbodetalsperre und zu den Kalksteinhöhlen in Rübeland.

Wir danken der Kreisleitung des KB, insbesondere Herrn Handrischeck für die Unterstützung!

ANDRÉ WINZER

Schlechte Kometaussichten für 1988

Mit 24 Periheldurchgängen (Entdeckungen bis zum 1.9.87) war das Jahr 1987 ein ausgesprochen kometenreiches. Großen Anteil daran hatten 17 periodische Kometen, die wiederentdeckt werden konnten, unter ihnen die zwei helleren Objekte P/Encke und P/Borrelly (s. AuR 1987/5).

Von den sieben Neuentdeckungen sind zwei Objekte erwähnenswert: Der schon 1986 entdeckte Komet Wilson (s. AuR 1987/4) und Komet Bradfield (1987a). Letzterer durchlief sein Perihel im November 1987. Dabei erreichte er die 5. Größenklasse und war für die Beobachter auf der nördlichen Halbkugel günstig zu beobachten.

Leider sind die Aussichten für 1988 nicht so gut. Nur fünf bekannte periodische Kometen werden erwartet, zwei von ihnen wurden schon 1987 entdeckt. Keiner dieser Kometen wird so hell werden, daß er in mittleren Amateurgeräten beobachtet werden kann. Am günstigsten ist dabei noch P/Tempel 2, aber mehr als 12^m im Sommer 1988 ist auch hier nicht zu erwarten.

Die Hoffnung auf gut beobachtbare Kometen kann also nur auf Neuentdeckungen basieren, bisher sind aber noch keine erfolgt. Am Anfang des Jahres können noch

P/Borrelly und Bradfield beobachtet werden, bis diese dann etwa März/April auch für größere Amateurgeräte unsichtbar werden.

Bleibt die Hoffnung auf 1989. Dann sind wieder einige interessante Kometen dabei!

Lit.; Marsden, B. G.: Catalog of cometary orbits. New Jersey 1983.

KARSTEN KIRSCH

Brasilien verstärkt Raumfahrtaktivitäten

Mit dem erneuten Start einer Höhenrakete SONDA 4 setzte Brasilien Anfang Oktober vorigen Jahres seine unmittelbaren Vorbereitungen für den Start von Satelliten mit eigenen Trägerraketen fort. Die erste Rakete dieses Typs wurde im November 1984 erfolgreich gestartet, wobei eine Höhe von 616 km erreicht wurde. SONDA 4 bildet die Basis der ersten drei Stufen einer vierstufigen Feststoff-Trägerrakete VLS, die mit 18 m Länge und 49 t Startmasse ab 1989 für den Start eigener Satelliten einsatzbereit sein soll. Mit dem Bau eines Startgeländes wurde bei Alcantara im Bundesstaat Maranhão begonnen. Im Zeitraum 1989 bis 1994 ist zunächst der Start von vier Satelliten geplant. Zwei dienen der Erderferkundung, zwei werden als Datensammlersysteme für landesweit verteilte Fernmeßstationen fungieren, die u. a. Daten über Niederschlagsmengen sowie die schwankende Schlammführung des Amazonas liefern. Diese Satelliten werden mit rund 100 kg Masse die Erde in 700 km hohen Bahnen mit 25° Neigung umkreisen. Die Erderkundungssatelliten haben etwa 1500 kg Masse und ähneln im Konzept dem französischen SPOT. Ihre Umlaufbahn soll etwa bei 680 km Höhe liegen, wobei die Bahnneigung (polar oder schwach geneigt) noch diskutiert wird. Bei diesen Vorhaben baut Brasilien auf eine einfache Technik, aber ebenso in anderen Bereichen erreichte und bewiesene hohe Zuverlässigkeit. So verfügen die Satelliten über keine Bahnkorrekturtriebwerke, die ersten Raketenstufen keine steuerbaren Lenksysteme. Gewisse Ungenauigkeiten des Bahneinschusses werden in Kauf genommen.

Mit diesen und anderen Aktivitäten beabsichtigt das Land am Amazonas eigene, seinen Möglichkeiten entsprechende Raumfahrtbeiträge. Auch eine Beteiligung an internationalen Projekten ist geplant. Im Februar 1987 weilten Vertreter des brasilianischen Instituts für Kosmosforschung unter Leitung seines Generaldirektors Marco Rupp in Moskau, um Möglichkeiten der Zusammenarbeit im Rahmen des INTERKOSMOS-Programms zu sondieren. Dabei wurde das Interesse an der Mitwirkung an solchen Projekten wie PHOBOS bekundet. Bereits seit 1985 betreibt Brasilien als erstes und bisher einziges Land Südamerikas ein eigenständiges nationales Nachrichtensatellitensystem BRASILSAT, das mit zwei in Kanada unter brasilianischer Beteiligung entwickelten, eigenständigen geostationären Satelliten arbeitet. Die auf 10 Jahre Betriebsdauer ausgelegten Satelliten dienen vor allem Telefonie-, Telegrafie- sowie Hör- und Fernsichtfunkprogrammübertragungen. Eine Nutzung erfolgt auch durch andere südamerikanische Staaten, wie Bolivien und Peru.

H.-D. NAUMANN

Tabelle 1: Periodische Kometen 1988

Name	Perihel	q/AE	U/a	bish. Uml.
Reinmuth 1	1988 05 10	1.87	7.59	7
Finlay	1988 06 06	1.09	6.97	10
Tempel 2	1988 09 17	1.38	5.29	17
Longmore	1988 10 12	2.41	6.98	2
du Toit 1	1988 12 26	1.27	15.03	2

AUS d. LITERATUR

Tiefraum-Astronomie

Das entfernteste bekannte Objekt im Weltall ist der Quasar Q 0000-26 im Sternbild Skorpion. Die Linien seines Spektrums zeigen eine Rotverschiebung von $z = 4.11$. Mit Hilfe des 3,6-m-Teleskops des European Southern Observatory gelang es J. Webb kürzlich, hochauflösende Spektren dieses Quasars zu gewinnen. (US)

Lit.: The Messenger No. 49 – September 1987.

Erste afrikanische INMARSAT-Küstenfunkstelle

Die erste Küstenerdfunkstelle für das internationale Schiffsfunksatellitensystem INMARSAT auf dem afrikanischen Kontinent wurde nahe der Ortschaft Maadi in Ägypten errichtet. Betreiber ist die nationale ägyptische Fernmeldebehörde ARENTO. Die mit einer 13 m-Parabolantenne ausgestattete Station ist die 20. INMARSAT-Bodenanlage, die seit Bestehen des Systems errichtet wurde. Sie vermittelt Schiffsfunkverbindungen vor allem für den Atlantik und den Bereich des Persischen Golfs. Für Such- und Rettungsdienste arbeitet sie mit dem „Middle East Rescue Coordination Centre“ nahe Kairo zusammen. Ab 1988 ist eine Teilnahme an den Experimenten zur Vermittlung von Flugfunkverbindungen über INMARSAT-Satelliten geplant.

Der INMARSAT-Organisation gehören derzeit 48 Länder an. Weltweit werden mehr als 6000 Nutzer (Stand Oktober 1987: 6100) registriert. (HDX)

Lit.: INMARSAT-News, 1. 10. 87

„Safetynet“ – ein neuer Dienst von INMARSAT

„Safetynet“ nennt INMARSAT geplante neue Dienste, die vor allem darauf hinarbeiten, das System auch für kleinere Schiffe und andere Nutzer zu erschließen, denen die jetzigen Standard-A-Schiffsfunkstellen mit ihren nachführbaren 1 m-Richtantennen zu umfangreich und aufwendig sowie zu kostenintensiv sind. Im Rahmen dieser Vorhaben werden vor allem zwei neue Typen von Schiffsfunkstellen entwickelt und erprobt.

Eine als Standard-C bezeichnete Schiffsfunkstelle umfaßt ein kleines, kompaktes Sende- und Empfangsgerät sowie eine starre Antenne mit Rundstrahlcharakteristik, die damit keine Nachführung mehr erfordert. Praktisch mögliche Ausführungsformen sind Wendel- und Tellerantennen. Diese Funkstelle ermöglicht Datenübertragungen bis zu 600 bit/s, jedoch keinen direkten Sprechfunkverkehr. Das Absetzen von Nachrichten an Bord erfolgt über Tastaturen, der Empfang über Terminal oder Drucker. EGC-Geräte (Enhanced Group Call; Gruppenanrufempfänger) umfassen nur Empfangsgerät und Antenne. Sie sind für Selektivsysteme bestimmt, mit denen z. B. alle Schiffe innerhalb eines bestimmten Territo-

riums erreichbar sind, um Sturm- und andere Warninformationen oder Wetterdaten zu übermitteln. Die Empfänger befinden sich ständig in betriebsbereitem Zustand, so daß ein angeschlossener Drucker automatisch alle Meldungen ausgibt, ohne daß die Funkstelle ständig besetzt sein muß. Die Verwendung von Kennsignalen gestattet außerdem den selektiven Anruf ausgewählter Schiffe, z. B. aller Schiffe einer Reederei. EGC-Empfänger sollen künftig zur Pflichtausrüstung aller Handelsschiffe erhoben werden. (HDX)

Lit.: INMARSAT – Presseinformationen

Neuer Zünder für ARIANE-Drittstufe

Nach einer Serie von 17 Testläufen ist ein Zünder für das Flüssigwasserstoff/Flüssigsaurestoff-Triebwerk HM7 S der dritten Stufe der Trägerrakete ARIANE gefunden worden, mit dem ein ähnlicher Fehler wie beim 18. Start vermieden werden kann.

Der Hauptunterschied zur alten technischen Lösung besteht darin, daß der Zündbereich durch statt mit einem jetzt mit zwei Zündstrahlen und etwa der dreifachen Energie wie bisher vergrößert wurde. Außerdem gelang es, das Mischverhältnis der Treibstoffkomponenten zu stabilisieren, was die Zuverlässigkeit weiter erhöht.

Die erfolgreiche Wiederaufnahme der ARIANE-Flüge bewies die Zuverlässigkeit der neuen Zündvariante. (PS)

Lit.: FLUG-Revue 12/86.

Eiffelturm im Weltraum wird zum astronomischen Störfaktor

Die Internationale Astronomische Union (IAU) hat sich gegen das für 1989 geplante Projekt der Société Nouvelle d'Exploitation de la Tour Eiffel ausgesprochen. Diese Gesellschaft hatte 1986 einen Wettbewerb ausgeschrieben, der vorsah, ein ähnlich gigantisches Monument wie den Eiffelturm mit möglichst geringem technischen Aufwand so im Weltraum zu stationieren, daß es von der Erde aus mit bloßem Auge sichtbar ist.

Ende 1986 wurde der mit rund 70000 France dotierte 1. Preis an drei junge Franzosen für ihre Idee „L'Année lumineuse“ (Der Lichtring) vergeben.

Das Projekt sieht eine aufblasbare Ringstruktur mit einem Umfang von 24 km vor. 100 reflektierende Sphären von je 6 m Durchmesser lassen den Lichtring wie 100 Sterne 1. Größe erscheinen. Die 400 kg schwere Struktur soll im Jahre 1989, anläßlich des 100. Jahrestages des Pariser Wahrzeichens, mit einer ARIANE 4 in eine 800 km hohe Umlaufbahn transportiert werden und etwa 3 Jahre lang sichtbar sein.

Die IAU befürchtet nun eine erhebliche Behinderung der astronomischen Beobachtungen, zumal der scheinbare Durchmesser der Konstruktion dem des Vollmondes entspricht. Ähnliche optische Bedenken gibt es für das Projekt ARSAT, das den 2. Preis erhielt. Hierbei handelt es sich um ein aufblasbares Segel von 1800 m², basierend auf zwei diagonalen Rippen von je 60 m Länge. (US)

Lit.: La Lettre du CNES Nr. 107; Sterne und Weltraum 6/87.

ANIK-Satelliten starten mit ARIANE

Die beiden ersten kanadischen Nachrichtensatelliten der nächsten Generation, Anik E 1 und Anik E 2, werden nach einem Vertrag zwischen ARIANESPACE und der kanadischen Betreibergesellschaft TELESAT 1990 jeweils mit einer Ariane 44P-Trägerrakete in eine geostationäre Umlaufbahn gebracht. Die Satelliten sollen dann die leistungsfähigsten Plattformen für nationale Kommunikationsdienste darstellen. Für Ende 1990 ist die Betriebsaufnahme für Anik E 1 geplant. Der zweite Satellit soll bis 1992 im Orbit in Reserve gehalten werden.

Beide Raumflugkörper werden bei der kanadischen SPAR-AEROSPACE Ltd. gebaut und können gleichzeitig 56 TV-Kanäle übertragen. (PG)

Lit.: Arianespace Special Release v. 10. 4. 1987.

NASA-Pläne einer Lasten-Raumfähre

Unter der amtlichen Bezeichnung HLLV (Heavy Lift Launch Vehicle) begann bei der NASA die Entwicklung eines unbemannten, wiederverwendbaren Lastentransporters. Das zweistufige System soll 69 oder 91 Tonnen in den erdnahen Orbit befördern können. Die unbemannte flugfähige Startstufe soll nach Brennschluß auf einem Flughafen landen, während die Laststufe, die Zylinderform wie bei klassischen Raketen hat, in den Erdumlauf aufsteigt.

Als Haupttriebwerke sind Hochdruck-Raketentriebwerke (Flüssigsauerstoff/Kerosin) vorgesehen, die auch im bereits diskutierten Raumfähren-Nachfolgemodell Shuttle-I vorgesehen sind. Den Angaben des Entwicklers (Aerotec Tech Systems) zufolge soll Shuttle II ebenfalls eine flugfähige Startstufe erhalten, so daß dann beide Stufen voll flugfähig und wiederverwendbar sind. Es handelt sich bei beiden Vorhaben nur um Studien, die spätere Entscheidungen vorbereiten. Frühestens für 1989 wird mit einem Auftrag zur Entwicklung der neuen Hochdruck-Triebwerke gerechnet. (PS)

Lit.: Sterne und Weltraum 2/1987

Staub in der Nähe des Kometen IRAS-Araki-Alcock

Anfang Mai 1983 bewegte sich der Komet IRAS-Araki-Alcock (1983d) in sehr geringer Entfernung an der Erde vorüber. Damit ergab sich eine äußerst günstige Gelegenheit zur Beobachtung der inneren Koma. Die hier dargestellten Beobachtungen wurden mit dem 2,2 m-Teleskop der University of Hawaii (Mauna Kea) mit einer 500 × 500-Elemente CCD-Matrix durchgeführt. Die Belichtungszeiten reichten von 3 s bis 180 s. Zwei spektrale Bereiche wurden ausgewählt:

„R“: 568-762 nm und „I“: 750-950 nm. Wegen der kurzen Belichtungen wurde auf eine Nachführung entsprechend der Kometenbewegung verzichtet. Dies machte sich nur in den längeren Belichtungen am 11. und 12. 5. als 1''-2''-Verzeichnung in Rektaszension be-

merkbar. Die meisten Untersuchungen wurden allerdings an den 3 s-Aufnahmen durchgeführt. Die außerordentliche Bildqualität am 11. 5. (0,8 Sternscheibendurchmesser) ermöglichte eine räumliche Auflösung von 10 km am Kometen. Bisher wurden bei Kometenaufnahmen im günstigsten Fall 100 km Auflösung erreicht. Ein Vergleich des Profils des Kerngebietes mit dem eines Sternes weist darauf hin, daß der Kometenkern noch kleiner als die Auflösungsgrenze ist. Dies stimmt mit anderen Untersuchungen überein, die aus Infrarot-Daten auf weniger als 10 km bzw. 3,6 × 4,7 km und aus Radardaten auf 4...7 km Kerngröße schließen lassen.

In der Koma findet man eine filamentartige Struktur, die sowohl auf Staubbefreiung aus einer begrenzten aktiven Region eines sonst unumantelten Korns als auch auf dessen Rotation hinweist. Die Krümmung des Filaments am 11. 5. unterstützt diese Aussagen. Zusammen mit dem Erscheinungsbild der inneren Koma an allen Tagen läßt sich eine Orientierung der Rotationsachse abschätzen. Diese Achse sollte zum Zeitpunkt Mai 11. 3 mit der Sichtlinie zusammenfallen, so daß während der gesamten Zeit die Südhemisphäre des Korns zur Erde wies.

Die Helligkeitsabnahme innerhalb der Koma erfolgte immer langsamer als mit r^{-1} (r : Abstand vom Kern). Möglicherweise werden Staubpartikel als lockere Klumpen freigesetzt, die in der inneren Koma schnell zerfallen und dadurch die effektive Oberfläche des Staubes vergrößern. (JR)

Lit.: Storrs, A. D.; A. T. Tokunaga, C. A. Christian, J. N. Heasley: The distribution of dust in the inner coma of comet IRAS-Araki-Alcock (1983d). Icarus 66 (1986) 143-153.

Kolumbarium auf der Umlaufbahn?

Übergabe man die Raumfahrt in private Hände und würde sie zu einem Bestandteil raubgieriger Unternehmen, wäre da einiges zu erwarten. Zu den ausgefallenen morbiden Einfällen zählt das Projekt der Firma Celestis Corporation in Florida:

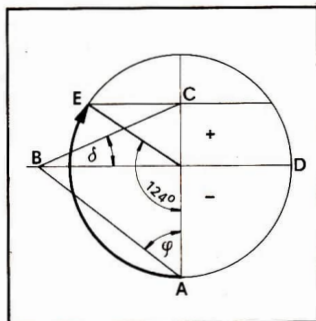
Wenn Sie für sich die Unsterblichkeit verlangen, kann dem entsprochen werden, indem Ihre Überreste verbrannt und mittels eines patentierten Verfahrens auf 3 cm³ komprimiert werden. Danach werden Sie gemeinsam mit 1500 weiteren „zurechtgemachten“ Individuen auf eine Umlaufbahn um die Erde gebracht. Der Start käme auf 50 Mill. Dollar.

Das morbide Projekt des „kosmischen Kolumbariums“ wurde bereits vom us-amerikanischen Verkehrsministerium (!) genehmigt. Nun liegt es am Interesse und es scheint, daß sich die Aktion auszahlen wird, also auch, daß sie verwirklicht wird. Unfaßbar, daß es dafür genügend Interessenten geben wird. Die menschliche Eitelkeit und Dummheit sind nämlich unbegrenzt.

Aus „Rise Hvězd“ (ČSSR) 1987, Nr. 10, S. 197 (AZ)

Die graphische Ermittlung des halben Tagbogens

Der halbe Tagbogen kann mittels folgender Formel berechnet werden: $\cos \tau = -\tan \varphi \tan \delta$. Das Ergebnis wird durch 15 dividiert und somit ins Zeitmaß umgerechnet.



Der halbe Tagbogen kann aber auch auf eine einfache Art auf folgende Weise ermittelt werden:

Zuerst wird ein Kreis mit zwei aufeinander senkrecht stehenden Durchmessern (Abb.) gezeichnet. Bei A wird die geographische Breite des betreffenden Ortes aufgetragen und bis zum waagerechten Durchmesser verlängert. Bei B wird die Deklination des Gestirns aufgetragen, u. zw. positiv nach oben, negativ nach unten. In C wird eine Parallele zu BD bis zum Kreisumfang gezogen. Der Winkel zwischen A und E entspricht dem halben Tagbogen.

In unserem Beispiel beträgt bei $\varphi = 52^\circ$ und $\delta = +23,5^\circ$ der halbe Tagbogen (Stundenwinkel vom Aufgang bis zur Kulmination bzw. von der Kulmination bis zum Untergang) 124° . Die Berechnung ergibt $123,8164^\circ = 8,2544$ Stunden ($\approx 8 \text{ h } 15 \text{ min}$). (A. Z.)

Lit.: Heinz Schilt: Ebene Sonnenuhren, Biel, Schweiz, 1985.

Komet Bowell in 13,6 AE Entfernung beobachtet

Komet Bowell 1982 I = 1980b wurde 1980 in der ungewöhnlichen Distanz von $R = 7,3 \text{ AE}$ entdeckt. Der reziproke Werte der kleinen Bahnhalbachse weist darauf hin, daß der Komet dynamisch neu ist. D. h., er vollzog bisher nur wenige oder noch keine Umläufe durch das innere Sonnensystem. Da die Sonnenbestrahlung die Eigenschaften kurzperiodischer Kometen verändert, ist die Beobachtung von 1982 I von großem Interesse: Zeigt er Charakteristika, die sich merklich von anderen periodischen Kometen unterscheiden? Es gelang nun, Komet Bowell in der Rekordentfernung von $13,6 \text{ AE}$ zu beobachten. Am 3. 11. 1986 wurden am 2,1 m-Teleskop auf dem Kitt Peak vier CCD-Aufnahmen von je 900 s Belichtungszeit gewonnen, die entsprechend der Kometenbewegung verschoben sind. Nach Überlagerung und Filterung ergab sich eine Abbildung, die einer effektiven Belichtung von 1 h entspricht. Der Komet erscheint

diffus; seine Gesamthelligkeit innerhalb einer Blende von $15''$ Radius beträgt $m_R = 20 \pm 1,0$.

Um den Kern besteht eine ausgedehnte Koma, deren Größe mit derselben geringen Expansionsrate von $v \approx 1 \text{ m/s}$ verträglich ist, die auch um das Perihel (März 1982, $R \approx 3,36 \text{ AE}$) festgestellt wurde. Die Größe der festen Teilchen innerhalb der zentralen $10''$ der Koma nahm um über eine Größenordnung gegenüber 1980–84 ab. Das weist auf eine abnehmende Komaproduktion hin. Die Abnahme begann bei $R \approx 10 \text{ AE}$, etwa bei derselben Entfernung begann die Produktion bei seiner Annäherung an die Sonne. Die Koma bei $R \leq 10 \text{ AE}$ könnte durch Sublimation von CO_2 oder einem Eis ähnlicher Flüchtigkeit vom Kern gebildet werden.

Der zuvor im größten Abstand beobachtete Komet Stearns 1927 IV (bei $R = 11,5 \text{ AE}$) war ebenfalls in sehr großer Sonnenentfernung aktiv. Fotografische Beobachtungen von 1927–32 zeigen, daß Komet Stearns in vielen Punkten dem Kometen Bowell ähnlich war: Beide hatten eine ausgedehnte Koma bis zu $R \approx 10 \dots 11 \text{ AE}$ und beide zeigten eigentümlich schmale Schweife.

Für das Verständnis der Quelle dieser Aktivität und für den Vergleich mit den kurzperiodischen Kometen ist es entscheidend, weitere Beobachtungen von Kometen zu erhalten, die in großen Entfernungen von der Sonne aktiv sind. (JR)

Lit.: K. J. Meech, D. Jewitt: Comet Bowell at record heliocentric distance. Nature 328 (1987) 506–509 v. 6. 8. 1987.

Pluto verläßt den nördlichen Sternhimmel

Am 12. 11. 1987 überschreitet Pluto den Himmelsäquator von Nord nach Süd, kommt dann zwar am 27. 2. 1988 im Rahmen seiner Schließbewegung zurück, um aber ab 5. 9. 1988 endgültig für viele Jahrzehnte auf den Südhimmel überzutreten.

Für die auf der Nordhalbkugel der Erde ansässigen Beobachter werden sich also die Beobachtungsbedingungen langsam immer mehr verschlechtern. Fortgeschrittenen Liebhaberastronomen sollte das ein Anlaß sein, wenigstens fotografisch einmal die Jagd nach diesem Planeten zu versuchen. Seine noch recht günstige Stellung wird durch einen anderen Umstand beträchtlich aufgewertet. Bekanntlich besitzt die Plutobahn die außergewöhnliche Exzentrizität von $e = 0,25$, was zur Folge hat, daß sich Pluto zwischen 1979 Jan. 21 und 1999 Mrz. 14 innerhalb der Neptunbahn aufhält. Während er also die Rolle des sonnenfernsten Planeten für knapp 1/10 seiner Umlaufzeit an Neptun übergeben hat, kommt er 1989 Sep. 12 in sein Perihel (29.64730 AE) und erreicht schließlich 1990 Mai 7 den geringsten Erdbestand (28.67852 AE). Von da an kann man dann in jeder Hinsicht von einer Verschlechterung der Beobachtungsbedingungen für uns sprechen. Schuld daran ist nicht nur die wieder zunehmende Sonnendistanz. Vielmehr wird die Südbewegung des Planeten durch die gleichzeitig abnehmende ekliptikale Breite (Pluto im absteigenden Knoten 2018 Okt. 15) noch beschleunigt.

Für viele Generationen nach uns wird Pluto nicht mehr so günstig am Himmel stehen, wie das jetzt noch der Fall ist. Wer also liefert das schönste Amateurfoto dieses Planeten? A. D.

REZENSIONEN



Entdeckungen am Südhimmel

In der Einleitung schreiben die Autoren „Das Buch ist ein Bilderbuch und sollte auch als solches genutzt werden“. Ich bin sicher, daß jeder, der das Buch zum ersten Mal in die Hand bekommt, sich tatsächlich nur die Bilder ansehen wird und erst später, wenn er mehr und detailliertere Informationen haben möchte, auch den Text zu den Bildern lesen wird. Der Grund dafür ist ganz einfach. Er liegt in der großartigen Auswahl der Objekte und in der ausgezeichneten Druckqualität, die mit Sicherheit kaum Verlust zur Originalaufnahme ergibt. Der Generaldirektor der Europäischen Südsternwarte schreibt in seinem Geleitwort zurecht „Die Abbildungen in diesem Buch vereinen natürliche Schönheit und wissenschaftliche Aussagekraft ... die Farben und Formen haben eine tiefe ästhetische Wirkung“. Diese Wirkung, die neben Auswahl der Objekte und Druck, auch durch die ausgezeichnete Gestaltung erreicht wird, fesselt jeden Benutzer des Buches.

Im Vordergrund stehen fotografische Himmelsaufnahmen der verschiedenen Objekte. In der Mehrheit handelt es sich um Schwarz-Weiß-Aufnahmen, in einigen Fällen wurden auch Farbaufnahmen gedruckt. Es sind aber auch Bilder, die mit moderner Technik, wie CCD-Kameras, erhalten wurden, wiedergegeben. Um den großen Informationsinhalt fotografischer Himmelsaufnahmen zu verdeutlichen, sind von speziellen Objekten auch computerbearbeitete Falschfarbenbilder dargestellt. Schon hieran erkennt man die ganze Breite des vorliegenden Bildatlases. Insgesamt sind die Himmelsaufnahmen in dem Buch zu drei großen Komplexen zusammengefaßt: 1. Das Universum und seine Galaxien, 2. Die Galaxis, 3. Kleine Körper im Sonnensystem.

Die ausgezeichneten bildlichen Darstellungen werden von Texten begleitet, die sehr viele interessante astronomische Informationen über die abgebildeten Objekte geben und zum Teil auch etwas über die Technik des Entstehens des Bildes sagen.

Wer mit der Astronomie nicht vertraut ist, wird sich in dem Buch anhand „Eines Wegweisers durch dieses Buch“ schnell zurechtfinden. Hier findet der Leser einige grundsätzliche Bemerkungen zu den verschiedenen Aufnahmen, zur Orientierung und zum Maßstab der Aufnahmen sowie zu den Namen und Bezeichnungen der Objekte. Aber auch einige wichtige, zum Verständnis des Textes notwendige, astronomische Grundbegriffe wie Helligkeit, Leuchtkraft, Masse, Temperatur und Spektrum sind erklärt. Diesem Ziel dient auch ein Glossar im Anhang.

Alle Aufnahmen wurden mit Teleskopen der Europäischen Südsternwarte gewonnen und das Buch erscheint aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der ESO (European Southern Observatory). Der formelle Gründungstag dieser internationalen Institution ist der 5. Oktober 1962. Etwas genauer kann sich der Leser über die Geschichte, den Aufbau und die instrumentelle Ausrüstung der ESO im 4. Kapitel (Der Südhimmel und ESO) informieren. Interessant sind im Anhang neben dem Glossar umfangreiche Angaben über die technischen Daten der Aufnahmen.

Das Buch kann uneingeschränkt empfohlen werden und ich bin sicher, es wird sehr viele Interessenten finden. Alle Amateure werden das Buch besitzen wollen, aber auch Freunde an schönen Bildbänden werden nach dem Buch greifen. Ich denke, daß die Autoren auch mit der

Bemerkung, „daß das Buch sogar unseren Berufscollegen eine lohnende Lektüre ist“, Recht haben.

SIEGFRIED MARX

Lausten, Madsen, *West: Entdeckungen am Südhimmel*, ein Bildatlas der Europäischen Südsternwarte (ESO), Springer (Heidelberg), Birkhäuser (Basel), 274 Seiten mit 240 Abb., teilweise Farbe, 31 Diagramme und eine Ausschlagtafel.

Kalender für Sternfreunde

Mit dem „Kalender für Sternfreunde 1988“ wird dem astronomisch interessierten Leser bereits zum 40. Male ein „Kleines astronomisches Jahrbuch“ in die Hände gegeben. In hervorragender Weise ist es dem Autor, Herrn Dr. Paul Ahnert, gelungen, über 40 Jahre hinweg ein Kalenderwerk von unschätzbarem Wert zu schaffen. Im Laufe der Jahre erfolgten kleine Veränderungen in Inhalt und Form, die Übersichtlichkeit und Informationsgehalt des Jahrbuches zu einem ausgezeichneten Niveau führten.

Die Gliederung des neuen Kalenders ist in bewährter Weise beibehalten worden. Einleitend findet der Leser die Quellenbezüge der Ephemeriden und Erläuterungen zu den Zeitangaben, Hier wurden jetzt auch die Julianischen Daten eingeordnet.

Den allgemeinen Bemerkungen schließen sich die mit bloßem Auge oder dem Feldstecher beobachtbaren Erscheinungen des Jahres an. Diese Seiten sind vorwiegend den Sichtbarkeitsbedingungen von Mond und Planeten gewidmet. Erfreulich ist, daß eine Tabelle zu den Meteorströmen wieder aufgenommen wurde.

Den Hauptteil des Kalenders bilden Angaben zu den mit dem Fernrohr beobachtbaren Objekten. Vorangestellt sind Erläuterungen zu den Koordinaten und physikalischen Ephemeriden von Sonne und Mond (die Tabellen folgen unter 3.2.2. und 3.2.3., nicht wie angegeben unter 2.2.3. und 2.2.4.) sowie zu den Sternbedeckungen. Die Symbole und Abkürzungen in den Ephemeridenüberschriften sind wie in den letzten Jahrgängen schnell zugänglich auf den vorderen inneren Umschlagseiten erklärt. Es folgen die Übersichten zu den großen Planeten, den Monden von Jupiter und Saturn und einigen helleren Planetoiden in gewohnter Art und Weise. Für Mars werden im günstigen Oppositionsjahr 1988 von Juni bis Dezember auch die täglichen physikalischen Ephemeriden aufgeführt. Dem weniger erfahrenen Sternfreund sei der Hinweis gegeben, daß die Länge des Zentralmeridians (auf der Planetenoberfläche genauso wie bei Jupiter mit fortschreitender Zeit zunehmend gezählt wird (pro Tag etwa 350°)). Für den Planetenbeobachter wäre es günstig gewesen, auch zu den Planeten Uranus bis Pluto Helligkeitsangaben vorzufinden. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auf S. 119 die unbezeichneten Bahnen des Saturnmonden Dione und Tethys (innen) zugehören. Den Abschluß des Tabellentells bilden Beobachtungshinweise und Übersichten zu ausgewählten Objekten des Fixsternhimmels: Veränderliche Sterne, Doppelsterne, Sternhaufen, Gasnebel und Galaxien. Eine bemerkenswerte Neuerung ist die Vorhersage der Maxima von hellen Mirasternen anhand der letzten veröffentlichten Beobachtungen und die tabellarische Zusammenstellung der in den früheren Jahrgängen des „Kalenders für Sternfreunde“ und in der „Kleinen praktischen Astronomie“ erschienenen Umgebungskarten von veränderlichen Sternen.

Der anschließende Text- und Bildteil bietet ein bereites Spektrum von Information. Stellvertretend erwähne ich

hier die Beschreibung einer wenig bekannten Variante der Sonnenfleckenstatistik (die auf S. 150 angegebenen Zeiten und Relativzahlen sind aus 17 bzw. 9 Monaten abgeleitete Werte für Maxima und Minima), den ausführlichen Aufsatz zu Problemen der modernen Planetoidenastronomie sowie die sehr guten Text- und Bildbeiträge zu Halley und Uranus.

Jeder erfahrene Amateur wird in der Vorbereitung und Auswertung seiner Beobachtungen nicht auf den „Kalender für Sternfreunde 1988“ verzichten wollen. Aber auch der weniger mit der Materie vertraute Sternfreund wird Anregungen zu eigenen Beobachtungsversuchen finden. Dem Autor gilt an dieser Stelle Dank und Bewunderung für die geleistete Arbeit. Die 40 Jahrgänge des „Ahnert“ haben uns Amateure in unzähligen Sternstunden begleitet.

Sie werden für die zukünftigen Jahrgänge Maßstab und zugleich Verpflichtung sein.

THOMAS LEHMANN

Ahnert, Paul: Kalender für Sternfreunde 1988. Kleines astronomisches Jahrbuch. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1987, 175 Seiten, 88 Bilder (z. T. farbig). Kart. Styx, Preis 5,70 M, Bestell-Nr. 7938055.

Das große „Theatrum Cometicum“

Das „Theatrum cometicum“ von Stanislaus Lubienietzki (Amsterdam 1667/68, 2. Aufl. 1681) ist eines der großen, vom Umfang her wohl sogar das größte Werk in der Geschichte der Kometenforschung. Freilich liegt die Bedeutung des Werkes nicht in eigenen Entdeckungen des Autors (der gar kein Naturwissenschaftler war), sondern in einer überaus fleißigen Zusammenstellung historischer Kometenerscheinungen und der Meinungen berühmter und weniger berühmter Gelehrter – in jedem Fall eine einmalige Fundgrube für den Historiker und für jeden kunsthistorisch Interessierten eine Freude des Anblicks ob der vielen, in barocker Manier gestalteten Abbildungen.

Weidemann unternimmt keine komplette Inhaltsangabe, die auch nicht erforderlich ist, da das „Theatrum“ in nicht wenigen Exemplaren erhalten geblieben ist (Rezensent fand in DDR-Bibliotheken Nachweise für zehn Exemplare der 1. Auflage, darunter in der Sächs. Landesbibliothek mit Widmung des Autors, drei Exemplare der 2. Auflage) – wer möchte, schaue selbst in das Werk. Vielmehr macht Weidemann auf die Entstehungsgeschichte aufmerksam, gibt ergänzende Informationen zu den Kieler Beobachtungen der Kometen von 1665 und 1666 (von Samuel Reyher) und denen aus Hamburg und stellt den Autor (einen gebürtigen polnischen Edelmann) in Leben und Werk vor. Dabei kommen manche Dinge geradezu am Rande zur Sprache, die den meisten Historikern wohl bisher entgangen sind und die näher nachzuschlagen sich lohnt, wie die Ansicht v. Guericques von den Kometen oder die Reyher's (einer bemerkenswerten Theorie der kosmischen Natur der Kometen) u. v. a. Es dürfte kein geringes Verdienst Weidemanns sein, auf diese Dinge aufmerksam gemacht zu haben und es bleibt nur zu hoffen, daß in Zukunft Lubienietzki's „Theatrum Cometicum“ (bis heute weit im Schatten von Hevelius', „Cometographie“, 1668 stehend) von der Forschung stärker berücksichtigt wird.

J. HAMEL

Weidemann, V.: Theatrum Cometicum. Hamburg und Kiel im Zeichen der Kometen von 1664 und 1665.

Berichte aus den Sitzungen der Joachim Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften Hamburg. Jg. 5, 1987, Heft 3. Hamburg 1987. 40 S., 6 Abb. ISBN 3-525-86226-1

Die Große Berliner Physik

Mit der Berufung von H. v. Helmholtz an die Berliner Universität 1871 begann eine entscheidende Epoche der Entwicklung der Physik in Berlin, die über 60 Jahre anhält. In dieser Zeit haben in Berlin die berühmtesten Physiker der Welt gewirkt: M. Planck, A. Einstein, M. von Laue, O. Hahn, L. Meitner, M. Born, G. Hertz, E. Schrödinger, W. Heisenberg. Diese Epoche wird als die „Große Berliner Physik“ bezeichnet. Aus Anlaß des 750jährigen Bestehens von Berlin wurden auf der Haupttagung der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Februar 1987 mehrere historische Vorträge gehalten, von denen drei in diesem Band abgedruckt sind.

Rompe, Treder, Ebeling: Zur Großen Berliner Physik. 88 S., 15 Mark, BSB B. G. Teubner Verlagsges. Leipzig.

Vorschau auf Heft 2/1988

Magnetfelder der Sonnenatmosphäre und die Struktur der Chromosphäre • Das Rätsel der Galaxienketten • Die Substellarenbahn und ihre Entstehung • Kosmische Gammastrahlungsausbrüche ... • Zum 100. Gründungsjubiläum der Berliner Urania • Planetenforschung zwischen den Zeiten • Leuchtende Nachtwolken

Unsere Autoren

Dr. H. Tiersch, Dipl.-Math. D. Stoll, ZIAP d. AdW d. DDR, Rosa-Luxemburg-Str. 17a, Potsdam, 1591
Dipl.-Phys. M. Danz, Dipl.-Phys. T. Mangoldt, Inst. f. Kosmosforschung d. AdW d. DDR, Rudower Chaussee 5, Berlin, 1199
Dipl.-Ing. Hans-Dieter Naumann, Str. d. Thälmannpioniere 19, Radeberg, 8142
Dr.-Ing. S. Brach, Südstr. 35, Roßlau/Elbe, 4530
Dipl.-Ing. J. Rose, Wölritzer Str. 10, Berlin, 1143
Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
André Knöfel, Anton-Fischer-Ring 96, Potsdam, 1580
Dipl.-Phys. Jürgen und Ina Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570
H. Bretschneider, Drachenkopf 11, Schneeberg I, 9412
Hj. Bruchner, Eibenberger Str. 21, Burkhardttsdorf, 9135
Frank Meyer, Giselastr. 21a, Berlin, 1130
Rainer Arlt, Berliner Str. 41, Potsdam, 1560
Hans-Jörg Mettig, Bischofsweg 74, Dresden, 8060
Dipl.-Med. A. Winzer, Zittauer Str. 18, Cottbus, 7500
K. Kirsch, O. Schwarz-Str. 27, Jena-Winzerla, 6908
Prof. Dr. sc. S. Marx, ZIAP d. AdW d. DDR, Karl-Schwarzschild-Observatorium, Tautenburg, 6901
Dipl.-Phys. Thomas Lehmann, KSO, Tautenburg, 6901
Dr. Jürgen Hamel, Archeng.-Sternwarte, Berlin, 1193
Dipl.-Phys. Dietmar Kitta und René Weirauch, Volksternwarte „Erich Scholz“, Zittau, 8900
Uwe Wohlrab, Calbesche Str. 4, Schönebeck, 3300
Guido David, Erich-Weinert-Str. 41, Schönebeck, 3300

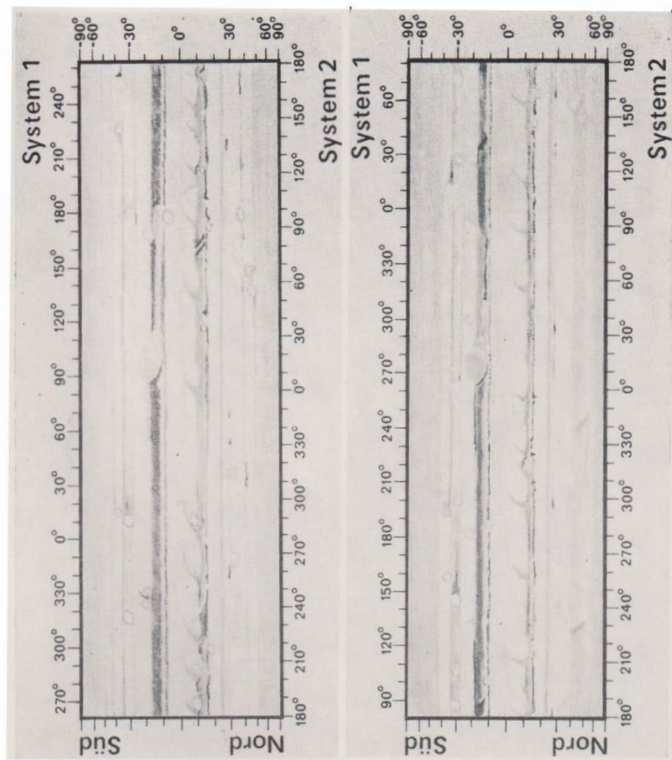
Zum Beitrag Seite 23: Jupiter 1986/87. Bericht des Arbeitskreises Planeten.

Abb. 3: Gesamtkarte des Planeten Jupiter, zusammengestellt aus 9 Einzelzeichnungen vom 02.—03. August 1986.

Beobachter: H. Paleske. Instrument: Refr. 150/2670. Vergrößerung: 167fach.

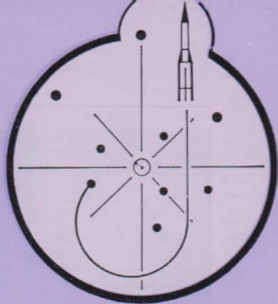
Abb. 4: Gesamtkarte des Planeten Jupiter, zusammengestellt aus 9 Einzelzeichnungen vom 27. November—01. Dezember 1986.

Beobachter: H. Paleske. Instrument: Refr. 150/2670. Vergrößerung: 167fach.





Astronomie UND Raumfahrt



ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1988

2



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Abb. 5: $H\alpha$ -Filtergramm der aktiven Region am 15. Juli 1982.

Zum Beitrag S. 34: Magnetfelder der Sonnenatmosphäre und die Struktur der Chromosphäre.

Abb. 6: Erscheinen der aktiven Region am Ostrand der Sonne am 9. Juli 1982.



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. S. Marx
Verantwortl. Redakteur:
OL Heinz Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S. Marx,
Dipl.-Phys. W. Häußel; - Raum-
fahrt: Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,
Uwe Schmalling; - Philoso-
phie/Geschichte: Dr. J. Hamel; -
Amateure: Ing. A. Grünberg,
Dipl.-Phys. J. Rendtel, StR A.
Zenkert, Dr. B. Zill; - Rezen-
sionen: Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Sekr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreier

Redaktionssitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Straße der Jugend 8, Fern-
sprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1988 mit 6 Heften.
Bezugspreis im Abonnement,
zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M.
Bezug durch die Post oder den
Buchhandel. Bestellungen aus
dem Ausland sind zu richten an
das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der
Pariser Kommune 3-4.
Veröffentlicht unter Lizenznum-
mer 1490 des Presseamtes beim
Vorsitzenden des Ministerrates
der DDR. Artikel-Nr. (EDV)
523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruss, Crimmitschau

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 be-
arbeiten.

Der Nachdruck der in Astrono-
mie und Raumfahrt veröffent-
lichten Beiträge ist nur mit Zu-
stimmung der Redaktion ge-
stattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

INHALT

26. Jahrgang (1988) Heft 2

G. Bachmann: Magnetfelder der Sonnenatmosphäre und die Struktur der Chromosphäre.	34
E. Litzroth: Das Rätsel der Galaxienketten.	38
P. Dahms: Die Subsatellitenbahn und ihre Entstehung	42
W. Wenzel: Noch einmal: Kosmische Gammastrahlungsausbrüche und optische Blitze am Himmel.	47
J. Flohrer: „Perseus-Flasher“-Rätsel gelöst?	50
K.-H. Tiemann: Eine populärwissenschaftliche Aktiengesellschaft - Zum 100. Gründungsjubiläum der Berliner Urania	51

Von Amateuren für Amateure

E. Mädlow: Planetenforschung zwischen den Zeiten (I).	53
A. Knöfel: Leuchtende Nachtwolken.	56
H. Scholze: Spiegelfernrohre III (Aus der Reihe „Das Fernrohr des Sternfreundes“)	58
Vorläufige Sonnenfleckenzahlen November/Dezember '87	60
A. Dill: Umrechnung von Koordinaten (Aus der Reihe DATA).	61

Kurzberichte

Interessantes Jugendlager • 5. Seminar der Sonnenbeobachter	62
---	----

Aus der Literatur	63
-----------------------------	----

Anzeigen • Vorschau auf Heft 3/1988	41, 60, 63
Unsere Autoren	64

Redaktionschluß: 10. Januar 1988
Auslieferung an den PZV: 28. April 1988

Bildseiten

Titelbild (Abb. 2 des Beitrages S. 38): Markarjan-Galaxienkette in Virgo. Aufn. mit der Schmidt-Kamera des 2 m-Teleskopes des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg vom 2./3. 4. 1970 im blauen Spektralbereich (18 min belichtet). Der Virgo-Galaxienhaufen ist $\approx 500 \cdot 10^6$ ly entfernt und hat eine Fluchtgeschwindigkeit von 1150 km/s. Bis zur 13. Größenklasse enthält er 200 Mitglieder. Auf der Aufnahme sind sowohl elliptische Galaxien als auch normale und Balkenspiralen erkennbar. - Die Anordnung der Galaxien (NGC) im Bild:

4477 4458 4435
4473 4461 4438 4406 4373

4. Umschl.-S.: Das schöne Amateurfoto von Ingo Voigt. Sternbild Adler; 2,8/120 mm-Optik, 30 min bel., in MH 28 entwickelt, kontrastgehoben. Aufn. vom 12. September 1985.

Magnetfelder der Sonnenatmosphäre und die Struktur der Chromosphäre

G. BACHMANN

1. Schichtung der Sonnenatmosphäre

Die der Beobachtung unmittelbar zugänglichen Schichten der Sonne nennt man die Sonnenatmosphäre. Sie besteht aus der Photosphäre, einer nur etwa 300 km dicken Schicht, die fast alle sichtbare Strahlung aussendet; der darüber liegenden Chromosphäre von etwa 10000 km Dicke und der Korona, die ohne sichtbare Grenze in den interplanetaren Raum übergeht. Abb. 1 zeigt schematisch den Aufbau der Sonnenatmosphäre.

Das Gas in der Sonnenatmosphäre ist nach oben zunehmend ionisiert, es ist als ein Plasma zu betrachten. Seine elektrische Leitfähigkeit ist daher sehr groß. Das muß beachtet werden, wenn Gasbewegungen in Magnetfeldern auftreten (Induktion). Alle Schichten der Sonnenatmosphäre weisen Strukturen auf. Die Photosphäre zeigt eine Granulations-Struktur als Wirkung von Strömungsvorgängen unterhalb der Oberfläche. Bei Existenz von Magnetfeldern treten je nach Stärke Fackeln oder Flecken auf. Die kleinsten Strukturelemente in ihnen sollen etwa $0''.2 - 0''.3$ groß sein.

Die Chromosphäre ist im unteren Teil noch als eine Schicht mit einigermaßen einheitlichen physikalischen Parametern zu betrachten. Im oberen Teil dagegen besteht sie aus den sogenannten

„Spicules“, nach oben spitz auslaufenden Gebilden, die umgeben sind von dünnem heißen Koronagas. Magnetfelder erzeugen in der Chromosphäre Plages (chromosphärische Fackeln), Filamente (am Sonnenrand als Protuberanz sichtbar) und Sonnenflecke. Letztere können von Plages überdeckt sein und dadurch unsichtbar werden. Die Korona wird vor allem durch Magnetfelder geformt. Im Sonnenflecken-Minimum fallen die Korona-Strahlen auf. Im Flecken-Maximum ist das Bild der Korona bestimmt durch die von den vielen Fleckengruppen ausgehenden Strahlen, wodurch eine fast kugelsymmetrische Form entsteht.

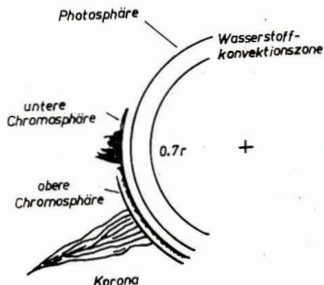
Durch Beobachtungen im Röntgenbereich von Raumsonden aus wurden in aktiven Regionen helle Schleifen (Loops) gefunden, die durch mittelstarke Magnetfelder entstehen. Sie können sogar von einer Hemisphäre zur anderen reichen. Sehr kleine kompakte Magnetfelder erzeugen helle Korona-Punkte, die im Röntgen-Gebiet auffallen. Sie scheinen identisch zu sein mit gerade ausbrechenden Flußkonzentrationen. Schließlich fand man im Röntgengebiet auch die koronalen Löcher. Sie erscheinen als dunkle Gebilde, z. T. von beträchtlichem Ausmaß und befinden sich am Ort von nach oben offenen Magnetfeldern.

2. Die Beobachtungstechnik

2.1. Die Beobachtung der Struktur der Sonnenatmosphäre

Schon das Projektionsbild der Sonne von relativ kleinen Fernrohren zeigt auf einem weißen Schirm viele Einzelheiten der Sonnen-Photosphäre wie Sonnenflecken, Fackeln, Granulation und die Randverdunkelung. Will man ein dauerhaftes Beobachtungsmaterial, dann bietet sich die photographische Technik an. Auch in Sonnen-Observatorien werden kleine Refraktoren von etwa 10 cm Öffnung mit Erfolg benutzt zur Aufnahme ganzer Sonnenbilder bzw. von Teilbildern. Man arbeitet dabei mit Sekundär-Vergrößerung auf mindestens Bilddurchmesser von 5 cm. Anwendung von Farbfiltern und hochauflösenden Photo-Schichten ist zu empfehlen. Die Montierung des Teleskops muß so stabil sein, daß der Kamera-Verschuß keine Schwingungen erzeugen kann. Bei der Wahl der Farbfilter muß man Rücksicht nehmen auf die Farbkurve der Kamera (Objektiv). Im Minimum dieser Kurve stören Farbabweichungen des Objektivs am wenigsten. Es werden also Filter in Frage kommen bei einer Wellenlänge von 550 nm. Benutzt man Spiegelteleskope, so sind auch andere Wellenlängen möglich. Am ehesten wird die Auflösungsgrenze bei kleinen Tele-

Abb. 1: Schematische Darstellung des Aufbaus der Sonnenatmosphäre.



skopen erreicht. Größere Teleskope erfordern bessere Sichtbedingungen und automatische Bildgüte-Monitore, wenn sie ihre volle Leistungsfähigkeit bringen sollen.

Die Chromosphäre kann man im visuellen Bereich nur innerhalb von starken Fraunhoferlinien beobachten. Das wurde früher mit dem Spektroheliographen (oder Spektrohelioskop) gemacht. Es handelt sich dabei um einen Spektroheliographen mit einem Austrittsspalt innerhalb einer starken Fraunhoferlinie, wie z. B. $H\alpha$ oder $CaII\ K$.

Führt man das Sonnenbild mit gleichbleibender Geschwindigkeit über den Eintrittsspalt und eine Photoplate mit derselben Geschwindigkeit über den Austrittsspalt, so erhält man ein Spektroheliogramm. Es zeigt chromosphärische Fackeln, Filamente, Sonnenflecke, Protuberanzen und Fibrillen. Für visuelle Beobachtungen wurde der Spektroheliograph mit rotierenden Andersson-Prismen modifiziert, die eine schnelle Abtastung des Sonnenbildes bewirken. Mit diesem sogenannten Spektrohelioskop kann man sehr schön auch Gasbewegungen verfolgen, vorausgesetzt man hat einen Linien-Schieber eingebaut (drehbare planparallele Glasplatte).

In den vierziger Jahren wurde das Lyot-Filter in die Beobachtungstechnik eingeführt. Es isoliert einen schmalen Spektralbereich durch Interferenzen im polarisierten Licht. Man nennt solche Filter daher allgemeiner Polarisations-Interferenz-Filter. Von Solé wurde ein anderer Typ von solchen Filtern erfunden, der einfacher und billiger ist, aber breitbandig. Man benutzt diese Filter gern für Protuberanzen-Beobachtungen. Für diese Zwecke gibt es auch schon dielektrische Mehrschichten-Interferenzfilter von etwa $4\text{ \AA}$ Bandbreite bei $H\alpha$.

Später wurden Schmalbandfilter auch nach dem Vorbild des Perot-Fabry-Interferometers hergestellt. Sie sogenannten Day-Star-Filter beruhen auf diesem Prinzip. Sie sind am ehesten für Amateure geeignet.

Die anspruchsvollsten Schmalbandfilter für die Forschung sind die Universal-Filter. Sie können durch Computer auf jede beliebige Wellenlänge im visuellen Bereich eingestellt werden, die sehr schnell gewechselt werden kann. Die verwendeten Bandbreiten liegen unter $0.25\text{ \AA}$.

2.2. Die Magnetfeldbeobachtungen

Alle Magnetfeldbeobachtungen auf der Sonne nutzen praktisch den Zeeman-Effekt aus. Er besteht in einer Aufspaltung gewisser Spektrallinien, die in einem Magnetfeld entstehen. Die Komponenten dieser Aufspaltung weisen ganz typische Polarisations-Eigenschaften auf, die bei der Messung ausgenutzt werden. Abb. 2

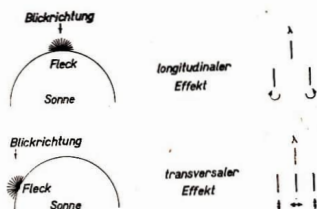
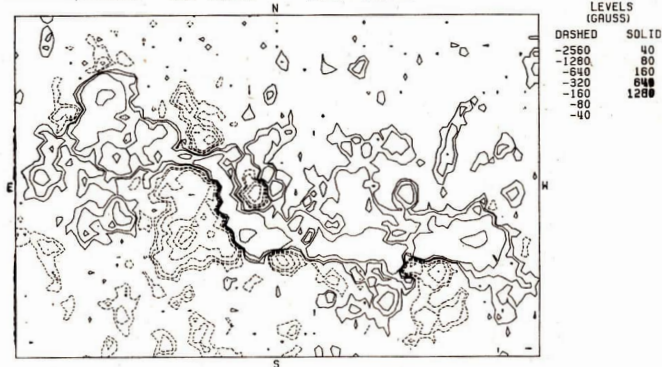


Abb. 2: Erscheinungsbild des Zeeman-Effekts im Zusammenhang mit der Richtung des erzeugenden Magnetfeldes.

erläutert die Erscheinung des Zeeman-Effekts. Polarisations-Optik besonderer Konstruktion dient zur Trennung der Zeeman-Komponenten. So wurde oft für photographische Beobachtungen ein Zirkular-Analysator, bestehend aus Viertelwellenlängen-Platte und Rochon-Prisma (bzw. Wollaston-Prisma), verwendet. Er liefert zwei Spektren, in denen die Zeeman-Komponenten voneinander getrennt sind. Man kann dann durch Messung des Abstandes beider Komponenten ein Maß für die Magnetfeld-Stärke bekommen. Auf diese Weise wurden im Mt. Wilson-Observatorium und am Einsteinurm Jahrzehnte hindurch die Magnetfelder von Sonnenflecken bestimmt. Man konnte damit Feldstärken bis etwa 500 Gauß herab noch messen und erreichte bei größeren Feldstärken eine Streuung von etwa 100 Gauß. Es handelte sich bei diesen Messungen fast ausschließlich um Longitudinal-Feldmessungen. Nur in Spezialuntersuchungen wurden auch die transversalen Komponenten ermittelt. Das gelang jedoch praktisch nur in Sonnenflecken, weil dabei die Untergrenze der Methode weit über 500 Gauß liegt. In den fünfziger Jahren wurden dann die ersten Magnetographen entwickelt. Sie benutzen lichtelektrische Photometer im Zusammenspiel mit elektro-optischen Modulatoren für polarisiertes Licht. Diese Modulatoren wirken ähnlich wie ein Zirkular-Analysator, nur mit dem Unterschied, daß sie nicht zwei Spektren auf einmal erzeugen, sondern zeitlich nacheinander. Dadurch stellt das Photometer in der Zeeman-Linie zeitlich wechselnde Intensität fest, wenn ein Magnetfeld vorliegt. Es liefert also einen Wechselstrom, dessen Amplitude ein Maß der Magnetfeldstärke ist.

Zur Messung des gesamten magnetischen Vektors braucht man eine kompliziertere Modulation und entsprechende Demodulation. Da der transversale Zeemaneffekt ein Effekt 2. Ordnung ist,

POTS DAM MAGNETOGRAM JULY 15, 1982 13.22 - 14.13 UT



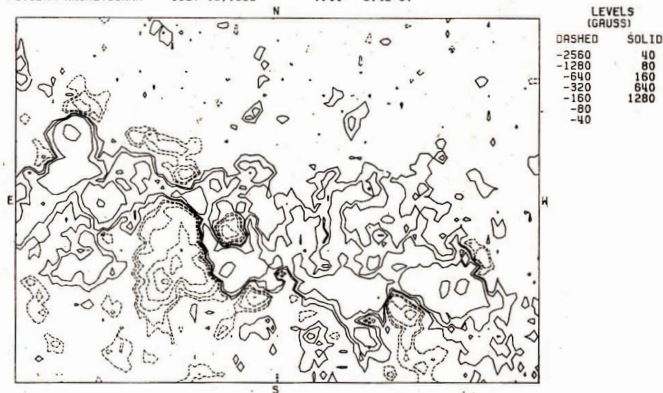
LONGITUDINAL FIELD LAMBDA 5250 N25 E09 390*276 ARCSEC

Abb. 3: Magnetogramm der großen Fleckengruppe vom 15. Juli 1982.

muß sorgfältig auf Beseitigung von Störinflüssen geachtet werden, wenn man auch die transversalen Vektorkomponenten sicher nachweisen will. Nach früheren Versuchen gelang dies Mitte der siebziger Jahre in einigen Observatorien zum ersten Mal. Seit 1980 beherrscht auch das Sonnenobservatorium Einsteinurm diese Technik. Der Analysator des Vektormagneto-

Abb. 4: Magnetogramm der großen Fleckengruppe vom 16. Juli 1982.

POTS DAM MAGNETOGRAM JULY 16, 1982 7.44 - 8.42 UT



LONGITUDINAL FIELD LAMBDA 5250 N25 W05 390*295 ARCSEC

grafen wird zeitlich nacheinander in sechs verschiedene Zustände gebracht durch Anlegen bestimmter Spannungen an zwei elektro-optische Modulatoren. In zwei Zuständen wirkt er wie ein Zirkular-Analysator, in den übrigen vier wie ein Linear-Analysator. Auf diese Weise bekommt man Stärke und Vorzeichen der longitudinalen Komponente und ebenso Größe und Richtung von zwei transversalen Vektorkomponenten. Aus diesen drei Komponenten läßt sich dann der Magnetfeld-Vektor bestimmen. Wegen der großen Anzahl von Meßwerten wird das von Computer-Programmen erledigt. Sie übernehmen auch die Steuerung eines digitalen Zeichengerätes, das Isolinienkarten des Longitudinalfeldes und der Intensität liefern kann. In letztere lassen sich am besten Richtung und Größe des Transversalfeldes einzeichnen.

3. Vergleich von Vektormagnetogrammen und H α -Filtergrammen

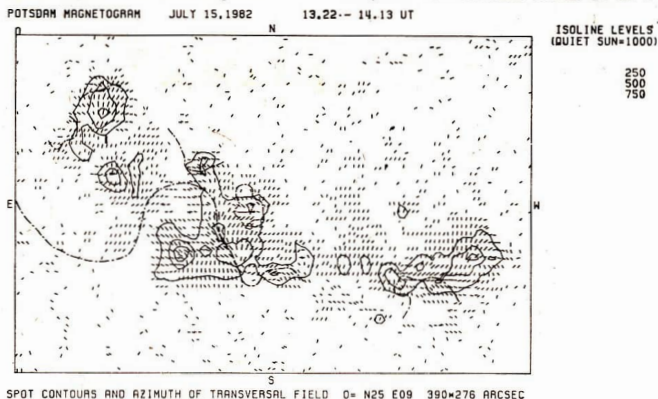
Am 15. und 16. Juli 1982 wurden mit dem Magnetografen des Einsteinturmes fünf Vektormagnetogramme von einer der größten solaren aktiven Region des letzten Zyklus aufgenommen. Etwa gleichzeitig gelangen mit der Chromosphären-Kamera einige gute H α -Filtergramme. Die Abb. 3 und 4 zeigen Longitudinal-Magnetogramme vom 15. und 16. Juli. Man erkennt, daß

Abb. 7: Verteilung des transversalen Magnetfeldes relativ zu den Fleckenkonturen. Kurze Striche zeigen das Azimut des Magnetfeldes an.

positive Magnetfelder dominieren. Die Anordnung der Polaritäten ist sehr kompliziert. Im Mittelteil sind Flecken umgekehrter Polarität dicht beieinander angeordnet und bilden eine sogenannte δ -Konfiguration. Unter der Annahme, daß innerhalb der sieben Stunden, in denen die ersten drei Magnetogramme erhalten wurden, keine Magnetfeldänderungen eingetreten sind, wurden in ausgewählten Teilen des Gebietes die Magnetfeld-Azimute verglichen. In Sonnenflecken und ihrer unmittelbaren Umgebung streuten die Azimute um etwa 10° . Bei kleineren Feldstärken nimmt die Streuung zu, so daß bei 150 Gauß die Unsicherheit keine Aussage über das Azimut mehr gestattet.

In Abb. 5 (2. Umschl.-S.) wird eine H α -Aufnahme gezeigt, die am 15. Juli etwa gleichzeitig mit dem ersten Magnetogramm aufgenommen wurde und ein größeres Gebiet darstellt. Mehrere Sonnenflecke und Filamente sind zu sehen. Zwischen ihnen erkennt man helle Fackeln. Die große Protuberanz vom 9. Juli, nun als langes Filament sichtbar, tritt von Osten her in die aktive Region ein und bildet zwischen den Sonnenflecken das sogenannte Neutrallinien-Filament, d.h. es trennt Nordpolarität von Südpolarität. Die Abb. 6 (2. Umschl.-S.) zeigt das Erscheinen der aktiven Region am Ostrand der Sonne am 9. Juli 1982.

Wir sind vor allem der Frage nachgegangen, ob die Ausrichtung der Filamente und Fibrillen mit der Magnetfeldrichtung zusammenhängt oder nicht. Das ist von vielen zwar angenommen, aber nicht bewiesen worden. In der δ -



Region haben wir am Ort des Neutrallinien-Filaments fast Übereinstimmung zwischen Transversalfeld-Azimuthen und Filament-Richtung gefunden. Das ist in anderen δ -Regionen auch festgestellt worden. Ob das die Regel ist, müssen weitere Messungen noch zeigen. In Abb. 7 zeigen wir die Verteilung des transversalen Magnetfeldes relativ zu den Fleckenkonturen. Außerdem wurden drei Gebiete ausgewählt, in denen die Filtergramme einheitliche Fibrillen-Ausrichtung zeigten. Dort war die Transversalfeld-Stärke nur wenig größer als 200 Gauß. Die Mittelwerte der Azimute in etwa Hundert Punkten stimmten in allen drei Gebieten recht gut überein mit den Richtungen der Fibrillen. Daraus schließen wir, daß die Ausrichtung der Fibrillen mit der des transversalen Magnetfeldes zusammenhängt. Da die magnetische Energiedichte in der Photosphäre größer sein dürfte als die kinetische Energiedichte in den chromosphärischen Fibrillen, kann man wohl davon ausgehen, daß das Magnetfeld die Ausrichtung der Fibrillen bestimmt und nicht etwa Bewegungen in der Chromosphäre die Magnetfeldausrichtung in der Photosphäre. Eine wesentlich verbesserte Ausführung unseres Magnetografen ist seit dem Sommer (1987) in Betrieb. Sie wird in Zukunft auch Magnetfeld-Messungen in chromosphärischen Linien ermöglichen und simultan ein $H\alpha$ -Spektroheliogramm des untersuchten Gebietes erzeugen. Damit kann der Einfluß von Magnetfeldern auf die Atmosphärenstruktur der Sonne noch genauer untersucht werden.

(Vom Autor bearbeitete Fassung seines Vortrages während des 5. Seminars des Arbeitskreises SONNE am 20. 9. 87 in Crimmitschau.)

Das Rätsel der Galaxienketten

ERICH LITZROTH

Blickt der Astronom durch das Sternenmeer der Galaxis, so erkennt er in weiten Fernen die verschwommenen Punkte anderer Galaxien, deren schwacher Schein von ihren Milliarden Sternen stammt. Die Galaxien sind im Weltall nicht wirr verteilt, sondern in Haufen und Reihen angeordnet. In solchen Ansammlungen sieht man oft ein weiteres sehr eigenartiges Strukturelement des Kosmos, das bisher noch wenig erforscht worden ist – die „Galaxienketten“.

Sind Galaxienketten nur optische Gebilde?

Unter einer Galaxienkette versteht man mehrere nahe beieinander stehende Galaxien, die kettenförmig aufgereiht erscheinen. Bisher war ungewiß, ob diese Galaxien räumlich zusammengehören oder ob sie nur zufällig, aus unserer Blickrichtung eine *optische Kette* ergeben, während sie eventuell in der Tiefe weit getrennt und unregelmäßig voneinander angeordnet sind. Doch schon die Häufigkeit und regelmäßige Anordnung von drei bis sechs fast gleichgroßen Galaxien ähnlichen Typs spricht gegen eine zufällige Ansammlung. Dieselbe Erscheinung findet ein aufmerksamer Betrachter auf Sternfeldaufnahmen, in denen es oft von Sternketten wimmelt (Abb. 1, BS. I oben). Außerdem wurden in unserer Milchstraße und in anderen Spiralgalaxien regelmäßige Ketten von Sternhaufen entdeckt.

Da nach heutigen kosmologischen Theorien das Entstehen dieser wunderbar geordneten Gebilde unerklärlich ist, hat man durch Computersimulationen getestet, ob sich solche Konfigurationen nicht rein mechanisch ergeben können. Es hat sich gezeigt, daß in einer Gruppe von 5 Objekten tatsächlich ab und zu eine fast lineare Anordnung einer *physischen Kette* entstehen kann. Sie löst sich jedoch sogleich wieder auf, da ihr die diffizilen Voraussetzungen für den längeren Bestand eines Kettensystems fehlen. Diese erfüllt nur eine *kinematische Kette*, die proportionale Abstands- und Geschwindigkeitsrelationen und Bewegung in einer gemeinsamen Ebene besitzt. Ein *gravitativ gebundenes* Kettensystem muß darüber hinaus auch noch negative Gesamtenergie besitzen, die Kettenglieder müssen in linearen Librationspunkten angeordnet sein und dieselbe Winkelgeschwindigkeit um den Kettenschwerpunkt haben, so daß für jedes Glied die Zentrifugal- und Zentripetalkräfte im Gleichgewicht sind. In den meisten kosmischen Ketten scheinen die Glieder gleiche Masseverhältnisse zu haben (1:1:1...), wobei einzelne Glieder der Kette als Untersystem auftreten können, z. B. als Doppelsysteme.

Die Markarjan-Kette wird unter die Lupe genommen

Bei einer Untersuchung der Markarjan-Galaxienkette im Sternbild Virgo (Abb. 2, Titelbild) zeigte sich, daß sie ein Musterbeispiel regelmäßiger Geschwindigkeits- und Abstandsanordnung ist (E. Litzroth, 1983). Diese Kette, die zum Virgo-Galaxienhaufen gehört, besteht aus acht ziemlich regelmäßig angeordneten Galaxien, die optisch eine etwas gekrümmte Kette mit fast gleichen Abständen zwischen den Gliedern bil-

Tabelle 1: Daten der Galaxien der Markarjan-Galaxienkette (nach [2, 3, 6, 7, 8])

NGC	v_r (km/s)	m_{pe}	m_{40}	$\approx M/L$
4374	+878	10,4	11,2	20
4406	-367	10,3	11,1	20
4435	+796	11,8	12,0	33
4438	-105	11,0	11,9	18
4458	+811	12,9	12,1	80
4461	+1815	12,0	12,0	40
4473	+2171	11,3	11,8	25
4477	+1194	11,8	12,1	30

det, wobei die Galaxien 4458/4461 und 4435/4438 (Numerierung nach NGC) offensichtlich als je ein Glied der Kette angesehen werden können.

Der Entdecker B. E. Markarjan vom Bjurakaner Observatorium [2] und der ehemalige Direktor der Wiener Sternwarte J. Meurers [3] waren zu dem Schluß gekommen, daß diese Galaxien-Konfiguration eine reale Kette sein muß, die jedoch durch zwei „Ausreißer“, die Galaxie 4473, die sich mit der Radialgeschwindigkeit v_r von 2171 km/s von uns entfernt und 4406, die sich mit $v_r = -367$ km/s nähert, zerstört wird. Andere Astronomen sind der Meinung, 4406 und 4438 ($v_r = -105$ km/s) könnten wegen der Hubble'schen Geschwindigkeits-Entfernungs-Beziehung nicht zum Virgohaufen gehörige „Vordergrundobjekte“ sein, da für den Virgohaufen, der eine mittlere Fluchtgeschwindigkeit von etwa 1100 km/s hat, nur ein Geschwindigkeitsintervall von 800 bis 2000 km/s als real angesehen wird.

Welches Bild läßt sich nun aus der Kinematik der Kette gewinnen? Von den Galaxien der Markarjan-Kette sind außer den relativen Abständen auch noch die Helligkeiten (m_{pe}) und Radialgeschwindigkeiten bekannt (Tab. 1). Die Pekuliargeschwindigkeiten und damit die realen Raumgeschwindigkeiten und ihre Richtungen sind unbekannt, doch lassen sich auch ohne diese Größen die kinematischen Relationen des Kettensystems, auf die es hier zunächst ankommt, ermitteln, denn bei einer linearen physischen Kette, sind die Abstands-Geschwindigkeits-Verhältnisse aus allen Sichtrichtungen gleich.

Ein aufschlußreiches Diagramm

Im Abstands-Geschwindigkeits-Diagramm (Abb. 3) sind an der Grundlinie die Abstände der Kettenglieder in Grad angegeben und die Radialgeschwindigkeiten der zugehörigen Galaxien durch Punkte markiert. Falls die Geschwindigkeiten der Kettenglieder etwa auf einer Geraden liegen, handelt es sich um ein kinematisches Kettensystem.

Da die Doppelgalaxien den Charakter von Subsystemen haben und innerhalb der Kette als je

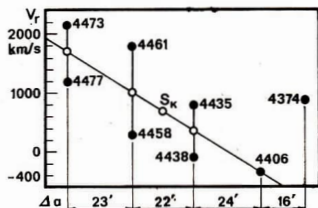


Abb. 3: Abstands-Geschwindigkeits-Diagramm der Markarjan-Galaxienkette (v_r – Radialgeschwindigkeit, $\Delta\alpha$ – Abstände der Kettenglieder)

ein Glied zu behandeln sind, ist ihre Systemgeschwindigkeit maßgebend. Nach dem Schwerpunktsatz $M_A:M_B = r_B:r_A = v_B:v_A$ sind die elongativen Abstände vom Schwerpunkt eines Doppelsystems sowie die entsprechenden phasenabhängigen Radialgeschwindigkeiten der Komponenten A und B umgekehrt proportional ihren Massen.

Die Massen der Galaxien sind noch unbekannt, doch lassen sie sich aus dem Helligkeitsvergleich abschätzen, wenn die vom Masse/Leuchtkraft-Verhältnis (M/L) abhängigen Helligkeiten auf einen einheitlichen M/L -Wert, hier $40 M_\odot/L_\odot$ normiert werden.

Ein Vergleich der in Tabelle 1 aufgenommenen m_{40} -Werte läßt die Annahme zu, daß die Komponenten der Doppelsysteme 4435/4438 und 4458/4461 ungefähr gleichmassig sind, was auch den überwiegenden Verhältnissen in kosmischen Ketten und in stellaren und galaktischen Doppelsystemen entspricht. Somit liegen ihre Systemgeschwindigkeiten und Schwerpunkte in der Mitte der Verbindungslinie zwischen den Komponenten (mit Kreisen gekennzeichnet).

Aus dem Diagramm geht hervor, daß die weit voneinander entfernten Galaxien 4473/4477 ebenfalls ein Doppelsystem bilden, wobei die m_{40} -Werte andeuten, daß 4473 etwas massereicher als 4477 sein könnte. Die Schwerpunkte von 4406, 4435/4438, 4458/4461 und 4473/4477 liegen auf einer Geraden. Das Diagramm zeigt evident, daß die vier Glieder gleiche Abstands- und Geschwindigkeitsproportionen sowie eine einheitliche Winkelgeschwindigkeit um den Kettenschwerpunkt s_k haben, so daß sie ein kinematisches Kettensystem bilden. In Bezug auf den Kettenschwerpunkt, der sich mit etwa 700 km/s von uns entfernt, bewegt sich die rechte Kettenseite (4406) mit 1100 km/s auf uns zu, die linke mit gleicher Geschwindigkeit von uns weg.

Die Verbindungslinie zwischen 4473/4477 wird im Verhältnis 0,9:1,1 geteilt, wodurch sich das vermutete ungleiche Masseverhältnis in diesem Doppelsystem bestätigt. Die Galaxie 4406 hat im Vergleich zu den Galaxien der Doppelsysteme eine deutlich größere m_{40} -Helligkeit und schätzungsweise die gleiche Masse wie ein Doppelsystem.

Die Galaxie 4374 gehört offensichtlich nicht zu diesem Kettensystem. Zudem erfüllt sie auch nicht die Bedingung gleicher Kettenabstände, denn der Abstand zu 4406 beträgt nur 0,7 des mittleren Kettenabstandes.

Die universelle Strukturformel

Die kinematische und physische Struktur der Kette läßt sich durch die Dualformel

$$v_0 \pm d_0 \pm \frac{d_0}{2} \pm \frac{d_0}{4} \pm \dots \pm \frac{d_0}{2^{s-1}}, \quad (1)$$

$$s = 1, 2, 3 \dots$$

(mit v_0 und d_0 als Systemkonstanten) beschreiben, die zunächst nur auf das Sonnensystem angewandt wurde [4]. Die graphische Darstellung in Form eines *Dualkaskadenschemas* hat den Vorteil, daß damit nicht nur die kinematische, sondern auch die physische Struktur verdeutlicht werden kann; z. B. Paare und Vierergruppen (Abb. 4).

Die damit berechneten theoretischen Geschwindigkeiten v_b weichen nur geringfügig von den beobachteten Werten ab ($\Sigma \Delta v/d_0 = 1\%$). Eine ebenso geringe Differenz ergibt die Strukturformel für das Planetensystem und die Mondsysteme der Planeten [4, 5]. Die physikalische Grundlage für die Universalität der Formel scheint in einem gemeinsamen kosmogonischen Bildungsprinzip und dem Erhalt der Geschwindigkeitsproportionen (nicht der Abstände) bei der Auflösung von Kettensystemen zu liegen. Bei den planetaren Systemen befinden sich die größten und ungestörten Objekte an der äußeren

Seite der Systeme, dagegen zeigen die Satelliten am inneren Rand größere Störungen in der Anordnung und sogar physische Zerstörungen. In der Markarjan-Kette befindet sich die größte „ungeteilte“ Galaxie (4406) an der „rechten“ Seite. Die größte Abweichung (4%) zeigt das gegenüberliegende Randsystem 4473/4477. An dieser Seite scheint die Markarjan-Kette früher einer großen Störung ausgesetzt gewesen zu sein, worauf die dortige Verkrümmung der Kette als auch die gezeitenartige Dehnung des Doppelsystems hinweist.

Optische Masse contra kinematische Masse

In Betracht dieses weit auseinandergezogenen Duos kommen Zweifel auf, ob dieses Paar überhaupt noch gravitativ gebunden ist – ja, ob das ganze kinematische Kettensystem die *Bedingung negativer Gesamtenergie* erfüllt, d. h. ein gebundenes Kettensystem ist. Die Beantwortung dieser Frage erfordert eine möglichst zuverlässige *Abschätzung der Massen*, wozu die Kenntnis der Entfernung benötigt wird. Da die Radialgeschwindigkeit der Kette 700 km/s beträgt und die mittlere Fluchtgeschwindigkeit des Virgo-Haufens mit 1100 km/s eingeschätzt wird, könnte die Kette am nahen Rand des Galaxienhaufens liegen, weshalb mit $v_r = 800$ km/s gerechnet wird. Mit der Hubble-Konstante $H_0 = 70$ km/s Mpc ergibt sich eine Entfernung R von 11 Mpc. Unter Berücksichtigung der normierten Helligkeit

$$m_{40} = m_{pg} + 2,5 \log \frac{40}{(M/L)} \quad (2)$$

errechnet sich die absolute Helligkeit $\bar{m}_{40}$ nach der bekannten Formel

$$\bar{m}_{40} = 0,83 m_{40} + 5,63 - 5 \log R. \quad (3)$$

Aus 30 gut bekannten Galaxien wurde folgende Schätzformel für Galaxienmassen (in Sonnenmassen $M_\odot$) auf optischer Grundlage (in Abhängigkeit von der absoluten Helligkeit und des M/L Verhältnisses) gefunden

$$\log M_{opt} \approx \frac{1 - \bar{m}_{40}}{1,77} \pm 0,3 \quad (4)$$

Aus der *Kinematik* ergibt sich die Gesamtmasse M_{kin} von Doppel- und Kettensystemen bei Anwendbarkeit des Virialtheorems nach

$$GM_{kin} = va(\Delta v)^2 \quad (5)$$

mit dem Abstand a zwischen den äußeren Systemkomponenten, ihrer Geschwindigkeitsdifferenz Δv und G als Gravitationskonstante. Für ein Doppelsystem ist $v = 1$, für eine vier-

Abb. 4: Dualschema der Markarjan-Galaxienkette (berechnete Radialgeschwindigkeiten v_b , gemessene v , Masseverhältnisse M_{rel})

$v_0 \pm d \pm d/2 = v_b$	v	NGC	M_{rel}
	1762	1737 4473/4477	1.1:0.9
	1054	1063 4458/4461	1:1
	346	346 4435/4438	1:1
	-362	-367 4406	2
700±708±354 km/s	km/s		

gledrige Kette $\nu = 0,163$. Da weder Inklination noch Phasenwinkel der Systeme bekannt sind, stellen die errechneten Werte nur die Mindestmasse dar.

Für das fragliche Doppelsystem 4473/4477 erhält man eine Mindestmasse von $M_{\text{kin}} \geq 94 \times 10^{11} M_{\odot}$; dagegen beträgt $M_{\text{opt}} = 9 \cdot 10^{11} M_{\odot}$. Die kinematische Kette müßte als gravitativ gebundenes viergliedriges System mit $a = 220$ kpc und $\Delta v = 2100$ km/s mindestens eine Systemmasse M_{kin} von etwa $400 \cdot 10^{11} M_{\odot}$ haben; die aus den Helligkeiten abgeschätzte Systemmasse M_{opt} beträgt jedoch nur $40 \times 10^{11} M_{\odot}$.

Das Ergebnis der Masseberechnungen ist verblüffend: Die aus der Kinematik errechneten Massen betragen etwa das 10fache der „sichtbaren“ Massen. Selbst wenn man eine gewisse Unsicherheit in der Bestimmung der Massen einräumt, wird sich die große Diskrepanz durch feinere Korrekturen nicht beseitigen lassen.

„Harmonices Mundi“ transient?

Wie ist dieses Manko an Masse zu bewerten? Entweder gibt es in den Systemen unsichtbare, „verborgene Massen“, was sehr unwahrscheinlich ist, da in der Masse-Helligkeits-Berechnung das M/L -Verhältnis der Galaxien berücksichtigt wurde, oder die Kette ist kein gravitativ gebundenes System mehr. Die Komponenten des Systems müßten sich dann zu einem früheren Zeitpunkt verselbstständigt und entsprechend dem Impulsgesetz mit den innegehabten Rotationsgeschwindigkeiten translativ (geradlinig) weiterbewegt haben, so daß sich das ganze System seitdem lediglich proportional ausdehnt. Infolge von äußeren Störungen, die jedoch wegen der Expansion des Universums ständig abnehmen, wird sich das räumlich-kinematische Bild der Kette erst in Milliarden Jahren verwischen. Die Entstehung kosmischer Ketten ist bisher noch ungeklärt. Sternketten hat man im Rahmen der Kontraktionstheorie aus Zusammenballungen innerhalb von Fasernebeln erklären wollen, doch hat sich diese Annahme nicht bestätigt, denn alle untersuchten Fasernebel entfernen sich stets von einem Expansionszentrum, z. B. einer ehemaligen Supernova aus, ohne die für den Bestand einer Sternkette notwendige Rotation zu haben. Sie sind viele tausendmal zu dünn, um nach dem Jeans'schen Kriterium Sternbildungen in Gang zu setzen, und sie dehnen sich zudem immer weiter aus. In den Fasernebeln – den zartesten Resten von Expansionsnebeln – wurden auch nirgends sogenannte Sternkokons oder junge Infrarotsterne beobachtet. Das Entstehungsproblem der kosmischen Ketten

kann sicher nur im größeren Zusammenhang und unter Berücksichtigung ähnlicher Strukturen in allen kosmischen Größenordnungen gelöst werden.

Die Entwicklungstendenz von Galaxienketten verlief offenbar von einem gemeinsamen Rotationszustand zur freieren dynamischen Vielfalt. Daß umgekehrt die proportionalen Strukturen des Kosmos, wie z. B. die Markarjan-Galaxienkette mit ihrer schönen Regelmäßigkeit, aus zufälligen Zusammenballungen oder durch gegenseitigen Einfang der Teile entstanden sein könnten, ist völlig unwahrscheinlich. „Überhaupt haben alle Versuche, die hierarchischen und regelmäßigen Strukturen des Weltalls als rein mechanisches Endprodukt zufälliger Inhomogenitäten im Urnebel zu deuten, bisher zu keinem überzeugenden Ergebnis geführt.“ (H. Heckmann)

Die kosmische Entwicklung könnte vielmehr seit der Rekombinationsphase des Universums von zunächst sehr einfachen und regelmäßigen Großstrukturen zu immer feiner untergliederten doch labileren Kettenstrukturen und schließlich zu deren Zerfall in kleinere aber stabilere dynamische Detailstrukturen verlaufen sein. Das Ergebnis dieser Entwicklung zeigt sich in der heutigen Formenvielfalt: den restlichen kosmischen Ketten, den vielen Mehrfachsystemen mit ähnlichen Paaren und Vierergruppen sowie den Einzelobjekten in allen Größenordnungen – von den Galaxienhaufen bis zu den Satellitensystemen der Planeten.

Lit.: [1] Litzroth, E.: Die Markarjan-Galaxienkette im Sternbild Virgo. *Astron. Nachr.* 304 (1983) 69. – [2] Markarjan, B. E., *Astron. J.* 66 (1961) 555. – [3] Meurers, J., *Astron. Nachr.* 294 (1977) 103. – [4] Litzroth, E.: Das Gliederungsprinzip des Sonnensystems. *Astron. Raumf.* 17 (1979) 3; 74. – ders.: Neue Erkenntnisse über die Struktur des Sonnensystems. *Die Sternenwelt* 12 (1985) 13. – [5] ders.: The structure of the planetary multiple systems. *Gerlands Beitr. Geophysik* 96 (1987) 34. – [6] Landolt-Börnstein: Zahlen und Funktionen. Gr. V/VI, Bd. 2, (1981/82) – [7] Nilson, P., *Uppsala Gen. Catalog of Galaxies*. *Upps. Astron. Obs. Ann.*, Vol. 6. [1973] – [8] Tonry, J. L., M. Davis: Velocity dispersion of elliptical and SO-galaxies. *Astrophys. J.* 246 (1981) 666.

Suche Sternatlas und Messier-Katalog. – R. Heine, Wernsdorferstraße 13, Oschatz, 7200.

Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“, Jahrgänge 1977 bis 1987 komplett, für 50 M abzugeben. Hans Lange, Shakespearestraße 46, Weimar, 5300.

Verkaufe Refr. 80/840 mit Zenitprisma. – Suche Objektiv 110–130 mm Öffnung. Preis nach Vereinbarung. – Sven Zelasek, E.-Grube-Str. 5, Fürstenwalde, 7980.

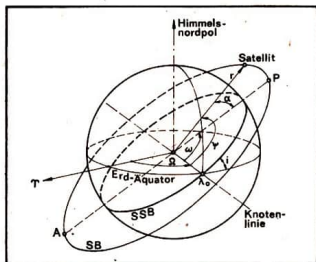
Die Subsattellitenbahn und ihre Entstehung

PAUL DAHMS

Die Subsattellitenbahn ist eine gedachte Kurve auf der Erdoberfläche, die durch Projektion der Satelliten-Freiflugbahn auf die rotierende Erdkugel entsteht. Sie gibt Auskunft darüber, welche Teile der Erdoberfläche zu bestimmten Zeiten überflogen werden. In den Flugleitzentren zeigt diese Bahn in Großprojektion den augenblicklichen Satellitenort an und liefert ein anschauliches Bild vom Flugverlauf.

In den nachstehenden Ausführungen soll gezeigt werden, wie die Subsallitenbahn auf einfache Weise ermittelt werden kann. In Abb. 1 sind die ruhende Erdkugel, die Satellitenbahn (SB) und die Subsattellitenbahn (SSB) angedeutet worden. Die Punkte P und A stellen den Peri- bzw. Apogäum der elliptischen Freiflugbahn dar. γ ist der Frühlingspunkt; er dient als Bezugsrichtung für den Winkel Ω , durch den die Lage des aufsteigenden Knotens Ω auf dem Himmelsäquator fixiert ist. Auf den Erdäquator bezogen, möge diesem Punkt ein Längengrad λ_0 entsprechen. Der Winkel $\psi = \omega + \alpha$ erfährt schließlich den augenblicklichen Satellitenort. Die Äquatorebene und die Ebene der SB bilden einen Winkel, der Bahnwinkel i genannt wird. Abb. 2 stellt einen Ausschnitt im Gradnetz der Erdkugel dar, in welchem der momentane Satellitenort O die Koordinaten λ^* und φ hat. Man sieht, daß ein rechtwinkliges sphärisches Dreieck vorliegt, in dem die Gleichungen gelten [1]:

Abb. 1: Erdkugel mit Satellitenbahn (SB) und Subsattellitenbahn (SSB).



$$\sin \varphi = \sin i \sin \psi \quad (1a)$$

$$\cos \psi = \cos \varphi \cos \lambda' \quad (1b)$$

$$\tan \varphi = \tan i \sin \lambda' \quad (1c)$$

$$\tan \lambda' = \cos i \tan \psi \quad (1d)$$

Hierin ist $\lambda' = \lambda^* - \lambda_0$ und dem Winkel $\psi = 0^\circ$ ist der Winkel $\lambda' = 0^\circ$ zugeordnet worden.

Der Zusammenhang zwischen dem Satellitenort (ausgedrückt durch ψ) und den Koordinaten im Gradnetz der Erde¹⁾ ist mithin bei ruhender Erdkugel gegeben durch die Beziehungen

$$\lambda^* = \lambda_0 + \arctan [\cos i \tan \psi] \quad (2a)$$

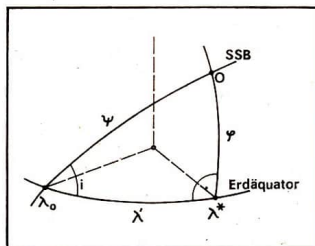
$$\varphi = \arcsin [\sin i \sin \psi] \quad (2b)$$

Bei einem vollständigen Satellitenumlauf durchlaufen sowohl ψ als auch λ' den Wertebereich $0^\circ \dots 360^\circ$, und die SSB ist ein Großkreis auf der Erdkugel. Dabei ist die Lage dieses Großkreises durch den Äquatordurchgang λ_0 und den Bahnwinkel i gegeben.

Aus Gl. (1b) ist ersichtlich, daß für $\psi = 90^\circ / 270^\circ$; $\varphi = \pm i$ wird. Bei einem Bahnwinkel von beispielsweise $i = 65^\circ$ verläuft somit die SSB innerhalb der Breitengrade $\varphi = \pm 65^\circ$. Der Bahnwinkel ist durch das Startprogramm (und den Startort) festgelegt. Bei einem Winkel $i = 0^\circ$ spricht man von einer äquatorialen, bei $i = 90^\circ$ von einer polaren Bahn. Auch Winkel $i > 90^\circ$ sind realisierbar. Dann wird aus einer rechtläufigen eine rückläufige Bahn. Nachstehend seien einige Beispiele genannt:

Kosmos 1145 (USSR)	$h_P = 620$ km	$h_A = 652$ km	$i = 81,2^\circ$
Explorer (USA)	345	220 000	85
Azur (BRD)	38T	3 200	101,35

Abb. 2: Sphärisches Dreieck, gebildet aus Abschnitten des Erdäquators, eines Meridians und der Subsattellitenbahn.



Soll die gesamte Erdoberfläche erkundet werden, so wird $i \approx 90^\circ$ gewählt. Bei Nachrichtensatelliten in der Synchronbahn ($r \approx 42160$ km) muß dagegen $i \rightarrow 0^\circ$ angestrebt werden. Im letzten Falle ist ein Startort in der Nähe des Äquators günstig (wie es mit den westeuropäischen Ariane-Raketen praktiziert wird). Sonst sind energieaufwendige Bahnkorrekturen erforderlich.

In den weiteren Überlegungen muß die Rotation der Erde Berücksichtigung finden. Es ist bekannt, daß sich die Erdkugel in der Zeit $T_E = 24 \text{ h} = 1440 \text{ min}$ einmal von West nach Ost um ihre Achse dreht. Dies hat zur Folge, daß die λ^* -Werte korrigiert werden müssen, während die φ -Werte erhalten bleiben. Durchfliegt ein Satellit in der Zeit t einen Winkel ψ , so dreht sich gleichzeitig die Erde um den Winkel $360^\circ \cdot t/T_E$. Bei einem vollständigen Satellitenumlauf (d. h. nach der Umlaufzeit T) durchläuft nun λ' nicht mehr den gesamten Winkelbereich $0^\circ \dots 360^\circ$, sondern den kleineren Bereich $0^\circ \dots 360^\circ (1 - T/T_E)$. Die Differenz $360^\circ \cdot T/T_E$ hat eine große praktische Bedeutung, denn sie bewirkt, daß die zweite SSB gegenüber der ersten für $i < 90^\circ$ um diesen Winkel in westlicher Richtung verschoben ist. Dadurch verlagert sich bei jedem Umlauf auch der aufsteigende Knoten (bzw. Äquatordurchgang λ_0) der SSB. Die Rotation der Erde um ihre Achse ist jedoch nicht die einzige Ursache, die zu einer „Knotenwanderung“ führt [2].

Da die Erde in 365,25636 d (siderisches Jahr) um die Sonne läuft, kommt zu dem vorstehenden Wert $\Delta\lambda_1 = 360^\circ/\text{Tag}$ noch ein zweiter Wert von der Größe $\Delta\lambda_2 = \frac{360}{365,25636} \approx 0,986^\circ/\text{Tag}$ hinzu.

Ferner ist die Präzession der Erdschse zu berücksichtigen, die einen dritten Anteil von der Größe

$$\Delta\lambda_3 = 9,966 \left(\frac{R^{3,5}}{a} \right) \frac{\cos i}{(1 - \varepsilon^2)^2} \circ/\text{Tag}$$

liefert [3]. Hierin ist ε die numerische Exzentrizität, a der mittlere Bahnradius (= große Halbachse) und $R \approx 6371$ km der Erdradius. Sofern $i < 90^\circ$ ist, wirken alle drei Anteile in der gleichen Richtung, so daß

$$\Delta\lambda_0 T/T_E = (\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2 + \Delta\lambda_3) T/T_E \quad (3)$$

die westliche Verschiebung der SSB pro Umlauf darstellt. Um diesen Wert verschiebt sich auch der Äquatordurchgang nach jedem Umlauf.

Ist λ_0 die geografische Länge des ersten Äquatordurchganges der SSB, so beginnt der v . Umlauf beim Längengrad¹⁾

$$\lambda_{0v} = 360 + \lambda_0 - (v - 1) \Delta\lambda_0 T/T_E$$

Da die Satelliten-Umlaufzeit im erdnahen Bereich $T \approx 90 \text{ min}$ beträgt, sind $n \approx 16$ Umläufe/Tag möglich. Durch Wahl einer geeigneten Umlaufzeit T_0 kann erreicht werden, daß die SSB des $(n + 1)$ ten Umlaufs mit der des ersten Umlaufs zusammenfällt. Man spricht dann von einer 24-Stunden-Bahn. Nach der vorstehenden Gleichung müßte dann

$$T_0 = \frac{360 T_E}{n \Delta\lambda_0} \quad (n \text{ ganzzahlig})$$

sein, wozu ein mittlerer Bahnradius von

$$a = \sqrt[3]{\gamma M (T_0/2\pi)^2} \quad (\text{mit } \gamma M = 398\,600 \text{ km}^3/\text{s}^2)$$

gehört.²⁾

Wird nun (durch Heraufsetzung der Flughöhe) $T > T_0$ ausgeführt, so fallen die genannten Umläufe nicht zusammen und es entsteht eine westliche Tagesverschiebung von der Größe

$$\Delta\lambda_d = n \Delta\lambda_0 T/T_E - 360^\circ/\text{Tag} \quad (4)$$

(Für $T < T_0$ würde sich eine östliche Tagesverschiebung einstellen.) Bei vielen Aufgaben soll der Satellit innerhalb eines Breitengradbereiches $\varphi = \pm i$ nach und nach jeden Punkt der Erdoberfläche überfliegen. Dazu ist eine solche Tagesverschiebung Voraussetzung.

Als Beispiel soll der Flug der Raumstation „Soyuz-22“ betrachtet werden, mit dem im Jahre 1976 umfangreiche Forschungsaufgaben gelöst wurden. Nach sowjetischen Angaben [4] betrug die Bahnneigung $i = 64,8^\circ$, die Umlaufzeit $T = 89,6 \text{ min}$ und die westliche Tagesverschiebung $\Delta\lambda_d = 2,9^\circ/\text{Tag}$. Mit $n = 16$ folgt aus Gl. (4) für die westliche Knotenverschiebung $\Delta\lambda_0 \cdot T/T_E = 22,681^\circ/\text{Umlauf}$ (angegeben wurde 22,7). Hierzu gehört ein Wert $\Delta\lambda_0 = 22,681 \times T_E/T = 364,516^\circ/\text{Tag}$; dieser ist um $0,49/100$ kleiner als der aus Gl. (3) berechnete Wert $\Delta\lambda_0 = 360 + 0,986 + 3,685 = 364,671^\circ/\text{Tag}$. Die Übereinstimmung ist mithin recht gut.

Ersetzt man in Gl. (1d) $\lambda' = \lambda^* - \lambda_0$ durch $\lambda' = \lambda - \lambda_{01} + \Delta\lambda_0 \cdot t/T_E$, so entsteht ein Gleichungssystem, welches den Verlauf der SSB auf der rotierenden Erdkugel zu berechnen gestattet. Es lautet

$$\lambda = \lambda_{01} + \arctan [\cos i \tan \psi] - \Delta\lambda_0 t/T_E$$

$$\varphi = \arcsin [\sin i \sin \psi] \quad (5b)$$

Die Subsattellitenbahn für eine kreisförmige Freiflugbahn des Satelliten

Bewegt sich der Satellit in einer solchen Kreisbahn, daß bezüglich der SSB die genannte 24-Stunden-Bahn ($T = T_0$) entsteht, und beachtet

Tabelle 1: Zur Berechnung der Koordinaten einer Subsatellitenbahn mit $i = 65^\circ$ und $n = 16$ Umläufen/Tag (24-Stunden-Bahn, $T = T_0$). $\lambda_{01} = 0^\circ$. ($\varphi, \psi, \lambda, \alpha$ in Grad, τ in rad)

φ	ψ	λ'	Kreisbahn		Elliptische Bahn mit $e = 0,0041$ und $\omega = 54,8^\circ$				
			t/T	λ	α	τ [rad]	t/T	λ	
0	0	0	0	0	-54,80	-0,593	0	0	
15	16,59	7,18	0,046	6,14	-38,21	-0,664	0,046	6,15	
30	33,48	15,62	0,093	13,53	-21,32	-0,371	0,092	13,54	
45	51,28	27,80	0,142	24,59	-8,52	-0,061	0,141	24,61	
60	72,85	53,87	0,202	49,32	18,05	0,314	0,201	49,35	
65	90	90	0,250	84,38	35,20	0,612	0,248	84,42	
60	107,15	126,13	0,298	119,43	52,35	0,910	0,296	119,48	
45	128,72	152,21	0,358	144,16	73,92	1,286	0,355	144,21	
30	146,52	164,38	0,407	155,23	91,72	1,597	0,405	155,28	
15	163,41	172,82	0,454	162,61	108,61	1,892	0,452	162,66	
0	180	180	0,500	168,75	125,20	2,182	0,498	168,80	
-15	196,59	187,18	0,546	174,89	141,79	2,472	0,544	174,93	
-30	213,48	195,62	0,593	182,28	158,68	2,768	0,591	182,31	
-45	231,28	207,80	0,642	193,34	176,48	3,060	0,641	193,38	
-60	252,85	233,87	0,702	218,07	198,05	3,458	0,702	218,08	
-65	270	270	0,750	253,13	215,20	3,758	0,750	253,13	
-60	287,15	306,14	0,798	288,18	232,35	4,058	0,798	288,19	
-45	308,72	332,21	0,858	312,91	253,92	4,436	0,858	312,91	
-30	326,52	344,38	0,907	323,98	271,72	4,729	0,904	324,03	
-15	343,41	352,82	0,954	331,36	288,61	5,041	0,954	331,36	
0	360	360	1,000	337,50	305,20	5,330	1	337,50	

man, daß im Sonderfall der Kreisbahn zwischen dem Satellitenort ψ und der Zeit t ein proportionaler Zusammenhang von der Form

$$\frac{t}{T} = \frac{\psi}{360} \quad (6)$$

besteht, so vereinfacht sich die Gl. (5a) mit

$$\Delta\lambda_0 t/T_0 = \frac{360 t}{n T_0} = \frac{\psi}{n}$$

in

$$\lambda = \lambda_{01} + \arctan[\cos i \tan \psi] - \frac{\psi}{n} \quad (7)$$

Durch Vorgabe von φ (oder ψ) kann nun anhand des nachstehenden Schemas die gesuchte Funktion $\varphi = f(\lambda)$ ermittelt werden.

$$\begin{aligned} &\varphi \\ &\downarrow \\ \psi &= \arcsin \frac{\sin \varphi}{\sin i} \rightarrow \frac{t}{T} = \frac{\psi^\circ}{360} \\ &\downarrow \\ \lambda' &= \arcsin \frac{\tan \varphi}{\tan i} \\ &\downarrow \\ \lambda &= \lambda' - \frac{\psi}{n} \end{aligned}$$

Dabei kann willkürlich $\lambda_{01} = 0$ gesetzt werden¹⁾. Die Anpassung an das tatsächliche Gradnetz der Erde kann nachträglich erfolgen.

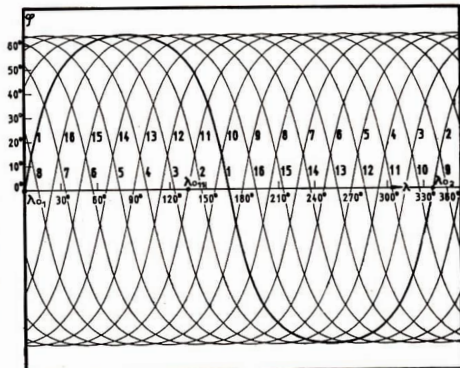
Tab. 1 enthält die Zahlenwerte für eine 24-Stunden-Bahn mit $n = 16$ Umläufen/Tag und

einem Bahnwinkel von $i = 65^\circ$. Die westliche Verschiebung der SSB beträgt in diesem Beispiel $360^\circ/n = 22,5^\circ/\text{Umlauf}$. Die in Abb. 3 hervorgehobene Kurve stellt den ersten Umlauf der SSB dar. Will man die gesamte „Bahnabwicklung“ erhalten, so ist die Anfertigung einer Schablone zweckmäßig, denn die weiteren Kurven sind parallelverschoben. Der Abb. 3 kann man entnehmen, daß insgesamt $2n$ Extremwerte (Maxima und Minima), $2n$ Äquatordurchgänge und $n \cdot (n-2)$ Schnittpunkte (mit den Koordinaten λ_s, φ_s) auftreten. Die letzteren sind Orte auf der Erdoberfläche, die während eines Tages zweimal überflogen werden. Sie liegen auf den gleichen Längengraden wie die Extremwerte.

Tabelle 2: Koordinaten der sich schneidenden Subsatellitenbahnen (Ausschnitt aus der Bahnabwicklung nach Abb. 3) a steigende, b fallende Bahn. $\lambda_{01} = 0^\circ$

$\varphi a/\lambda_s$	5,6	16,9	28,1	39,4	50,6	61,9	73,1	84,4
64,5	4a 5b		3a 4b		2a 3b		1a 2b	
63,1		3a 5b		2a 4b		1a 3b		16a 2b
60,4		3a 6b		2a 5b		1a 4b		16a 3b
55,9			2a 6b		1a 5b		16a 4b	15a 3b
48,3		2a 7b		1a 6b		16a 5b		15a 4b
35,4			1a 7b		16a 6b		15a 5b	14a 4b
13,8		1a 8b		16a 7b		15a 6b		14a 5b

Abb. 3: Bahnabwicklung einer Subsatellitenbahn mit $i = 65^\circ$ und $n = 16$ Umläufen/Tag (24-Stunden-Bahn). $\lambda_{01} = 0^\circ$.



Das Maximum der SSB des ersten Umlaufs liegt bei $\lambda_{m1} = 90 \cdot (1 - 1/n)$, alle weiteren sind um $360^\circ/2n$ nach beiden Richtungen verschoben. Damit ist die Länge λ_s der Schnittpunkte bekannt. Um die dazugehörige Breite φ_s zuerhalten, muß aus der transzendenten Gleichung

$$\tan(\lambda_s + \varphi_s/n) = \cos i \tan \varphi_s$$

zunächst φ_s bestimmt, dann aus Gl. (5b) φ_s berechnet werden. Nach Beschriftung der Umläufe in Abb. 3 ist weiterhin ersichtlich, welche Bahnen sich in den Punkten λ_s , φ_s schneiden. Die Angaben in Tab. 2 geben einen Ausschnitt aus der Bahnabwicklung wieder. An der markierten Stelle schneiden sich beispielsweise die steigende Bahn des 16. Umlaufs mit der fallenden Bahn des 4. Umlaufs. Die Flugzeiten vom Punkt $\lambda_{01} = 0^\circ$, $\varphi = 0^\circ$ bis zum Schnittpunkt $\lambda_s = 61,9^\circ$, $\varphi_s = 55,9^\circ$ können dann wie folgt ermittelt werden:

$$\begin{aligned} \varphi_s &= 55,9^\circ \\ \varphi_s &= \arcsin \frac{\sin \varphi_s}{\sin i} \approx 66^\circ/114^\circ \\ v_{1a} &= 66^\circ & v_{1b} &= 114^\circ \\ r_a &= 16 \text{ Umlauf} & r_b &= 4 \text{ Umlauf} \\ v_{1b} &= v_{1a} + (r_a - 1) \times 360 = 5466^\circ & v_b &= v_{1b} + (r_b - 1) \times 360 = 1194^\circ \\ t_{1a} &= \frac{v_{1a}}{360} T_0 & t_b &= \frac{v_b}{360} T_0 \end{aligned}$$

Ist $T_0 = 88,9$ min, also $r_0 = \sqrt[3]{\gamma M (T_0/2\pi)^2} \approx 6598$ km, so sind die Flugzeiten $t_1 = 294,8$ min bzw. $t_{1b} = 1349,8$ min. Wichtiger ist allerdings die Frage, wann der Satellit den Meridian λ_B eines bestimmten Beobachtungsortes überfliegt. Um diesen Gedanken weiter zu verfolgen und gleichzeitig die Anpassung an das tatsächliche Gradnetz der Erde auszuführen, sei angenom-

men, daß der Satellit mit den genannten Bahndaten um $12^h 4^m 30^s$ MEZ im Kosmodrom Baikonur ($\lambda_s = 66^\circ 3' E$, $\varphi_s = 47^\circ 8' N$) gestartet wurde und 9 min später die freiflugbahn erreichte. Der Bogen vom Äquator zum Startort beträgt

$$\varphi_s = \arcsin \frac{\sin \varphi_s}{\sin i} = 54,8^\circ,$$

wozu eine Flugzeit von

$$t_s = \varphi_s/360 T_0 = 13,5 \text{ min}$$

gehört. Dann ist nach Gl. (7)

$$\begin{aligned} \lambda_{01} &= \lambda_s + \varphi_s/n - \arccos[\cos i \tan \varphi_s] \\ &= 66^\circ 3' E + 3,425 - 30,925 = 38^\circ 8' E \end{aligned}$$

Ersatzweise kann der Vorgang so betrachtet werden, als würde die SSB um $t_0 = 12^h 4^m 30^s + 9 \text{ min} = 12^h 5^m 0^s$ MEZ auf dem Äquator beim Längengrad $\lambda_{01} = 38^\circ 8' E$ beginnen.

Die weiteren aufsteigenden Knoten sind (in diesem Beispiel) um $22,5^\circ$ nach Westen verschoben (Tab. 3) und haben in fortlaufender Gradeilung die Längen $\lambda_{0v} = 360 + \lambda_{01} - (v-1) \cdot 22,5$. Sie werden nach den Flugzeiten $t_v = (v-1) \cdot T_0$ erreicht. Befindet sich der Beobachtungsort auf dem Meridian $\lambda_B = 12^\circ 9' E = 347^\circ 1' W$ (Karl-Marx-Stadt), so zeigt die Bahnabwicklung, daß der genannte Längengrad während eines Tages von den Bahnen 3a, 4a, 5a, 9b, 8b, 7b, 6b überflogen wird. Die Berechnung der Flugzeiten kann nun in zwei Schritten erfolgen. Man ermittelt zunächst die Flugzeit bis zum

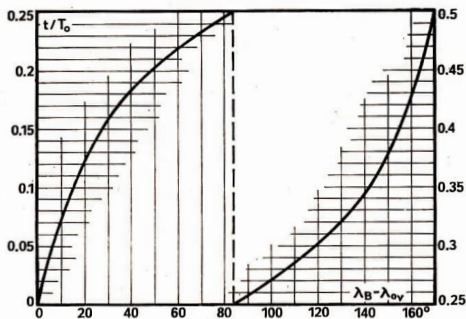


Tabelle 3: Lage der aufsteigenden Knoten λ_0 für das Beispiel des Textes und Flugzeit vom ersten aufsteigenden Knoten λ_{01} zum Meridian $\lambda_B = 12^\circ 9' \text{ E}$ ($\lambda_{01} = 38^\circ 8' \text{ E}$)

ν	λ_0	t/T_0	$\lambda_B - \lambda_0$	t/T_0	$t [\text{min}]$
1	0	38,8 E	0		
2	337,5	16,3 E	1		
3	315	0,2 W	2	19,1	2,120
4	292,5	28,7 W	3	41,0	3,187
5	270	51,2 W	4	64,1	4,225
6	247,5	73,7 W	5	86,6	5,254
7	225	96,2 W	6	109,1	6,281
8	202,5	118,7 W	7	131,6	7,320
9	180	141,2 W	8	154,1	8,400
10	157,5	163,7 W	9		
11	135	173,8 E	10		
12	112,5	151,3 E	11		
13	90	128,8 E	12		
14	67,5	106,3 W	13		
15	45	83,8 E	14		
16	22,5	61,3 E	15		

nächstliegenden voranstehenden aufsteigenden Knoten λ_0 (die ein Vielfaches von T_0 ist) und berechnet dann die Zeit zum Durchfliegen des restlichen Längenbereiches $\lambda_B - \lambda_0$ aus der transzendenten Gleichung

$$\lambda_B - \lambda_0 = \arctan [\cos i \tan (360^\circ t/T_0)] - 22,5 t/T_0$$

bzw. liest diese Zeit aus der Kurve in Abb. 4 ab, die eine grafische Darstellung dieser Gleichung ist.

Erwähnt sei auch, daß eine visuelle Beobachtung des Satelliten nur möglich ist, wenn die „Sichtbarkeitsbedingungen“ erfüllt sind [2].

Obwohl die obige Ableitung für den Sonderfall $T = T_0$ erfolgte, können die aus der Bahnabwicklung resultierenden Erkenntnisse mit gro-

Abb. 4: Relative Flugzeit vom aufsteigenden Knoten λ_0 zum Meridian λ_B eines Beobachtungsortes ($i = 65^\circ$, $n = 16$ Umläufe/Tag).

ßer Näherung auch bei Bahnen mit $T \neq T_0$ Anwendung finden. Man verlagert dann nach jeweils $T_E = 24 \text{ h}$ den aufsteigenden Knoten λ_{01} um die Tagesverschiebung $\Delta \lambda_d$ und tut so, als ob innerhalb des Tages die 24-Stunden-Bahn vorliegen würde.

Die Subsatellitenbahn für eine elliptische Freiflugbahn des Satelliten

Es sei angenommen, daß im Brennpunkt des Startvorganges die Daten $v_0 = 7,803 \text{ km/s}$ bei $r_0 = 6571,8 \text{ km}$ erreicht wurden und daß der Geschwindigkeitsvektor $\vec{v}_0$ auf dem Radiusvektor $\vec{r}_0$ senkrecht steht. Dann ist die Freiflugbahn eine Ellipse mit der numerischen Exzentrizität

$$\varepsilon = \frac{v_0^2 r_0}{\gamma M} - 1 = 0,0041,$$

deren Perigäum im Brennpunkt liegt [5]. Ferner ist die große Halbachse (= mittlerer Bahnradius)

$$a = \frac{r_0}{1 - \varepsilon} = 6598,2 \text{ km}$$

und die Umlaufzeit $T = 88,9 \text{ min}$ (wie oben). Im Vergleich zur Kreisbahn wird die weitere Rechnung dadurch erschwert, daß nun zwischen dem augenblicklichen Satellitenort ψ und der Flugzeit t kein proportionaler Zusammenhang mehr besteht, so daß die Gl. (6) nicht mehr gilt. Der oben berechnete Bogen vom (gedachten) Äquatordurchgang zum Peripunkt ist jetzt gleichbedeutend mit dem Winkel ω in Abb. 1; er beträgt $\psi_* = \omega = 54,8^\circ$ und wird in der Zeit

$$t_* = \frac{T}{2\pi} [\tau_* - \varepsilon \sin \tau_*] \quad \text{mit}$$

$$\tau_* = \arccos \frac{\varepsilon + \cos \omega}{1 + \varepsilon \cos \omega}$$

durchflogen. Für die angegebenen Zahlenwerte ist $\tau_* = 54,613^\circ \triangleq 0,953 \text{ rad}$ und damit $t_* = 13,44 \text{ min}$. Die Flugzeit bis zum Satellitenort beträgt³⁾

$$t = \frac{T}{2\pi} [\tau - \varepsilon \sin \tau] + t_* \quad \text{mit}$$

$$\tau = \arccos \frac{\varepsilon + \cos \alpha}{1 + \varepsilon \cos \alpha} \quad \text{und} \quad \alpha = \psi - \omega$$

Ist – wie bisher – $T = T_0$ und $n = 16$, so liegt der erste Äquatordurchgang bei

$$\lambda_0 = \lambda_* + 369/n \cdot t_*/T_0 \\ - \arccos [\cos i \tan \psi_*] \approx 38^\circ 8' \text{ E}$$

Anhand des nachstehenden Schemas kann die SSB wiederum schrittweise berechnet werden.

$$\varphi \rightarrow \psi - \left[\begin{array}{c} \tau_*, \tau \rightarrow \frac{T}{T} \\ \rightarrow \lambda' \end{array} \right] \rightarrow \lambda = \lambda' - \frac{360}{n} \frac{t}{T}$$

Tab. 1 enthält die so ermittelten Zahlenwerte. Mit Hilfe eines wissenschaftlichen Taschenrechners sind die Rechnungen leicht auszuführen; dabei ist die Mehrdeutigkeit der arc-Funktionen zu beachten. Wie zu erwarten, ist der Unterschied im Vergleich zur Kreisbahn infolge des kleinen ε -Wertes nur sehr gering. Es sollte hier vorrangig der geänderte Rechengang aufgezeigt werden. Der Einfluß der Ellipsen-Kenngrößen auf die Form der SSB ist in [6] behandelt worden. Bei Beobachtungen über einen längeren Zeitraum ist die Verschiebung des Perigäums der elliptischen Bahn zu berücksichtigen. Der Peripunkt wandert um den Winkel

$$\Delta\omega = 4,983 \left(\frac{R}{a} \right)^{3.5} \frac{1}{(1 - \varepsilon^2)^2} \times \\ \times (5 \cos^2 i - 1)^\circ / \text{Tag}$$

Die Lage des Peripunktes bleibt erhalten wenn $5 \cdot \cos^2 i_0 - 1 = 0$ ist, d. h. der Bahnwinkel zu $i_0 = 63,4^\circ$ gewählt wird. Für $i > i_0$ erfolgt die Drehung entgegen der Flugrichtung [3].

Lit.: Bronstein, Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1979. – [2] Autorenkollektiv: Astronautik. Verlag Volk und Wissen, Berlin 1977. – [3] Wolff, R.: Raketen und Raketenballistik. Militärverlag der DDR, Berlin 1976. – [4] Autorenkollektiv: Sojus 22 erforscht die Erde. Akademie-Verlag, Berlin 1980. – [5] Dahms, P.: Satelliten und Satellitenbahnen. In: AuR 23 (1985) 3. – [6] Schoeps, D.: Die Form der Subsatellitenkurven in Abhängigkeit von den Bahnelementen. In: AuR 18 (1980) 5.

¹⁾ Entgegen der tatsächlichen Gradteilung wird hier eine fortlaufende Gradteilung verwendet.

²⁾ Diese Beziehung für T_0 ist nicht ganz korrekt, da $\Delta\omega$ in geringem Maße von T abhängt. Dies hat jedoch auf die weiteren Überlegungen keinen Einfluß.

³⁾ In diesen Beziehungen ist α die wahre, τ die exzentrische und der Klammerausdruck in t/T die mittlere Anomalie.

Noch einmal:

Kosmische Gammastrahlungs-Ausbrüche und optische Blitze am Himmel

WOLFGANG WENZEL

Zu diesem Themenkreis wurden in der wissenschaftlichen und der populären Literatur in den letzten Jahren zahlreiche Beiträge veröffentlicht, und auch „Astronomie und Raumfahrt“ hat sich hieran beteiligt: Eine grundlegende Betrachtung zu den Gammastrahlungs-Ausbrüchen und der hauptsächlich photographischen Suche nach konventionell-optisch beobachtbaren Gegenständen publizierte in AuR J. Flohrer [1], über visuell wahrgenommene „Blitze“ berichtete D. Fischer [2], und für eine Mitarbeit unserer Amateure bei dieser Problematik machten J. Flohrer [3] und die Redaktion [4] weitere Vorschläge.

Die Problematik besteht kurz gesagt darin, herauszufinden, ob bei den Objekten, die im Gammastrahlungsbereich die bekannten Ausbrüche (bursts) von Sekundendauer zeigen, auch optisch feststellbare Eruptionen nachgewiesen werden können. Die große erkenntnisfördernde Bedeutung, die ein solcher Fund hätte, ist aus [1] zu entnehmen.

Besondere Aufmerksamkeit erregte in diesem Zusammenhang der sogenannte „Perseus-Flasher“, der nach visuellen Feststellungen von Meteorbeobachtern in Kanada angeblich ziemlich häufig (im statistischen Mittel zweimal pro Tag) helle (bis 0^m und heller) optische Blitze aussendet [2]. Es soll angemerkt werden, daß das Wort „Blitz“ hier nicht im Sinne eines Gewitterblitzes zu verstehen ist, sondern als Übersetzung des englischen „flash“ ein kurzzeitiges punktförmiges Aufblitzen beschreiben soll.

Für kritische Fachleute war die Existenz des Perseus-Flashers als astrophysikalisches Objekt von Anbeginn an fragwürdig. Kürzlich sind in einer Fachzeitschrift erneut massiv gute Gründe gegen die astrophysikalische Natur geltend gemacht worden [5], [6], [7]. Diese Publikationen wollen wir, ergänzt durch Erfahrungen an der Sternwarte Sonneberg, im folgenden zugrunde legen; wir gliedern dabei unsere Darstellung nach den verschiedenen Untersuchungsmethoden und Argumenten.

1. Überwachung

Die Position des Perseus-Flashers (RA = 3^h 10^m, $\delta = +32^\circ 0'$; 1950.0) wurde sowohl gezielt durch

eine Reihe von Techniken (Photographie, Video, CCD-Aufnahmen) nach dem Bekanntwerden der Flasche als auch auf früher gewonnenen Aufnahmen der großen Plattensammlungen inspiziert. B. E. Schaefer u. Mitarb. [5] berichten von einer Gesamtüberwachungszeit von rund 2400 Stunden weitreichender Aufnahmen ohne beobachteten Blitz. Hierin sind 1080 Stunden enthalten, die allein unser ČSSR-Kollege R. Hudec mit negativem Ergebnis anführen kann [8]. Das Material Schaefers umfaßt aber nicht die ebenso negativ verlaufenen Absuchungen Sonneberger Platten durch J. Greiner [9].

2. Simultanbeobachtungen

Für eine Reihe von Zeitpunkten, zu denen visuell Flasche festgestellt wurden, liegen in den großen Archiven (sowohl der Stern- als auch der Meteorbeobachter) zufällig simultane (real time) Aufnahmen der in Betracht kommenden Gegend vor, so auch in Sonneberg [9]. Auf keiner derartigen Platte wird ein Blitz bestätigt. Selbstverständlich wird bei diesen Untersuchungen berücksichtigt, daß ein visueller Blitz von z. B. $t_1 = 1$ s Dauer und 2^m Helligkeit auf einer $t_2 = 40$ min belichteten Aufnahme wie ein Stern der Helligkeit

$$m = 2^m + 2.5 \lg [(t_2/t_1)^{0.8}] \approx 9^m$$

aussieht ($0.8 =$ Schwarzschildexponent). Auch der „photographierte Perseus-Fl sh“ vom 19. März 1985 konnte durch eine zufällig gleichzeitig gewonnene Aufnahme des Kanadischen Meteorite Observation and Recovery Project nicht bestätigt werden [7] (siehe auch unter 4.). Aus den Befunden von 1. und 2. folgt, daß die Beobachtungen in Kanada höchstens einen lokalen Charakter trugen, d. h. ihre Ursache nur im irdischen Raum haben konnten.

3. Flugzeuglichter

In [5] wird mitgeteilt: „Es ist unsere Erfahrung, daß Flugzeug-Blitzleuchten (strobe) immer eindeutig identifiziert werden können, und zwar auf Grund der kurzen Wiederholungsdauer und da weitere Lichter des Flugzeugs sichtbar sind.“ Nach meiner Überzeugung gilt dies zwar für rein visuelle Beobachtungen, aber offenbar nicht immer für die Auswertung von photographischen Himmelsaufnahmen. Ich selbst habe mich anhand von Kopien der Entdeckungsaufnahmen davon überzeugt, daß die vermeintliche Nova Honda in Lacerta 1986 (s. „Schnellnachrichten“ des KB der DDR, Nr. 237 und 238) auf einen Flugzeugblitz zurückgeht. Zwei simultane Parallelaufnahmen „bestätigen“ sich gegenseitig; der örtliche Abstand der beiden Kameras ist nicht groß genug für das Auftreten einer Parallaxe. Das

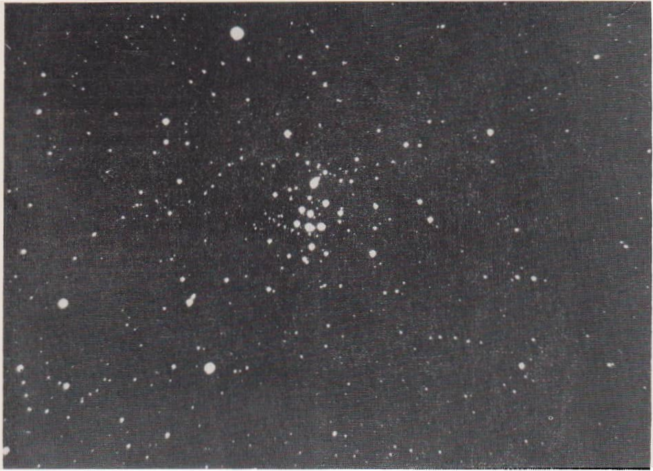
Flugzeug hatte auf den mir zur Verfügung gestellten vergrößerten Ausschnitten schwache kontinuierliche Spuren und noch zwei weitere „Sterne“ erzeugt, die dem Entdecker entgangen waren, davon einen in Koinzidenz mit einem schwachen richtigen Stern. – Siehe in diesem Zusammenhang die in AuR am Ende des Artikels [2] gegebene Tabelle.

4. Reflexe an künstlichen Erdsatelliten

Zahlreiche künstliche Erdsatelliten haben genügend große Bahnneigungen für eine gute Sichtbarkeit in Kanada. Die Molnija-Bahnen z. B. sind außerdem stark exzentrisch mit Apogäen über der Nordhalbkugel der Erde, so daß sie auch während großer Teile der Nacht von der Sonne beleuchtet sein können. Im Falle einer Taumelbewegung entstehen an geeigneten Flächen kurzzeitige Sonnenreflexe (englisch: glints). So sind erwiesenermaßen die Nutzlasten von Molnija 1–31 und 1–37 für konkret beobachtete Perseus-Flasche verantwortlich, und eine Reflexion an Kosmos 1400 war die Ursache des sogar photographisch festgehaltenen Blitzes vom 19. März 1985 (siehe auch 2.). Weitere drei Identifikationen mit Satellitenreflexen sind gelungen. Eine Kontrolluntersuchung, die in Florida von erfahrenen Meteorbeobachtern unter vergleichbaren Bedingungen (allerdings größerem Gesichtsfeld) wie diejenigen von Kanada durchgeführt wurde, erbrachte für 52.4 Stunden Beobachtungszeit insgesamt 31 blitzende Objekte; dabei rührten 29mal Blitze von Satelliten her, einmal von einem Flugzeug und einmal von einem Leuchtkäfer (siehe 5.). Die Satellitenblitze wurden als solche im wesentlichen durch die Fortbewegung der Quelle oder/und deren (teilweise nur teleskopische) Sichtbarkeit im Ruhezustand identifiziert. Als interessante Zahl ergab sich bei genauer Auswertung dieses Materials, daß innerhalb eines Kreises von 23° Radius um den Zenit durchschnittlich einmal in 16.4 Stunden ein Blitz von solchen Satelliten ausging, deren Blitzintervall länger als 30 s ist und deren Blitzamplitude groß genug ist, daß das „Ruhelicht“ mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden kann, so daß jeweils der Anschein eines einmaligen isolierten Aufblitzens unbekannter Herkunft erweckt wird. (Vgl. den nachfolgenden Beitrag von J. Flohrer.-Red.)

5. Leuchtkäfer

Der Kuriosität halber soll die Passage in [5], die sich auf den unter 4. erwähnten Leuchtkäfer bezieht, hier übersetzt ohne Kommentar wiedergegeben werden: „Der hochfliegende Leuchtkäfer (firefly) wurde am 8. März 1986, 3^h 15^m Eastern Standard Time in Lehigh Acres,



Zum Beitrag „Das Rätsel der Galaxienketten“ (S. 38)

Abb. 1: Sternketten in Cancer mit NGC 2632 (Foto: A. Ansorge).

Sinneswandel

Vor 25 Jahren: „Diese Abendstimmung, wie romantisch!“ – Und heute? (Foto: J. Deiler, Schwarzhaid.)





Sonnenaufnahmen von
Mitgliedern des AK
SONNE.

oben: Am 19. Okt. 1986 um
12.40 UT belichtete J. Iskum,
Budapest, 1/500 s auf MA
8-Film am R 100/1000 +
DSIF-Filter 60 nm.

Mitte und unten: Aufnah-
men von A. Geißhirt, Pots-
dam, vom 30. 4. 84 um 7.00
UT und vom 15. 5. 84 um 7.00
UT in Okularprojektion am
R 80/840 (mit Dämpfglas 5
Pkt.) auf MA 8-Film, 1/175 s
bel.

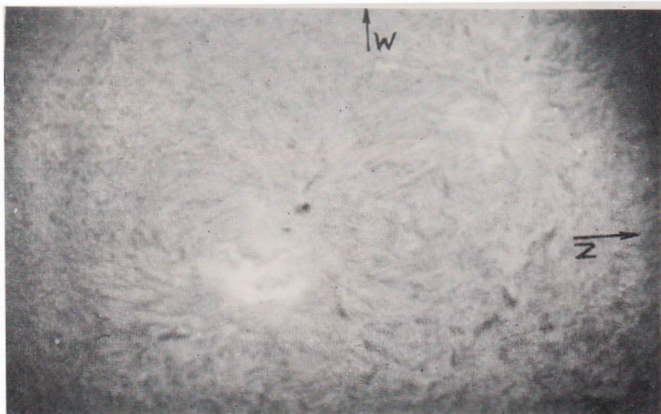


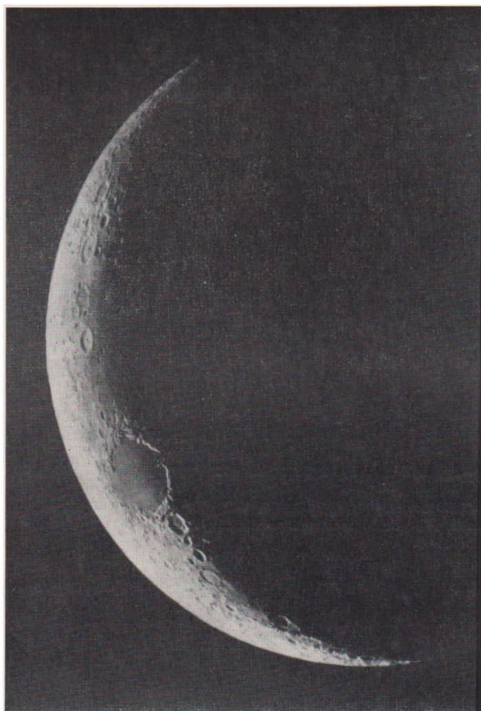


Aufnahmen vom Sonnenobservatorium „Einsteinurm“ Potsdam der AdW der DDR.

oben: Protuberanz am Südostrand der Sonne vom 14. 8. 1987 um 12.45 UT, 0,5 s belichtet.

unten: Fleckengruppe vom 4. 9. 1987 um 15.44 UT bei 22°S, 42°E, 1/15 s belichtet. Beide Aufn. mit R 200/3000 und Polarisations-IF $\lambda = 656,5$ nm und 0,05 nm Hwbr. auf Kodak SO-115.





oben: Das schöne Amateurfoto von G. Loibl, Volkssternwarte Erfurt vom 24. 1. 1984 um 18.00 MEZ mit R 130 auf NP 15.

unten: (zum Beitrag S. 56) Leuchtende Nacht-
wolken am 8. 6. 1976 um
2.05 MEZ in Potsdam auf
UT 18, 10 s belichtet, um-
kopiert. Obj. 2,8/50.
Schon 20 min später wa-
ren die LNC kaum noch
erkennbar.
(Foto: J. Rendtel)



Florida, gesehen. Seine Blitze von der Helligkeit 2^m und kurzer Dauer geschahen im Abstand von 3s über eine Zeitspanne von 3 min. Die Blitzfarbe wurde mit weiß beschrieben, wogegen sie gewöhnlich bei Leuchtkäfern gelb-grün ist. Während der Beobachtungszeit flog das Insekt größtenteils geradlinig mit einigen kleinen Schleifen.“

6. Punktförmige Meteore

Eine Kontrollstudie über das Auftreten von Blitzen in der Vor-Satellitenzeit wurde mit Hilfe der Aufzeichnungen des bekannten Meteorbeobachters W. F. Denning und verschiedener Amateur-Meteororganisationen durchgeführt. Dieses Material enthielt immerhin rund 800 Blitze. Sie werden von den Beobachtern im wesentlichen als punktförmig erscheinende Meteore angesehen. Die Schlußfolgerungen aus der Sichtung dieser Befunde sind: a) Blitze geschehen öfter, b) sie sind über den ganzen Himmel verteilt, c) es gibt keine unerklärlichen Konzentrationen in irgendeiner Himmelsgegend, auch nicht in der Region des Perseus-Flashers. Rund 1 Promille aller Meteore außerhalb von Meteorströmen haben nach [5] entweder genügend kurze Dauer, eine Explosion oder eine Bewegungsrichtung direkt zum Beobachter. Ihre Anzahl ist damit zwar wesentlich geringer als heutzutage die Satellitenreflexe, sie sind aber dennoch erwähnenswert.

Einen etwas größeren Prozentsatz (45 punktförmige Erscheinungen unter insgesamt 9128 Meteoren, d. h. rund 5 Promille) findet übrigens J. Rendell [10] in den Materialien des Arbeitskreises „Meteore“ von 1984 bis 1987 (Beobachter: er selbst, R. Arlt und R. Koschack); Feststellungen im August (Perseiden-Strom) blieben unberücksichtigt.

7. Sternähnliche Plattenfehler

Zum Abschluß dieser Betrachtungen sei noch auf das Vorkommen von verblüffend sternähnlichen Plattenfehlern (C. Hoffmeister nannte sie „tückisch“) auf photographischen Himmelsaufnahmen hingewiesen. Wir haben in Sonneberg auf labormäßig diffus belichteten Platten, die denselben Schleier erhalten haben, wie er auf unseren normalen Himmelsüberwachungs-Aufnahmen auftritt, nach sternähnlichen Flecken gesucht [9]. Im Durchschnitt fand T. Lehmann einen solchen Fehler auf 38 cm² Plattenfläche. In Ergänzung dazu erbrachte das Absuchen eines ungefähr 1000 Quadratbogenminuten großen willkürlich gewählten Testfeldes auf 1624 real belichteten Sonneberger Himmelsüberwachungsplatten insgesamt vier Flecken, die von

den Bildchen normaler Sterne nicht unterscheidbar sind. Das bedeutet das Doppelte des Laborergebnisses; für den Unterschied, falls er nicht wegen der kleinen Zahlen zufällig ist, lassen sich Gründe angeben. Es muß allerdings betont werden, daß die „Helligkeit“ der Fehler höchstens 2 mag über der Reichweite unserer Himmelsaufnahmen liegt, der Sachverhalt also vor allem bei der großangelegten Suche nach optischen Gegenständen von Gammastrahlungs-Ausbrüchen [1] beachtet werden muß. Im Zusammenhang mit dem hellen Perseus-Flasher ist der Befund für Aufnahmen geringerer Reichweite (kurze Belichtungszeiten, kleine Objektive) von Bedeutung.

Schlußfolgerung

Unsere Darstellung sollte beim Leser die Erkenntnis vertiefen, daß das menschliche Auge und sogar unser Intellekt durch mancherlei Geschehnisse genarrt werden kann, deren Häufigkeit nicht immer bekannt ist oder gebührend gewürdigt wird. Bei der Verfolgung neuartiger Phänomene (wie es die Gammastrahlungs-Ausbrüche sind) treten leider auch psychologische Effekte (wie mangelnde Kritikfähigkeit, Voreingenommenheit, Geltungsbedürfnis, Leistungsdruck, Geschäftstüchtigkeit, Sensationslust) auf. Daher halten wir für erwiesen, daß die Häufigkeit der Perseus-Blitze an der eingangs angegebenen konkreten Position nach unabhängigen Nachprüfungen durch andere Methoden nicht bestätigt werden konnte. Man muß auch berücksichtigen, daß von einer Reihe gemeldeter Blitze nachträglich die angegebenen Positionen oder doch deren Fehlerbereiche verändert worden sind, um sie dem photographisch festgestellten Ort anzupassen, von dem wir aber jetzt wissen (siehe 2. und 4.), daß er nichts mit einem astrophysikalischen Objekt zu tun hat. Demzufolge kommt eine ausgedehnte, und nicht punktförmige, Ursprungsstelle in Betracht, so daß die in 4. genannte Häufigkeitsquote von Satellitenblitzen, verbunden mit psychologischen und physiologischen Fehlleistungen, eine plausible Erklärung für das Phänomen des Perseus-Flashers abgibt, nicht zu vergessen die Leuchtkäfer! Nach Gegenständen von Gammastrahlungs-Bursts müssen wir daher weiter suchen.

Lit.: [1] J. Flohrer, AuR 24 (1986), S. 42. – [2] D. Fischer, AuR 25 (1987), S. 82. – [3] J. Flohrer, AuR 25 (1987), S. 84. – [4] Redaktion AuR 25 (1987), S. 85. – [5] B. E. Schaefer u. Mitarb., Astrophys. J. 320 (1987), S. 398. – [6] P. Maley, Astrophys. J. 317 (1987), L. 39. – [7] I. Halliday u. Mitarb., Astrophys. J. 320 (1987), L. 153. – [8] R. Hudec, Adv. Space Res. 6 (1987), S. 51. – [9] J. Greiner, J. Flohrer, W. Wenzel, T. Lehmann, Astrophys. Space Science 138 (1987), S. 155. – [10] J. Rendell, briefliche Mitteilung (1987).

Wurde das „Perseus-Flasher“-Rätsel gelöst?

J. FLOHRER

In letzter Zeit erschienen mehrere Veröffentlichungen [1, ..., 4], die zur Erklärung des „Perseus-Flashers“ (vgl. [5]) Ursachen nicht-astrophysikalischer Natur nahelegen: Trotz langdauernder Beobachtungsreihen anhand von Archivmaterial (J. Greiner et al. [4] 70 h; B. Schaefer et al. [6] 154 h) und mit Hilfe aktiver Beobachtung (Corso et al. [3] 76 h) wurden keine optischen Flashes aus dem Gebiet des „Perseus-Flashers“ entdeckt, was bei einer mittleren Periode von 12 h [7] aber unbedingt zu erwarten gewesen wäre.

Mehr noch: N. McLeod [2] führte an anderen, willkürlich gewählten Himmelsarealen Kontrollbeobachtungen durch, wobei sich eine Blitzrate ergab, die etwa mit der von B. Katz et al. [7] genannten übereinstimmt.

Sind diese indirekten Argumente an sich schon überzeugend genug, den „Perseus-Flasher“ erdnahen optischen Erscheinungen zuzuordnen, liefert P. Maley [1] ganz direkte Verdachtsmomente dafür. Mit seiner langjährigen Erfahrung als Satellitenbeobachter kam ihm auf Grund der Daten der Katz'schen Fotografie des „Perseus-Flashers“ [7, 8] (02:42 UT 1985 März 19; α (1950) = $3^h 10^m 34^s$, δ (1950) = $\pm 32^\circ 03'27''$, d. h. ≈ 2 h nach Sonnenuntergang sowie $\approx 123^\circ$ Phasenwinkel Beobachter-Satellit-Sonne am Aufnahmeort) sogleich der Verdacht auf Sonnenreflexionen an Satelliten als Ursache für die beobachteten optischen Erscheinungen.

..., der zum Aufnahmezeitpunkt 1414 km entfernte inaktive Kosmos 1400, paßt nicht nur zeitlich am besten in das „Zeitfenster“, sondern zeigt auch die vom „Perseus-Flasher“ bekannten optischen Blitze von 0,10 bis 0,50 sec. Dauer mit Helligkeiten von $m_v \approx +2$, wie extra unter den gleichen Beobachtungsbedingungen ausgeführte Beobachtungen von Kosmos 1400 nach-

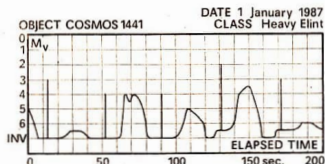
wiesen (Dez. 1986 und Febr. 1987). Bei einer Blitzdauer von $\approx 0,1$ sec würde sich der Satellit für den Beobachter nur um $\approx 0^\circ 027$ bewegt haben. Im „Ruhezustand“ mit $m_v \approx +5,5$ wäre er außerdem in der Helligkeit zu schwach, um sich bei der Katz'schen Fotoanordnung auf dem Film abzubilden. Bei seinem mittleren Radarquerschnitt von ≈ 10 m² (nach NORAD) und seinen großen ebenen und polierten Solarzellen-„Flügeln“ könnte Kosmos 1400 aber sehr wohl vom Film registrierbare Lichtblitze in der angegebenen Stärke produzieren.

Zur Verifikation dieser Beobachtungen wurden 50 weitere inaktive Mitglieder der Satellitenfamilie, der auch Kosmos 1400 angehört, überprüft. Die meisten zeigten ähnliche Tauselbewegungen und Helligkeiten. Sieben von ihnen (Kosmos 744, 1346, 1400, 1408, 1441, 1536 und 1726) brachten helle Lichtblitze mit $m_v = +0...+3$ hervor, wohingegen sie zwischen den Blitzen mit 7×35 -Fennglas weitestgehend unsichtbar blieben. (In Abb. 1 ist als Beispiel eine Lichtkurve von Kosmos 1441 gegeben). ... (Vgl. weiter angegebene Literatur. - Red.) ...

Die wachsende Zahl aktiver Satelliten und die Zunahme des „Raummülls“ (ausgediente und nicht mehr stabilisierte Satelliten sowie Raketenstufen, Trümmer explodierter Raketen usw.) lassen die Beobachtung von optischen Flashes immer wahrscheinlicher werden (nach Taff et al. [9] passieren innerhalb einer Stunde $\approx 1,2$ Objekte ein $0^\circ 5$ -Feld im Zenit!), wohingegen historische Berichte über wiederholte optische Blitze in bestimmten Himmelsregionen fehlen. Wenn Satelliten die Ursache dieser Lichterscheinungen sind, dürften sie sich jedoch nicht in bestimmten Himmelsgegenden häufen. Die Beobachtungen des „Perseus-Flashers“ wären dann als psychologischer Effekt zu verstehen:

Einmal auf eine bestimmte Stelle am Himmel aufmerksam geworden, konzentrieren alle ihre Suche eben auf diese Gegend. Für zwei Beobachter in 10 km Abstand voneinander hätte ein 1400 km entfernter Lichtblitz um $0^\circ 4$ verschobene Positionen am Himmel, wobei diese Differenz bei mehr oder weniger zufälliger Beobachtung sich innerhalb der Fehlergrenzen bewegt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit möglichst weit auseinanderliegender Beobachtungsplätze (für die dann auch der Lichtblitz zu leicht verschiedenen Zeiten auftreten kann!) und/oder simultaner fotografischer Aufnahmen, um optische Blitze als Satelliteneffekte ausschließen zu können. Wie aus Abb. 1 zu erschen ist, kann die Satellitenherkunft eines optischen Blitzes unter Umständen schon durch anhaltende Beobachtung der weiteren Umgebung der optischen Erscheinung erkannt werden.

Abb. 1: Visuelle photometrische Lichtkurve von Kosmos 1441 (Fig. 2. aus [1]).



Im Jahre 1987 hatte sich zum 20. Male die erste Registrierung eines kosmischen Gammastrahlungsausbruches ge­jährt – genau wie die Entdeckung der Radiopulsare. Während bei letzteren die Natur der Erscheinung im Wesentlichen geklärt ist (auch wenn noch viele Detailfragen ungelöst sind), hat sich bei den Wissenschaftlern nur darüber, daß erstere mit Neutronensternen in Zusammenhang stehen, eine gewisse Einigkeit herausgebildet. Eine der wesentlichen Ursachen dieser Situation besteht gerade darin, daß eindeutige Beobachtungen der Gammastrahlungsausbrüche in anderen Spektralbereichen (insbesondere im optischen) nach wie vor fehlen!

Anm.: Redaktionell gekürzter Beitrag.

Lit.: [1] P. D. Maley, *Astrophysical Journal (Letters)* 317, L 39 (1987). – [2] Sky & Telescope 73, 604 (1987 Juli). – [3] G. J. Corso et al., *Astronomy and Astrophysics* 183, L 9 (1987). – [4] J. Greiner et al., *Astrophysics and Space Sciences* 138, 155 (1987). – [5] J. Flohrer, *AuR* 24, 42 (1986); D. Fischer, eb. 25, 82 (1987); J. Flohrer, eb. 25, 84 (1987). – [6] B. Schaefer et al., *Astrophysical Journal (eingereicht 1987)*. – [7] B. Katz et al., *Astrophysical Journal (Letters)* 307, L 33 (1986). – [8] Sky & Telescope 70, 55 (1985 Juli). – [9] L. G. Taff et al., *Advances in Space Research* 5, 35 (1985). – [10] H. Pedersen et al., *Nature* 312, 46 (1984).

Mars: Fern und nah

Die Begriffe Perihelopposition und Aphelopposition tauchen häufig bei Marsbeobachtern auf, können damit doch besonders günstige oder ungünstige Beobachtungsperioden gekennzeichnet werden. Sicher sehen die Planetenbeobachter schon erwartungsvoll der großen Marsopposition des Jahres 1988 entgegen, die den Mars am 22. September bis auf 0,39314 AE $\approx$ 58,81 Mill. km an die Erde herankommen läßt.

Den Begriff der Aphel- oder Perihelkonjunktion wird man jedoch aus dem Mund eines Planetenbeobachters kaum einmal zu hören bekommen, denn damit verbinden sich keinerlei beobachtungsrelevante Hinweise. Lediglich von statistischem Interesse dürfte es daher sein, daß der Mars während der Aphelkonjunktion 1987 den größten Abstand von der Erde innerhalb des 20. Jahrhunderts erreichte: Zwei Tage vor der eigentlichen Konjunktion am 23. August 1987, trat dieser Zustand bei 2,6762 AE $\approx$ 400,4 Mill. km ein.

Den geringsten Abstand von der Erde im 20. Jahrhundert hatte der Mars am 22. August 1922 mit 0,37284 AE $\approx$ 55,78 Mill. km. Spektakulär wird aber in nicht allzuferner Zukunft eine Annäherung sein, die es seit Beginn unserer Zeitrechnung noch nicht gegeben hat: Am 27. August 2003 wird sich Mars der Erde bis auf 0,3721 AE $\approx$ 55,76 Mill. km nähern, ein Rekord, der erst am 28. August 2287 (0,37224 AE = 55,69 Mill. km) unterboten werden wird.

A. D.

Eine populärwissenschaftliche Aktiengesellschaft

Zum 100. Gründungsjubiläum der Berliner Urania

KLAUS-HARRO TIEMANN

Im Bewußtsein der Öffentlichkeit ist heute der Name „URANIA“ als Synonym für die populäre Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse fest verankert. Als sich die am 17. Juni 1954 im Kulturhaus des Berliner Kabelwerkes Oberspree gegründete populärwissenschaftliche Gesellschaft 1966 auf ihrem IV. Kongreß in „URANIA-Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse“ umbenannte, knüpfte sie unmittelbar an eine progressive Traditionslinie ihres Wirkens an, nämlich an die sich 78 Jahre zuvor, am 3. März 1888, ebenfalls in Berlin konstituierende gleichnamige Gesellschaft. Geistige Väter dieser aus Anlaß der 100. Wiederkehr ihrer Gründung erneut in Erinnerung zu rufenden Institution waren die beiden Astronomen Wilhelm Julius Foerster (1832 bis 1921, vgl. *AuR* 1/83, S. 7–11) und Max Wilhelm Meyer (1853–1910).

Sich mit der populären Vermittlung von Wissen zu beschäftigen, stellte gewissermaßen eine Dienstaufgabe, die seit 1855 an der zweiten – staatlichen – Berliner Sternwarte (vgl. *AuR* 4/87, S. 118) tätigen und 1805 zum Direktor avancierten Foerster dar, denn auf Initiative Alexanders von Humboldts (1769–1859) wurde bereits bei der Inbetriebnahme der Lehr- und Forschungsstätte im Jahre 1835 den an ihr wirkenden Astronomen die Verpflichtung übertragen, jeden Mittwoch und Sonnabend jeweils von 9–11 Uhr [1, Bl. 86] sowie ein- bis zweimal im Monat abends [2, S. 197] den Fragen interessierter Besucher Rede und Antwort zu stehen.

Wurde von dem populärwissenschaftlichen Angebot in den ersten Jahrzehnten „ein verhältnismäßig seltener Gebrauch“ [3, S. 117] gemacht, so stieg insbesondere ab den 70er Jahren die Zahl der Besucher stetig an. Allein bei den Abendveranstaltungen registrierte man jährlich „mehr als tausend Personen“ [3, S. 118].

Ein Besucherandrang in dieser Dimension mußte zwangsläufig zu ersten Störungen im Lehr- und Forschungsbetrieb der Sternwarte führen. Bei Foerster und seinen Mitarbeitern entstand deshalb „der lebhafteste Wunsch ... für die astronomischen Interessen des größeren Publikums Einrichtungen zu schaffen, welche der astronomischen und naturwissenschaftlichen Belehrung überhaupt in einer vollständigeren und geeigneteren Weise dienen könnten, als es diese unvollkommenen Leistungen der astronomischen Episoden auf der Sternwarte zu tun vermochten ...“ [2, S. 199].

Aus unterschiedlichen Gründen scheiterte jedoch zunächst der erste, 1877 unternommene Vorstoß (vgl. 4). Dafür klappte es aber im zweiten Anlauf. Im Winterhalbjahr 1886/87 lernte Foerster den seit Ende 1885 als populärwissenschaftlichen Feuilletonisten am „Berliner Tageblatt“ beschäftigten Max Wilhelm Meyer [5] persönlich kennen. „Da“, so bekannte der Sternwartendirektor rückertendend, „sah ich ihn plötzlich vor mir, den Mann, der mir geradezu berufen erschien, an die Spitze so eines Unternehmens zu treten, wie ich's mir dachte ...“ [4]. Der früher als Astronom tätige Meyer war in der Tat wie kaum ein anderer für das geplante Projekt prädestiniert. Zum einen besaß er die besondere Begabung, wissenschaftliche Sachverhalte leicht verständlich und fesselnd zu erläutern; laut Foerster erregte „seine populäre und zugleich so außerordentlich glänzende, förmlich dichterische Darstellung ... große Aufmerksamkeit.“ [4] Zum anderen arbeitete Meyer selbst schon geraume Zeit an der Verwirklichung der Idee, ein „Wissenschaftliches Theater“ zu schaffen, in welchem „alle Zweige der Natur-

wissenschaften möglichst eindrucksvoll dargestellt werden (sollten).“ [6, S. 77] Es verwundert deshalb nicht, wenn angesichts dieser ungewöhnlich günstigen Konstellation Foersters und Meyers Überlegungen „sofort zusammenkristallisierten“ [6, S. 79].

Da die ersten Sondierungsgespräche ergaben, daß die preußische Regierung bestenfalls bereit wäre, ein unbebautes Grundstück kostenlos zur Verfügung zu stellen, sahen sich die beiden Männer gezwungen, auf anderen Wegen die erforderlichen finanziellen Mittel zu beschaffen. Seine Popularität und sein hohes fachliches Renommee ausnutzend, unterbreitete Foerster im September 1887 der Öffentlichkeit die mit Meyer abgestimmten „Vorschläge betreffend die Begründung einer öffentlichen teleskopischen, spektroskopischen und mikroskopischen Schaustätte zugleich zur Vorführung optischer und elektrischer Experimente sowie mannigfachen naturwissenschaftlichen Erläuterungen durch Wort und Bild, endlich als Ausstellungs-Ort für einschlägige Instrumente und Apparate dienend.“

In der zu einer Weltmetropole aufsteigenden Reichshauptstadt fielen die Vorschläge Foersters auf einen aufnahmebereiten Boden. Hier war, wie das Beispiel des Wissenschaftler-Unternehmers Werner von Siemens (1816 bis 1892) überzeugend zeigte, die durch den Kapitalismus bewirkte Umwandlung der Wissenschaft in eine unmittelbare Produktivkraft besonders erfolgreich in Verwirklichung begriffen. Führende Finanz- und Wirtschaftskreise, wie z. B. die Disconto-Bank und die Fa. Siemens & Halske, erkannten, daß mit der geplanten Schaustätte auf effektive Weise die ökonomisch notwendige naturwissenschaftliche Weiterbildung breiter Bevölkerungsschichten ermöglicht werden könnte. Bereits einen Monat später, im Oktober 1887, versammelten sich die ersten Gönner zu einer gemeinsamen Besprechung. Auf ihr wurde der Beschluß gefaßt, die unmittelbaren Gründungsaktivitäten einem Komitee zu übertragen. Dasselbe einigte sich dahingehend, daß durch Bildung einer Aktiengesellschaft die nötigen finanziellen Mittel zusammengebracht werden sollten [7, S. 388]. Einer Anregung Foersters folgend, wurde in Rückgriff auf die griechische Mythologie die Muse Urania (= die Vertreterin der Himmelskunde) als Namensgeberin für die Gesellschaft bestimmt [6, S. 81]. Als alleinige Aufgabe der Urania-Gesellschaft legte man „die Verbreitung der Freude an der Naturerkenntnis“ [8] fest. Nachdem vom Komitee im Winter 1887/1888 das Gründungsprogramm veröffentlicht wurde, kam es am 3. März 1888 zur konstituierenden Generalversammlung. Zum wissenschaftlichen und kaufmännischen Direktor der Urania ernannte man Max Wilhelm Meyer, zum Vorsitzenden des Aufsichtsrates wurde Wilhelm Foerster gewählt.

Ausgestattet mit einem Startkapital von 205 000 Mark (es wurde von 143 Aktionären gestiftet und bis 1890 auf 500 000 Mark erhöht) konnte schon vier Monate später, am 7. Juli, der erste Spatenstich für das Urania-Gebäude getan werden. Das im Landesausstellungspark an der InvalidensträÙe befindliche Baugelände stellte die preußische Regierung unentgeltlich zur Verfügung. Nach nur einjähriger Bauzeit erfolgte am 1. Juli 1889 die Einweihungsfeier. Der insgesamt 180 000 Mark kostende Neubau beherbergte sieben Abteilungen: Astronomie, Physik, Mikroskopie, die Instrumentensammlung, das wissenschaftliche Theater, die Redaktion der ab 1889 herausgegebenen gesellschaftseigenen Zeitschrift „Himmel und Erde“ und die Verwaltung.

Die erste Volkssternwarte der Welt verkörpernde astronomische Abteilung bildete die bauliche Dominante des Urania-Gebäudes. Ihre instrumentelle Ausstattung war für die damaligen Verhältnisse außergewöhnlich reichhaltig und großzügig. So befand sich unter einer drehbaren Kuppel von 8 m Durchmesser ein Refraktor mit einer Objektivöffnung von 12 Zoll und einer Brennweite von 5 m. Lediglich die StraÙburger Universitäts-

sternwarte besaß zu dieser Zeit ein leistungstärkeres Instrument in Deutschland! Nach dem Vorbild der Lick-Sternwarte in Kalifornien war der Boden unter dem Fernrohr als hydraulische Hebebühne konstruiert, mit der bis zu 20 Personen zu der jeweiligen bequemsten Augenhöhe emporgehoben werden konnten. Zum Bestand der Sternwarte zählten weiterhin zwei Refraktoren von 6 bzw. 4 Zoll, ein 2 1/2-zölliges Passageninstrument, ein 6-zölliges Spiegelteleskop und ein parallelaktisch montierter Kometensucher von 5 Zoll Öffnung [9, S. 229–232].

Obwohl vorrangig der populären Wissensvermittlung verpflichtet, war das Personal der Sternwarte auch wissenschaftlich tätig. Die bedeutendste Leistung stellte die dem Abteilungsvorsteher Gustav Witt (1866–1946) am 13. Aug. 1898 geglückte Entdeckung eines kleinen Planeten dar. Der auf den Namen „Eros“ getaufte Himmelskörper erlaubte eine wesentliche präzisere Bestimmung der Sonnenparallaxe. Bereits zwei Jahre zuvor, am 8. Oktober 1896, hatte Witt einen Planetoiden gefunden. Seiner Geburtsstadt ein Denkmal im Weltall setzend, gab er ihm den Namen „Berolina“ (vgl. AuR 4/87, S. 105). Am 5. April 1899 glückte Witt noch die Entdeckung eines dritten, auf den Namen „Evelyn“ getauften Planetoiden.

Didaktisch revolutionär waren die physikalische und die mikroskopische Abteilung gestaltet worden. Auf Vorschlag von Eugen Goldstein (1850–1930), dem Entdecker der Kanalstrahlen (vgl. 10, S. 59ff.), hatte man die zu besichtigenden Instrumente und Apparate so aufgestellt, daß die Besucher sie selbst betätigen konnten. Wie die Lebenserinnerungen des Nobelpreisträgers Max von Laue (1879–1960) (vgl. 11) sowie des Nationalpreisträgers Manfred von Ardenne (geb. 1907) [vgl. 12] bezeugen, waren insbesondere die Jugendlichen von der ihnen gebotenen Möglichkeit, Naturwissenschaft und Technik direkt „anzufassen“, tief beeindruckt.

Den mit Abstand stärksten Besucherzuspruch fanden jedoch die naturwissenschaftlichen Schauspiele, die in dem 400 Plätze fassenden Theatersaal aufgeführt wurden. Diese auf Meyer zurückgehende völlig neuartige Form der Volksbelehrung setzte sich zum Ziel, „unabhängig von den Launen des Wetters und dem Bildungsgang des einzelnen ... die Wissenschaft in möglichst leicht faßlicher und anregender Form, gewissermaßen spielend zu vermitteln.“ [7, S. 341] Zu diesem Zweck setzte man farbenprächtige Dekorationen ein, die durch eine ausgeklügelte elektrische Beleuchtung und durch eine abgestimmte akustische Unternehmung effektiv in Szene gesetzt wurden. Ein ausgesprochenes Erfolgsstück war bspw. das Naturdrama „Von der Erde bis zum Mond“. Es erlebte allein im Zeitraum 1.7.–23.12.1889 120 Aufführungen [9, S. 278].

Auf Grund ihrer besonderen Attraktionen entwickelte sich die Urania binnen kurzem zu einer ehrenvollen Volksakademie der Naturwissenschaften. Betrug die Besucherzahl im ersten Geschäftsjahr 1889/90 98 279, so war sie 6 Jahre später auf 178 143 gestiegen [7, S. 344]. Die Urania-Gesellschaft wurde dadurch in die Lage versetzt, ein zweites, mehr im Stadtzentrum gelegenes Gebäude in der TaubensträÙe zu errichten. Am 24. April 1890 konnte der Neubau seiner Bestimmung übergeben werden. Größzügiger und zweckmäßiger als das Gebäude an der InvalidensträÙe konzipiert, wurde er fortan der Hauptsitz der Urania. Die Mitte des Hauses bildete der Theatersaal mit 700 Plätzen. Links und rechts schlossen sich die auf drei Etagen verteilten sechs Experimentier- und Ausstellungssäle an: Maschinen, chemische Technologie, Biologie, Meeres- und Süßwasserbiologie, Akustik und Optik sowie Magnetismus und Elektrizität. Oberhalb des Theaterzuschauerraumes befand sich ein 200 Plätze fassender Hörsaal für wissenschaftlich anspruchsvollere Vorträge. Die vierte Etage diente ausschließlich Verwaltungszwecken. Differenzen über die bauliche Ausführung gaben den Anlaß, am 24. September 1897 Max

Wilhelm Meyer fristlos zu entlassen [6, S. 89]. Trotz dieses herben Verlustes erfreute sich die Urania aber auch weiterhin der Gunst des Publikums. Bis zum Ausbruch des 1. Weltkrieges konnten mehr als 20000 Besucher im Jahresdurchschnitt registriert werden [7, S. 359]. Wichtigen Anteil daran hatte der Umstand, daß es berühmte Naturwissenschaftler, wie z. B. die Nobelpreisträger Max von Laue (1879–1960), Fridtjof Nansen (1861–1930) sowie Walter Nernst (1864–1941), und Techniker, z. B. Werner von Siemens und Thomas Alva Edison (1847 bis 1931), nicht unter ihrer Würde hielten, in der Urania aufzutreten [7, S. 342 ff.]. Wegen ihres beispiellosen Erfolges fand die Berliner Urania bald zahlreiche nationale (bspw. in Magdeburg und München) und internationale (bspw. in Budapest, Mailand und Wien) Nachahmung [7, S. 44]. Der Name Urania wurde dadurch über die Grenzen Deutschlands hinaus zum Synonym für populäre Wissensvermittlung. Durch den 1. Weltkrieg und die nachfolgenden Krisenerscheinungen setzte jedoch gemessen an der glanzvollen Vorkriegszeit ein Niedergang der Berliner Urania-Gesellschaft ein. Im Jahre 1927 war sie gezwungen, das Gebäude in der Taubenstraße zu verkaufen. Da das Sternwartengebäude in der Invalidenstraße 1904 in den Besitz des preussischen Staates übergegangen war und seit 1913 als Universitätssternwarte diente [7, S. 360], verfügte die Gesellschaft über keine eigenen Räume mehr. Der 2. Weltkrieg bereitete ihr dann ein schmerzhaftes Ende. Ihre ehemaligen Wirkungsstätten, an denen u. a. die Astronomen Archenhold (1861–1939), Bärge (1875–1948), Foerster, Graff (1878–1950), Kohl (1889–1957) und Witt wirkten [13, S. 34ff.], fielen ebenfalls dem Krieg zum Opfer. Als einzige Sachzeugen konnten lediglich das große Fernrohr (es steht heute in der West-Berliner Wilhelm-Foerster-Sternwarte) sowie die beiden kleineren Refraktoren, das Passage-Instrument, einige Hills- und Auswertgeräte und Teile der Bibliothek (sie befinden sich in der Archenhold-Sternwarte) gerettet werden.

Lit.: [1] Schreiben Foerstern vom 20. November 1888 an das preussische Kultusministerium. In: Zentrales Staatsarchiv, Dienststelle Merseburg, Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, die Berliner Sternwarte. Rep. 76 Va Sekt. 2 Tit. X Nr. 102 Bd. 12. – [2] Foerster, Wilhelm: Lebenserinnerungen und Lebenshoffnungen, Berlin 1911. – [3] Derselbe: Abendbesuch auf einer Sternwarte. (1880). In: Derselbe: Sammlung von Vorträgen und Abhandlungen, Bd. 2, Berlin 1887. – [4] Lee, Heinrich: Bei Direktor Förster. In: Beiblatt zum Berliner Tageblatt, Nr. 5 vom 1. Februar 1892. – [5] Vom Autor erscheint im nachfolgenden Heft 3 eine Kurzbiographie des zu Unrecht weitgehend in Vergessenheit geratenen „Urania-Meyers“. – [6] Meyer, Max Wilhelm: Wie ich der Urania-Meyer wurde, Hamburg 1905. – [7] Schwahn, Paul: Zum 25jährigen Bestehen der Gesellschaft Urania in Berlin. In: Himmel und Erde 25 (1913). – [8] Foerster, Wilhelm u. a.: Über die Entwicklung und die Ziele der Gesellschaft Urania zu Berlin, Berlin 1889. – [9] Meyer, Max Wilhelm: Die Urania nach ihrer Fertigstellung. In: Himmel und Erde 2 (1890). – [10] Singer, Otto: Eugen Goldstein und die Physik an der Berliner Sternwarte. In: Treder, Hans-Jürgen (Hrsg.): Sternzeiten, Bd. II, Berlin 1977. – [11] Laue, Max von: Gesammelte Schriften und Vorträge, Bd. II, Braunschweig 1961. – [12] Ardenne, Manfred von: Ein glückliches Leben für Forschung und Technik, 4., überarbeitete und ergänzte Auflage, Berlin 1976. – [13] Wattenberg, Diederich: Die Berliner Urania und die Urania-Sternwarte. In: Blick in das Weltall, Heft 4, Berlin 1966. – [14] Heß, Harro: Aus der Geschichte der Berliner Gesellschaft Urania (1888–1907). Vortr. u. Schr. d. Archenhold-Sternwarte Nr. 58 (1979).

Planetenforschung zwischen den Zeiten (I)*

EDGAR MÄDLÖW

Während der 30er bis 50er Jahre dieses Jahrhunderts hat es weltweit eine bemerkenswerte Lücke in der professionellen Planetenforschung gegeben. Es war die Zeit, in der dieser Forschungszeit bis zu einem gewissen Grade abgesättigt erschien und andere Themen in den Vordergrund gerückt waren, gekennzeichnet etwa durch Schlagworte wie Cepheiden-Gesetz, HR-Diagramm, Hubble-Konstante, Einstein-Effekt oder C-N-Zyklus; es war die Zeit des Aufbruchs in die moderne Stellarastrophysik und Kosmologie. Da blieb für die Planetenforschung wenig Aufmerksamkeit übrig.

Sie war Ende der 20er Jahre mit den letzten „Klassikern“ wie P. Lowell, E. Slipher, G. Fessenkov oder E. Antonia di Ausgelingen und nahm einen neuen Anfang erst zu Beginn der 60er Jahre, als das Raumfahrt-Zeitalter mächtig heraufdämmerte. Da war es wohl in erster Linie G. Kuiper, der zunächst eine allgemeine Bestandsaufnahme des seinerzeitigen Wissens über die Planeten durchführte, um daraus Schlussfolgerungen auf die künftige Arbeit ziehen zu können. In der Folge hat sich dann die Planetenforschung, begünstigt durch die mächtig fortschreitende Technologie auf der Erde und im Welt-raum, wahrhaft lawinenartig entwickelt.

In Deutschland waren die letzten Höhepunkte der Planetenforschung vor der Pause markiert durch H. v. Seeliger, der die Kleinkörper-Natur der Saturnringe aus photometrischen Beobachtungen hergeleitet hatte, und durch O. Lohse, der nicht nur 1878 den Großen Roten Fleck (GRF) auf Jupiter (wieder)entdeckt, sondern auch an der Definition der Rotationsperiode der Planeten mitgewirkt hatte. Das war noch zu Ende des vorigen Jahrhunderts. 1912 kam dann H. H. Kritzingers Dissertation zur Rückwärts-Identifizierung des GRF bis 1838 – vielleicht sogar bis zu Cassinis Zeiten – und den Abschluß bildeten in den 20er Jahren die bekannten Planetenbeobachtungen von K. Graff in Berlin und Hamburg-Bergedorf. In Graff selbst hat sich gewissermaßen die Fortwendung von der Planetenforschung manifestiert; nach seiner Übersiedlung nach Wien um 1930 hat er sich nur mehr mit Fixstern-Astronomie befaßt (Graffsches Keilphotometer). Einen späteren Neubeginn professioneller Planetenforschung in Deutschland hat es nicht gegeben; allenfalls eine bescheidene Partizipation an der Bearbeitung sowjetischen oder amerikanischen Raumsonden-Materials.

Allerdings war die „Zeit zwischen den Zeiten“ auch nicht bar jeglicher Aktivität. Einzelne Arbeiten hat es immer gegeben; so zum Beispiel die Veröffentlichung des Engländer R. Wildt [1] über die chemische Interpretation der auf dem Jupiter erkennbaren Farben; oder die Untersuchungen von E. Schoenberg in Breslau [2] über die allgemeine atmosphärische Zirkulation auf Jupiter; oder schließlich die „Astrobotanik“ des sowjetischen Forschers G. A. Tichov [3]. Aber das blieben alles Episoden ohne nachhaltige Wirkung auf die Planetenforschung. Eine bedeutsame Ausnahme jedoch gab es, und das war das Observatorium auf dem Pic du Midi, das die französische Tradition der Planetenforschung auch in dieser

* Nach einem Vortrag an der Archenhold-Sternwarte am 11. 12. 86

Anm. d. Red.: Die in [14] genannte Arbeit von Dr. Harro Heß kann zum Preis von 2,50 M von der Archenhold-Sternwarte bezogen werden.

Zeit nicht hat abreißen lassen. Vor rund einem Jahrhundert auf dem 2800 m hohen Pyrenäengipfel als Wetterwarte errichtet, wurde das Observatorium in den 30er Jahren durch B. Lyot zu einem Institut der Sonnenforschung und schließlich in den 40er Jahren auf Betreiben von E. Antoniadi zu einem Planeten-Observatorium ausgebaut. Zu diesem Zweck wurde das berühmte Pariser „Ellenbogen-Äquatorial“, das Urbild aller Coudé-Fernrohre, ausgeschachtet und die 60 cm-Optik auf den Pic du Midi überführt. Um die lange Brennweite mit der dort erforderlichen kurzen Bauhöhe in Einklang zu bringen, mußte der Strahlengang mehrfach gefaltet werden, was wiederum die Herstellung entsprechend großer Planspiegel höchster Qualität bedingte [4]. Die Schwierigkeiten wurden jedoch gemeistert, und in der Folge kamen vom Pic du Midi, insbesondere unter der Autorenschaft von A. Dollfus und G. de Vaucouleurs, Dokumente visueller und photographischer Planetenbeobachtungen, die alles bisher Dagewesene an Qualität übertrafen. Der Pic du Midi kann für sich in Anspruch nehmen, eine ganze Reihe von Erkenntnissen der Raumfahrt-Astronomie um Jahre oder gar Jahrzehnte vorweggenommen zu haben, wenn allerdings auch erst die Raumsonden die letzten Zweifel beseitigen konnten. Als Beispiel mag die frühzeitige Erkenntnis der vierjährigen Rotation der Wolkenoberfläche der Venus dienen. In anderen Punkten allerdings, wie etwa in der Kartierung der Oberflächen der Jupitermonde, erwies sich auch der Pic du Midi im Nachhinein überfordert.

Während auf dem Pic du Midi professionelle Spitzenleistungen vollbracht wurden, blieb die Breitenarbeit praktisch allein den Amateur-Astronomen überlassen, die an der modernen Astrophysik keinen Anteil haben konnten und in der Planetenbeobachtung eine ihrer „ökologischen Nischen“ fanden. Zeugnisse ihrer Fleißarbeit waren in den populär- oder amateurastronomischen Zeitschriften aus aller Welt zu finden, von den Niederlanden über Belgien, Frankreich und die Schweiz bis Spanien und Italien, von der Tschechoslowakei über Polen sogar bis zu den wenig begünstigten skandinavischen Ländern, vom Nahen über den Fernen Osten bis Australien und Neuseeland; wenn auch politische Verhältnisse sich zwischen 1930 und 1960 gewaltig verändert haben, wenn auch Zeitschriften gegangen und neue dafür gekommen sind, so ist doch der Eifer der Amateur-Beobachter stets der gleiche geblieben. In der Regel waren es Einzelgänger, große und kleine Köpfe, die zwar einander aus den Veröffentlichungen kannten und bisweilen auch miteinander in Korrespondenz standen; eine organisierte Gemeinschaftsarbeit jedoch hat es nur ausnahmsweise und nur auf nationaler Basis gegeben. Eine Tradition auf diesem Gebiet, die weit in das vorige Jahrhundert zurückreicht, hat die British Astronomical Association (BAA) aufzuweisen, mit ihren Fachsektionen, die der Koordinierung der Beobachtung auf den verschiedensten Arbeitsgebieten dienen. Als ein großartiges Ergebnis solcher Sektionsarbeit konnte B. M. Peck im Jahre 1958 die über mehr als sechs Jahrzehnte hinweg gesammelten und ausgewerteten Beobachtungen des Planeten Jupiter [5] präsentieren; auf die Resultate wird später noch zurückzukommen sein. Ein weiteres Gemeinschaftsunternehmen ist die erst in den späten 40er Jahren in den USA begründete Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO), die durch ein eigenes, mittlerweile zur Zeitschrift ausgebauten Beobachtungs-Zirkular, den „Strolling Astronomer“, für eine rasche Kommunikation unter ihren Mitarbeitern und für eine stets aktuelle Präsentation der Beobachtungsergebnisse sorgt.

Nun zum Beitrag der deutschen Amateure an der Planetenbeobachtung jener Epoche. Als ihr geistiger Vorführer darf der legendäre Leo Brenner gelten, der um die Jahrhundertwende an der istrischen oder dalmatinischen Küste der k. u. k. Monarchie eine beachtliche Amateursternwarte unterhielt. Der Name soll, dem Vornehmen

nach, bürgerliches Pseudonym für einen Grafen Spiridon Gopsewicz (oder so ähnlich) gewesen sein, einen krainischen oder slowenischen Adligen, der in sein Hobby offenbar eine Menge Geld zu investieren hatte. Sein Ruf war jedoch ein wenig dubios; einerseits kann man ihn von einer gewissen Schlarlatanerie nicht völlig freisprechen – er behauptete steif und fest, den Andromeda-Nebel mit einem Sechszöller in Einzelsterne aufgelöst gesehen zu haben – andererseits galt er, was gerade die Planetenbeobachtung anbetrifft, als vorzüglicher und zuverlässiger Beobachter. Er hat jedenfalls außerordentlich befruchtend auf die nachfolgende Generation der Amateur-astronomen im deutschen Sprachraum gewirkt.

Brenner hat rund zehn Jahrgänge einer eigenen Zeitschrift herausgegeben, die „Astronomische Rundschau“, in der er nicht nur die ganze Fülle seiner eigenen Beobachtungen veröffentlichte, sondern auch andere Amateurbeobachter zu Wort kommen ließ. Darunter den jungen pfälzischen Lehrer Philipp Fauth, der sich dann später, vor allem nach seiner Übersiedlung nach München, zum Altmeister der deutschen Planetenbeobachtung entwickeln sollte. Fauth hat die Früchte seiner über 50jährigen Planetenbeobachtungen in zwei Veröffentlichungen [6] niedergelegt, die Maßstäbe für seine Zeitgenossen und Nachfolger gesetzt haben. Rund zwei Jahrzehnte jünger als Fauth war W. Löbering, der über nahezu 40 Jahre hinweg von seiner Sternwarte im Vogtland aus eine Fülle von Beobachtungsmaterial zusammentrug, von dem allerdings nur wenig zur Veröffentlichung gelangte. Abgesehen von etlichen Zeitschriften-Beiträgen, besteht sein Nachlaß nur in einem schmalen Bündchen [7], das allenfalls ahnen läßt, was, noch weitgehend unbenutzt, irgendwo in seiner Hinterlassenschaft schlummert. Im Gegensatz zu Fauth, der mit seinem Material großzügige dynamische Studien trieb und diese auch veröffentlichte, ließ Löbering es mehr oder weniger bei der reinen Beobachtung bewenden, die er jedoch als Kunststapel zu höchster Vollendung in der Darstellung trieb; seine farbigen Planetenzeichnungen sind wohl unübertroffen. Es gelang ihm auch, durch ein spezielles Verfahren, die Genauigkeit von Positionsbestimmungen auf dem Jupiter unter die „Schallgrenze“ von einem Grad zu drücken.

Fauth und Löbering waren zweifellos die bedeutendsten unter den Planetenbeobachtern in Deutschland, aber sie standen nicht allein. Wer die damaligen Zeitschriften durchblättert, die „Sterne“, das „Weltall“, die „Himmelswelt“ und später auch die „Sternenwelt“, wird auf weitere Autoren stoßen, die ihre Meriten in der Planetenbeobachtung haben; so etwa C. Fedtke in Königsberg, einen Kenner von Mars und Jupiter; oder W. W. Spanenberg in Schwerin, einen ebenso eifrigen wie kritischen Venus-Beobachter; oder F. Kipp im Württembergischen, der zahlreiche Jupiterbeobachtungen veröffentlicht hat. Diese wenigen seien stellvertretend für viele weitere genannt.

Es mag aber gestattet sein, etwas mehr Raum der Berliner „Szene“ zu widmen, zu der der Verfasser dieser Zeilen sich zeitweilig zählen durfte. In Berlin gab es in den 30er und 40er Jahren eine zwanglose astronomische Vereinigung, eher vielleicht so etwas wie einen astronomischen Stammtisch, nach dem Spiritus rector schlicht „Granatzki-Gesellschaft“ genannt. Im Klubzimmer eines Friedenauer oder Steglitzer Lokals traf sich allmonatlich, was in der Berliner Amateurastronomie Rang und Namen hatte; und dieser erlesene Kreis wurde ergänzt durch viele namenlose Sternfreunde, die dort manchmal lehrreichen Wink erhielten und zu denen auch wir jugendlichen Enthusiasten aus dem Arbeitskreis der Treptower Sternwarte – sie trug damals noch nicht ihren Ehrennamen „Archenhold-Sternwarte“ – gehörten. Drei prominente Planetenbeobachter aus diesem Kreis verdienen eine besondere Würdigung. Einmal H. J. Granatzki selbst, der das Neuland der astronomischen Photographie für den Amateur urbar zu machen suchte [8] und dabei

auch für die Planeten-Photographie mit Amateur-Mitteln Pionierarbeit leistete. Dann Dr. A. Weber, ein waschechter Rheinländer mit entsprechendem Dialekt, ein begnadeter Instrumentenbastler. Er war kein systematischer Beobachter, hatte aber ein Gespür für alles Außergewöhnliche; und so war es durchaus kein Zufall, daß er 1932 auf dem Saturn ein kurzlebiges Objekt entdeckte, das außerordentlich interessante Bewegungsstudien gestattete und zumindest in die deutschsprachige Literatur als der „Weber'sche Fleck“ eingegangen ist; und ebenso war es kein Zufall, daß er Mitentdecker eines Kometen wurde, der dann die Bezeichnung 1946 d und den Namen Pajdasukova-Rothbart-Weber erhielt und Weber selbst den Ehrennamen „Kometen-Tünnes“ eintrug. Der Dritte schließlich war das urberliner Original Max Kutscher, der mit einer waldgeschliffenen Optik von 4 Zoll (und einem ebensolchen Mundwerk) ausgestattet war und mit diesem für eine Planetenbeobachtung nicht eben sehr großen Instrument ganz erstaunliche Leistungen erbrachte. Der Mars war sein Steckenpferd, er kannte jede Gegend und registrierte jede Veränderung auf diesem Planeten; aber auch dem Jupiter und dem Saturn galt seine Aufmerksamkeit. Er war es, der bei jeder Zusammenkunft vor Planeten-Neuigkeiten förmlich überprüdelte und damit jedesmal rege Diskussionen entzündete.

In dieses tätige Milieu führte uns junge „Treptower“ der damalige Leiter der Sternwarte, Studienrat R. Sommer, ein. Er hatte im Herbst 1937 die schon unter den Archenholds bestehende Amateur-Arbeitsgemeinschaft neu begründet und von vornherein zielstrebig auf die Planetenbeobachtung angesetzt. Die Jupiter-Opposition 1938 gab Anlaß zu der ersten größeren Beobachtungs-„Kampagne“ dieses Arbeitskreises, die dann auch in einer Veröffentlichung in „Weltall“ ihren Niederschlag fand. Diese „Haus-Zeitschrift“ der Treptower Sternwarte nahm dann auch in der Folgezeit bis zu ihrem Ende im Frühjahr 1944 treulich die Berichte über jede einzelne Jupiter- oder Marsopposition und jede Venuselongation auf. Wenn auch die Sternwarte gegen Ende des zweiten Weltkrieges an Baulichkeiten und Inventar erheblich litt, konnte doch stets weitergearbeitet werden, insbesondere als der große Refraktor, der den Krieg über stillgelegt war, im Juli 1945 wieder in Betrieb genommen wurde. Die Veröffentlichungen erfolgten nacheinander in den „Sternen“ und der „Himmelswelt“; als eigene Druck-schrift der Sternwarte konnte 1952 ein Bericht über die Jupiterbeobachtungen während eines vollen siderischen Umlaufes dieses Planeten vorgelegt werden [9] – kein Wunder, daß die Sternwarte gelegentlich als „Jupiter-Tempel“ apostrophiert wurde!

Während dieser ganzen Zeit waren wir auch bemüht, Gedanken-austausch mit allen auswärtigen Planetenbeobachtern anzuknüpfen, die wir aus ihren Veröffentlichungen kannten; im Rahmen des jeweils Möglichen auch über Grenzen hinweg. Besonderen Auftrieb erhielten diese Bestrebungen, als 1947 der deutsch-kanadische Sternfreund Ernst Pfannschmidt in Einbeck die Initiative ergriff, nach britisch-amerikanischem Vorbild eine „Planetensektion“ als Träger einer gezielten Gemeinschaftsarbeit ins Leben zu rufen. Er war damit erfolgreich, da er zugleich in den „Mitteilungen für Planetenbeobachter“ ein rasches Kommunikationsmittel schuf, das den Zusammenhalt der Beteiligten gewährleistete. Als er schon 1951 wieder nach Kanada zurückkehrte, wurde die Sektionsarbeit dezentralisiert; auch Berlin bekam einen guten Teil ab, insbesondere die weitere Herausgabe der „Mitteilungen“. Diese dienten nun nicht mehr allein dem Gedanken- und Informationsaustausch, sondern auch der Publikation der Ergebnisse, die allerdings vereinzelt auch schon Eingang in die Fachliteratur fanden [10].

Um die Mitte der 50er Jahre begann plötzlich das Interesse an der Planetenbeobachtung in Berlin zu erlahmen, sowohl an der Archenhold- als auch an der West-

berliner Wilhelm-Foerster-Sternwarte, und die Initiative wanderte nach dem Süden ab; nach Sachsen und Thüringen in der DDR und vornehmlich nach Bayern in der Bundesrepublik. Auch die Zusammenarbeit ließ nach, die individuelle Tätigkeit dominierte. Sie ist verbunden mit Namen wie G. Nemec in München, der, begünstigt durch fortgeschrittene Technik, den Gramatzi-schen Standard der Planeten-Photographie im Anlauf weit überholten konnte; wie W. Sander, ebenfalls im Münchner Raum, mit seinen visuellen Studien am Jupiter; oder wie F. Kinberger in Fürth mit seinen ausgedehnten Beobachtungen atmosphärischer Vorgänge auf dem Mars. Die Planetensektion hörte praktisch auf zu existieren, als ihre „Mitteilungen“ 1962 in der neu begründeten Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ aufgingen, wo die Beobachter künftig auch ihre Ergebnisse veröffentlichten. Erst gegen Ende der 60er Jahre lebte auch in (West-)Berlin die Planetenbeobachtung durch Ch. Kowalec (Jupiter), H. Henseler (Mars) und P. Völker (Saturn) wieder auf.

Die Errungenschaften der Raumsonden-Astronomie provozierten dann ab Mitte der 70er Jahre eine förmliche Explosion auch der Amateur-Planetenbeobachtung, eingeleitet durch die internationalen Unternehmen IJVTOP und ISVTOP*. Diese förderten dann auch wiederum die Gemeinschaftsarbeit im engeren Rahmen. Heute gibt es sowohl in der DDR als auch in der Bundesrepublik je einen „Arbeitskreis Planetenbeobachtung“ mit seinen „Mitteilungen für Planetenbeobachter“. Wenn auch die Namensgleichheit Zufall ist, so ist doch ihre Existenz ein bereites Kennzeichen für die aktuelle Situation in der Amateur-Planetenbeobachtung. Aber das ist nun schon Gegenwart und hat mit der „Planetenforschung zwischen den Zeiten“ nichts mehr zu tun!

Im Rahmen eines solchen historischen Rückblickes erhebt sich naturgemäß auch die Frage nach einem wissenschaftlichen Nutzen dieser Amateur-Arbeit, der die Bezeichnung Planeten-„Forschung“ zu rechtfertigen hätte. Davon soll im zweiten Teil dieses Beitrages im folgenden Heft der Zeitschrift die Rede sein.

- Lit.: [1] R. Wildt: On the Chemical Nature of the Coloration in Jupiter's Cloud Forms. M. N. **99**, 616 (1939). – [2] E. Schoenberg: Die äquatoriale Beschleunigung bei Jupiter. Sitz. Ber. d. Bayr. Akad. Wiss. **1948**, 115. – E. Schoenberg: Die Rotation des Planeten Jupiter. Sternwelt **1**, 193 (1949). – [3] D. Wattenberg: Mars, der rote Planet (S. 138 ff.). Urania-Verlag, Leipzig und Jena 1956. – [4] B. Lyot: L'aspect des Planètes au Pic du Midi. L'Astronomie **67**, 3 (1953). – [5] B. M. Peek: The Planet Jupiter. Verlag Faber & Faber, London 1958. – [6] Ph. Fauth: Jupiterbeobachtungen während 35 Jahren (Publ. V). Verlag Vogtland, Leipzig 1925. – Ph. Fauth: Jupiterbeobachtungen zwischen 1910 und 1938/39 (Publ. IX). G. Schönfelds Verlag, Berlin 1940. – [7] W. Löbering: Jupiterbeobachtungen von 1926 bis 1964. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge Bd. 34, Nr. 190. Verlag J. A. Barth, Leipzig 1969. – [8] H. J. Gramatzi: Hilfsbuch der astronomischen Photographie. F. Dümmers Verlag, Berlin und Bonn 1930. – [9] E. Mädlow: Zwölf Jahre Jupiterbeobachtungen 1938 bis 1949. Mitteilungen der Archenhold-Sternwarte Nr. 24 Berlin-Treptow 1952. – [10] E. Mädlow und G. Schirdehahn: Treptower Jupiter-Beobachtungen 1933/44. A. N. **275**, 256 (1947). – E. Mädlow: Strömungs- und Rotationsverhältnisse auf Jupiter 1950. A. N. **280**, 161 (1952).

* International Jupiter Voyager Transit Observation Program und International Saturn Voyager Transit Observation Program

Leuchtende Nachtwolken

ANDRÉ KNÖFEL

Leuchtende Nachtwolken (Abk. NLC – engl. Noctilucent Clouds) gehören zu den Erscheinungen unserer Atmosphäre, die relativ selten, bei ihrem Auftreten aber durchaus sehr auffällig sind. Die Geschichte der Beobachtung und Untersuchung von NLC ist noch recht jung. Einige neuere Erkenntnisse konnten erst in den letzten Jahrzehnten mit Hilfe von geophysikalischen Raketen gewonnen werden.

„Geburtsstunde“ der NLC

Am 20. Mai 1883 sah die Mannschaft des deutschen Kriegsschiffes „Elisabeth“ aus dem Krater Krakatau auf der gleichnamigen, unbewohnten Insel (heute Rakata) in der Sundastraße zwischen Sumatra und Java eine pilzförmige Wolke aufsteigen, die eine Höhe von 11 km erreichte. Es rieselte Asche vom Himmel und bis Batavia (heute Jakarta) waren Erdstöße zu spüren. Explosionen zu hören. Diese Erscheinungen ließen im Laufe der folgenden Tage nach. Am 26. August 1883 geschah dann die Katastrophe – Krakatau explodierte; die Küsten von Sumatra und Java veränderten sich bis zur Unkenntlichkeit; 40 000 Menschen starben [1]. Ende November 1883 wurde in Europa eine seltsame Erscheinung beobachtet: Bis Sonnenuntergang erzeugten die Sonnenstrahlen am Horizont einen feuerroten Widerschein. Das war vor dem Ausbruch des Krakatau niemals beobachtet und auch richtig mit diesem in ursächlichen Zusammenhang gebracht worden. Der Vulkan hatte Staub in die Atmosphäre geblasen. Daraufhin wurde in Europa täglich der Himmel aufmerksam beobachtet. Innerhalb dieses Beobachtungsdienstes konnten im Frühsommer des Jahres 1884 helle Wolken gesehen werden, die aber als normale, cirrusartige Wolken eingeordnet wurden. Auf diese „leuchtenden (silbernen) Wolken“, machte erst 1885 O. Jesse in Deutschland aufmerksam [2]. Damit schlug die Geburtsstunde der wissenschaftlichen Untersuchungen der NLC.

Erste Erklärungsversuche

In den ersten Theorien konnte das helle Leuchten dieser Wolken nicht erklärt werden. Es wurden Vermutungen laut, daß es sich bei diesem Licht um reflektiertes Sonnenlicht handle, da ein Eigenleuchten dieser Intensität auszuschließen war. Wieder mußte die Krakatau-Katastrophe als Verursacher dieser Erscheinung herhalten. Die NLC sollten nach Meinung der Wissenschaftler aus Vulkanstaub bestehen. Dieser ist jedoch farblich zu dunkel, um dieses helle Leuchten zu erklären. Einzig und allein Eis wäre in der Lage, Sonnenlicht in dieser Intensität zu reflektieren. In diesem Fall würden die Wolken in Höhen auftreten, in der es nach der klassischen Meteorologie keine geben dürfte. Nach spektroskopischen Untersuchungen stand es dann fest: Die NLC reflektieren das Sonnenlicht. Damit war der Streit um die Urheberschaft der NLC nicht geklärt. Vulkanstaub oder Eis – die Wissenschaftler teilten sich in zwei Lager.

Mit Hilfe der Trigonometrie gelang es, die wahre Höhe der NLC zu bestimmen. Ähnlich wie bei der Höhenbestimmung von Meteorbahnen wurde von zwei Beobachtungsorten, deren Abstand (Basis) voneinander bekannt war, zum gleichen Zeitpunkt die Winkelausdehnung der NLC bestimmt. Was jedoch bei den Meteoren noch recht einfach ist – es handelt sich ja um die Vermessung des Anfangs- und Endpunktes, die recht gut zu bestimmen sind – wird bei einer Wolke, die unregelmäßig geformt ist, zum Problem. Deshalb sind die ersten Messungen, die man im Jahre 1889 erstmals veröffentlichte, zum Teil

stark mit Fehlern behaftet. Es wurden Höhen zwischen 60 km und 90 km gefunden [3]. Mit zunehmender Verfeinerung der Meßverfahren konnte die heute allgemein gültige Höhe von $83 \text{ km} \pm 9 \text{ km}$ ermittelt werden [4]. In diesen Höhen kann es keine Eiskristalle geben; so die Erklärung vor 80 Jahren. Aus welchem Material diese Wolken bestanden, blieb vorerst ungeklärt.

Geometrie der Dämmerung

Die NLC treten (und treten) nur in Mittel- und Nordeuropa, im nördlichen Asien und in Kanada auf. Man kann es auf einen Nenner bringen: NLC sind auf nördliche Breiten von etwa 45° bis 60° beschränkt. Dort treten sie mit Ausnahmen auch nur von etwa Anfang Mai bis Ende Juli auf. Die Antwort auf dieses Phänomen liegt darin, unter welchen Umständen überhaupt NLC beobachtet werden können.

Versinkt die Sonne unter dem Horizont, wird es nicht sofort dunkel – die Dämmerung setzt ein. Sie entsteht durch die Beleuchtung der Atmosphäre über dem Beobachtungsort. Dabei wird es umso dunkler, je weiter die Sonne unter den Horizont sinkt, da ihre Strahlen immer weniger Luftschichten beleuchten. Die Sichtbarkeit der NLC hängt ebenfalls von der Stellung der Sonne unter dem Horizont – der Sonnendepression – ab. Der Beobachter befindet sich bereits in relativer Dunkelheit, die NLC werden noch von der Sonne beschienen. Die Höhe der NLC aus einer einzelnen Beobachtung kann nach folgender Formel bestimmt werden (Herleitung in [4]):

$$h = 2R \left[\frac{\sin(d/2 + e) \sin(d/2)}{\sin(d + e)} \right]^2 \quad (1)$$

h : wahre Höhe der NLC [km]; R : Erdradius [km]; d : Sonnendepression [$^\circ$], aus Ephemeriden ermitteln; e : scheinbare Höhe der NLC [$^\circ$], Beobachtungsergebnis. Bei der Formel wurde aus Gründen der Vereinfachung auf die Berücksichtigung der Erdkrümmung verzichtet. Stellt man Formel (1) nach e um, erhält man

$$\tan e = \frac{\left(\frac{1}{\sin(d/2)} \sqrt{\frac{h}{2R}} \right) \sin d - \sin(d/2)}{\cos(d/2) - \left(\frac{1}{\sin(d/2)} \sqrt{\frac{h}{2R}} \right) \cos d} \quad (2)$$

Mit Hilfe dieser Formel lassen sich theoretische scheinbare Höhen der NLC über dem Horizont bei gegebenen Sonnendepressionen und wahren NLC-Höhen berechnen. An den in Tab. 1 aufgeführten Beispielen kann man erkennen, daß NLC bei Sonnendepressionen zwischen etwa 9° und 18° beobachtet werden können. Das gilt streng nur für die Höhe über der Sichtlinie Beobachter-Sonne. Ist die Sonnendepression kleiner 9° , wird der Himmel bereits zu stark erhellt. Damit ist auch die Frage geklärt, warum vor allem in den Sommermonaten in unseren Breiten NLC sichtbar sind: Die Sonne befindet sich selbst um Mitternacht im angegebenen Bereich (Abb. 1). Als Faustregel gilt: Der Zeitraum zwischen dem Ende der nautischen Dämmerung und dem Ende der astronomischen Dämmerung ist zugleich der Zeitraum der NLC-Sichtbarkeit. Aus den Berechnungen und der Abb. 1 kann man ersehen, daß NLC auch im Winter auftreten müßten. Der Zeitraum der NLC-Sichtbarkeit ist allerdings kürzer. Es wurden im Winterzeitraum auch schon NLC beobachtet, ([3], [5]). Die Anzahl der Ereignisse ist jedoch so gering, daß für diese Erscheinung eine andere Erklärung gesucht werden muß.

NLC können in den Sommermonaten in geographischen Breiten über 60° nicht auftreten, da sich die Sonne in diesem Zeitraum nicht oder nur kurz im Bereich der NLC-Sichtbarkeit befindet. In den geographischen Brei-

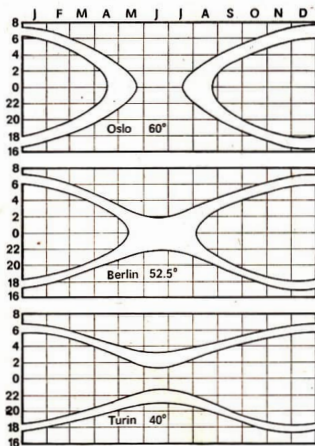


Abb. 1: Sichtbarkeitszeiträume in WOZ von NLC für 45° 52' 5" und 60° n. Br. für $h_{NLC} = 83$ km. Berechnung der Graphik: J. Rendel.

ten unter 45° werden die Beobachtungsbedingungen immer schlechter, da die Sonnenbahn steiler zum Horizont verläuft und damit der Zeitraum der Sichtbarkeit von NLC kürzer wird. Beobachtungen aus dem Bereich unter 45° geographischer Breite sind sehr selten. Es stellt sich nun die Frage warum die NLC fast nur auf der Nordhemisphäre auftreten. Ein Blick auf den Globus beantwortet die Frage: Dieselbe Zone der Sichtbarkeit der NLC auf der Südhemisphäre berührt nur in einem Fall Festland – den südlichsten Zipfel von Südamerika – Feuerland. Neben der geringen Besiedlung ist das Wetter in dieser Region extrem schlecht und unbeständig, so daß dort keine systematischen Beobachtungen gewonnen werden können. Der andere Teil der Sichtbarkeitszone verläuft über den Ozeanen, fernab der regelmäßigen Schiffsfahrtrouten. Damit sind die NLC ein rein nördliches Himmelsphänomen.

Neue Erkenntnisse – neue Fragen

Eine Frage beschäftigte die NLC-Forschung sehr lange: Wo kommt der Staub her; wieso reflektiert er so stark? Wie erwähnt, wurden die NLC erstmals nach dem Krakatau-Ausbruch beobachtet. Es stand also in den ersten Jahren der wissenschaftlichen Untersuchungen der NLC fest – der Staub, aus dem die NLC bestehen sollten, wird bei Vulkanausbrüchen in die Hochatmosphäre geblasen. Allerdings werden bis in die heutige Zeit jedes Jahr NLC beobachtet. Die Anzahl und Intensität der Vulkanausbrüche reicht daher nicht aus, um die Herkunft des Staubes auf vulkanischem Wege zu erklären. Später kam die Theorie auf, kosmischer Staub sei Hauptbestandteil der NLC. Aber auch die Häufigkeit von Meteorströmen oder Meteoriteinfällen (nach dem Tunguskaereignis lebte die NLC-Tätigkeit scheinbar auf) ist zu selten, um als Er-

Tabelle 1: Theoretische scheinbare NLC-Höhen [°] bei gegebener Sonnendepression d und wahrer NLC-Höhe h .

d/h	92 km	83 km	74 km
9°	—	—	89.7
10°	66.8	41.1	25.5
11°	30.4	21.0	14.6
12°	17.9	13.2	9.5
13°	11.9	8.9	6.5
14°	8.4	6.3	4.4
15°	5.9	4.3	2.8
16°	4.1	2.7	1.5
17°	2.6	1.5	0.3
18°	1.4	0.4	(-0.6)
19°	0.3	(-0.0)	—
20°	(-0.0)	—	—

klärung der großen Anzahl von Partikeln in den NLC zu dienen [7].

Messungen mit Höhenraketen in NLC haben ergeben, daß die Partikel sehr klein sind (1 Mikrometer), zu klein, um eine solche Lichterscheinung hervorzurufen. Allerdings stellte man auch leicht flüchtige Stoffe fest. Die Kleinheit der Partikel erlaubt die Erklärung des „Heraufdriftens“ von irdischen Staubeilchen aus Wüsten- und Steppengebieten durch Turbulenzen und besonderen Windverhältnissen, wobei natürlich auch Vulkane und Meteorstaub einen Teil dazu beitragen. Nimmt man an, daß die beeindruckende Leuchtkraft der NLC durch Eis hervorgerufen wird, sind auch die flüchtigen Stoffe in der Partikelzusammensetzung der NLC geklärt. Sie rühren von Eiskristallen her. Diese Theorie steht nicht im Widerspruch mit den Staubeilchen, da diese als Kondensationskerne für die Eiskristallentstehung wirken. Nicht geklärt war anfangs, wieso in diesen Höhen Eis auftreten kann. Im ersten Augenblick ist Eisentstehung bei Temperaturen von etwa 140 K bis 150 K leicht denkbar. Dabei muß man allerdings auch den Druckabfall mit der Höhe einkalkulieren. In Expeditionsberichten von Bergsteigern taucht immer wieder das Phänomen auf, daß Eier in siedendem Wasser in größerer Höhe nicht hart werden. Der Siedepunkt des Wassers wird mit zunehmender Höhe herabgesetzt. Dasselbe geschieht natürlich auch mit dem Gefrierpunkt. Deshalb beträgt der Gefrierpunkt von Wasser in Höhen von 80 km bis 90 km bei einem Luftdruck von 0,5 Pa 140 K und von Kohlendioxid 100 K. Sie sind also die beiden Kandidaten der Verursachung der NLC. Messungen ergaben, daß NLC in Höhen auftreten, die Temperaturen um 140 K aufweisen. Damit kann als erwiesen angesehen werden, daß NLC ihre hohe Leuchtkraft dem Wasseris verdanken. Bei dem in diesen Höhen herrschenden Wasserdampfgehalt dauert es etwa 160 Minuten (so ergaben Modellrechnungen), bis ein Eiskristall entstanden ist [6]. Allerdings funktioniert die Kristallentstehung „unüblich“. Der Wasserdampf lagert sich sofort in Form von Eis an die Kondensationskerne an, ohne den Umweg über den flüssigen Aggregatzustand zu wählen (Sublimation). Ungeklärt ist bis heute der Mechanismus der Staubdrift, denn die Kondensationskerne der NLC bestehen hauptsächlich aus irdischem Material. Weiterhin ist unklar, wieso in den Wintermonaten kaum NLC zu beobachten sind. Hier dürfte sich allerdings eine Lösung anbahnen: Die Temperaturverhältnisse in den NLC-Regionen sind anscheinend so, daß im Sommer dort Temperaturen unter 140 K, im Winter über 140 K auftreten. Daß es also im Winter für die Entstehung von NLC zu warm ist.

Man kann abschließend feststellen, daß der Ausbruch des Krakatau nur den Anstoß zur Beobachtung der NLC gegeben hat. Diese gab es sicher auch schon davor (obwohl nichts darüber bekannt ist), wurden aber wohl als „normale“ Cirruswolken eingestuft.

Lit.: [1] Rezanov, I. A.: Katastrophen der Erdgeschichte. H. Haack, Leipzig 1981. - [2] Jesse, O.: Über die leuchtenden (silbernen) Wolken. Met. Z. 5 (1885), 90. - [3] Schröder, W.: Katalog deutscher Beobachtungen von leuchtenden Nachtwolken für die Jahre 1885-1956. Z. Meteor. 19 (1967), 301. - [4] DeRap, W.: De Hoogte van Lichtende Nachtwolken. Heelal 24 (1979), 75. - [5] Schröder, W.: Katalog deutscher Beobachtungen von leuchtenden Nachtwolken für die Jahre 1885-1965. Z. Meteor. 20 (1968), 372. - [6] Gadsden, M.: Noctilucent Clouds. Q. J. R. astr. Soc. 27 (1966), 351. [7] Rajchl, J.: Fireballs and Noctilucent Clouds. Bull. Astron. Inst. Czechosl. 37 (1986), 305.

Das Fernrohr des Sternfreundes

- Spiegelfernrohre III -

HERBERT SCHOLZE

Das Schmidt-Cassegrain-Teleskop (SC-Teleskop)

Auf Grund sehr kompakter Ausführung, geschlossener Bauweise und praktischer Fehlerfreiheit hinsichtlich Farbfehler hat sich seit zwei Jahrzehnten ein Fernrohrtyp in zunehmendem Maße beim Amateurbereich eingeführt, der bereits um 1940 in ähnlicher Form von J. G. Baker aus der bekannten Schmidt-Kamera heraus entwickelt wurde [1]. Im Grundaufbau ist es ein Zweispiegelsystem in Cassegrain-Anordnung mit zwei rein sphärischen Spiegeln in seiner einfachsten Form. Der durch diese Spiegelform auftretende Öffnungsfehler wird - wie bei der Schmidt-Kamera - durch eine dünne Glasplatte, deren eine Seite nach einer Kurve 4. Ordnung asphärisch geschliffen ist, kompensiert. Es ist gelungen, die Technologie der Herstellung und Prüfung derartiger „Schmidt-Platten“ für kleinere Abmessungen auch in der Serienproduktion technisch-ökonomisch zu beherrschen. Seit dieser Zeit wird das Schmidt-Cassegrain-Teleskop (auch oft kurz SC-Teleskop genannt) bevorzugt mit Öffnungen von 15 bis 20 cm in einigen Ländern kommerziell hergestellt und erfreut sich steigender Beliebtheit.

Ganz im Gegensatz zur von Bernhard Schmidt entwickelten Schmidt-Kamera befindet sich die Korrektionsplatte der üblichen SC-Teleskope nicht am Ort des Krümmungsmittelpunktes, sondern in der Nähe des Brennpunktes des Primärspiegels. Damit ergibt sich einerseits die vorteilhafte kurze Bauweise, die für den Sternfreund ja von besonderem Interesse ist, andererseits werden jedoch die außeraxialen Bildfehler nicht kompensiert und es tritt eine sehr starke Koma auf (bei einem SC-Teleskop von 20 cm Öffnung und relativer Öffnung von 1:10 ist diese nach [2] vergleichbar mit einem 20 cm Newton 1:6). Dadurch ist bei fotografischer Nutzung das brauchbare Bildfeld erheblich eingeschränkt, zumal durch das meist übliche Vergrößerungsverhältnis m des Sekundärspiegels von 5 und dessen hierdurch bedingte starke konvexe Krümmung eine erhebliche zusätzliche Bildfeldwölbung entsteht.

Die außeraxiale Abbildungsgüte läßt sich wesentlich verbessern, wenn der Sekundärspiegel eine elliptische Deformation erhält. Wie die Rechnungen in [2] zeigen, hat dieses optimierte SC-Teleskop über ein recht ausgedehntes Bildfeld praktisch keine Koma und keinen Astigmatismus. Der einzig verbliebene Fehler ist eine allerdings noch erhebliche Bildfeldwölbung. Bei einem solchen 20 cm SC-Teleskop 1:10 ist jedoch der fotografisch nutz-

bare Bildfelddurchmesser immerhin schon 20 mm. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß die vorhandene Bildfeldwölbung natürlich mit einem in der Nähe des Brennpunktes des Gesamtsystems angeordneten Linsensystem (Feldkorrektor) behoben werden kann. Dieses optimierte System zeichnet dann das Kleinbildformat bis in die Bildkerne ohne Qualitätsminderung aus.

Der hohe Vergrößerungsfaktor des Sekundärspiegels führt natürlich zur ebenso großen Vervielfachung jeder Herstellungsgenauigkeit und jeder thermischen Veränderung des Hauptspiegels, an den also beim SC-Teleskop besonders hohe Anforderungen zu stellen sind. Gleiches gilt auch für etwa vorhandene Zentrierfehler [3].

Die Abschattung durch die Sekundärspiegelfassung, die meist „strebenlos“ an der Schmidt-Platte befestigt ist, wirkt sich in einem unwesentlichen Lichtverlust, jedoch nach Auffassung erfahrener Beobachter in einer doch bei hohen Vergrößerungen deutlich merkbaren Minderung des Bildkontrastes aus [2]. Dies wird sicherlich im wesentlichen nur passionierte Mond- und Planetenbeobachter stören. Andererseits stellt dieser auch bei recht erheblichen Öffnungen für den Amateurbereich sehr handliche und bequem aufstellbare Instrumententyp seine hohe Leistungsfähigkeit an Sternhaufen, Nebeln und Galaxien unter Beweis - gute Luft und dunklen Himmel vorausgesetzt!

Zum Abschluß noch einige genäherte Systemdaten der kommerziell hergestellten Instrumente, bezogen auf 20 cm Öffnung und die übliche relative Öffnung von 1:10 nach [2]:

· relative Öffnung des Hauptspiegels	1:2
· Vergrößerungsfaktor des Sekundärspiegels	$m = 5$
· Abstand beider Spiegel voneinander	ca. 30 cm
· Abstand Systembrennweite-Sekundärspiegel	ca. 50 cm
· Abschattung durch Sekundärspiegel-Fassung	ca. 30-35 %

Der Schiefspiegler

Diese Fernrohrart, die besonders von dem unlängst verstorbenen Sternfreund Anton Kutter umfassend weiterentwickelt und popularisiert wurde, hat vor allem in der BRD und in den USA viele Anhänger gefunden. Der Schiefspiegler ist sicherlich für den begeisterten Mond- und Planetenbeobachter ein beachtenswertes Instrument. Auch dieses Fernrohr wurde aus dem Grundprinzip des Cassegrain-Spiegelsystems abgeleitet. Wird dieses Zweispiegelsystem mit rein sphärischen Spiegeln in der üblichen Dimensionierung ausgeführt, so tritt neben den bekannten außeraxialen Bildfehlern ein erheblicher Öffnungsfehler auf der Achse zutage.

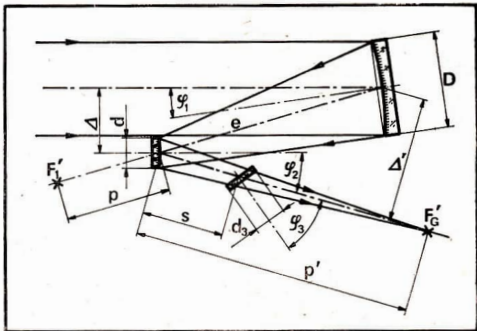
Dieser läßt sich durch Verkleinern der relativen Öffnung des Hauptspiegels und einer verhältnismäßig geringen Vergrößerung des Abstandes beider Spiegel soweit reduzieren, daß er gewissermaßen im Beugungsbereich „untergeht“ und damit unschädlich ist. Leider erhält in einem solch modifizierten sphärischen Cassegrain-System der Sekundärspiegel einen so großen Durchmesser, daß er nicht mehr im Strahlengang akzeptabel wäre. Einer der Grundgedanken, die zum Schiefspiegler führten, besteht darin, den Hauptspiegel gegenüber dem einfallenden Strahlenbündel so „schiefe“ zu stellen, daß der Fangspiegel außerhalb dieses Strahlenbündels zu liegen kommt. Durch diese Maßnahme tritt zwar keine Abschattung durch den großen Fangspiegel mehr auf, aber es wird eine erhebliche Koma und ein untragbarer Astigmatismus in das System eingeführt. Beide Fehler lassen sich dadurch beseitigen, daß auch der Sekundärspiegel um einen bestimmten Winkel gegenüber dem vom Hauptspiegel kommenden Strahlenbündel geneigt wird.

Die Tragik dieser an sich sehr einfachen Korrektionsmöglichkeit liegt darin, daß die Behebung der Koma

Abb. 1: Strahlengang des katadioptrischen Schiefspiegels (nicht maßstäblich).

und des Astigmatismus jeweils unterschiedlichen optischen Bedingungen folgt. Damit existiert keine Fangspiegelleistung, mit der Koma und Astigmatismus gleichzeitig korrigierbar sind. Daraus resultieren zwei grundsätzlich unterschiedliche Schiefspiegel-Systeme:

- das komafreie System (Koma behoben, Astigmatismus überkorrigiert)
- das anastigmatische System (Astigmatismus behoben, Koma unterkorrigiert)



Beim komafreien System läßt sich der Restastigmatismus durch einen zwischen Sekundärspiegel und Systembrennpunkt angeordneten Zylindermensiskus auskorrigieren. Trotzdem ist dieses System nicht allzu häufig ausgeführt worden, wahrscheinlich weil bei der komafreien Anlage die Fangspiegelleistung größer ist als beim anastigmatischen System und damit die mechanische Anordnung der Rohrmontierung sperriger wird.

Am simpelsten läßt sich die anastigmatische Ausführung korrigieren, solange die Hauptspiegelloffnung den Wert von 15 cm nicht überschreitet. In diesem Fall kann durch Verlängerung der Hauptspiegelbrennweite die Restkoma so weit verkleinert werden, daß sie keine bildschädigende Wirkung mehr hat. [4] Bei größeren Öffnungen versagt diese Methode, weil die erforderlichen Rohrlängen dann schnell so groß werden, daß sie für den Amateur nicht mehr beherrschbar sind. Für zwei Anordnungen dieser Art sind nach [6] die wichtigsten Konstruktionsdaten als Überblick in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Restkoma kann auch – ohne die Hauptspiegelbrennweite zu verlängern – dadurch annähernd beseitigt werden, daß der Fangspiegel etwas vergrößert und zusätzlich leicht elliptisch deformiert wird. Der Einbau muß dann so erfolgen, daß ihn die vom Hauptspiegel kommenden Strahlen um ein bestimmtes Maß außerhalb seiner Mitte treffen. Formeln hierzu sind in [5] enthalten.

Für eine strenge Beseitigung der Restkoma anastigmatischer Schiefspiegler mit Öffnungen über 15 cm ist eine

komplizierte Deformation des Sekundärspiegels nach einer Kardioiden notwendig, die nach Kutters eigener Aussage wohl nur einigen geübten Fachleuten gelingt. Unter diesen Bedingungen ist die anastigmatische Anlage nur bis zu Öffnungen von 15 cm unter Verwendung rein sphärischer Spiegel empfehlenswert!

Das für Öffnungen über 15 cm neuerdings fast ausschließlich angewandte dritte Schiefspiegler-System ist unter der Bezeichnung „katadioptrischer Schiefspiegler“ bekannt geworden. Die Fangspiegelleistung dieser Anlage liegt zwischen derjenigen der beiden bereits besprochenen Systeme. Diese Anordnung hat damit Restkoma und Restastigmatismus, beide allerdings nur in geringerer Größe. Beide Restfehler werden durch eine zwischen Sekundärspiegel und Systembrennpunkt geneigt eingebaute, sehr langbrennweitige Plankonvexlinse kompensiert, die zur Behebung einer dabei entstehenden chromatischen Aberration einen kleinen, definierten Keilfehler haben sollte. Nähere Angaben zur Herstellung des konvexen Fangspiegels und der Korrektionslinse sind bei [7] zu finden.

Bei Hauptspiegelloffnungen über 23 cm treten bei allen Arten der Schiefspiegler unzulässig große Restbeträge des Öffnungsfehlers auf, die durch eine ellipsoidische Deformation des Hauptspiegels kompensiert werden müssen. Diese Deformation beträgt 56–60% derjenigen, die für einen Parabolspiegel gleicher relativer Öffnung nötig wäre.

Auf Grund der Tatsache, daß bei kleinen und mittleren Instrumenten alle optisch wirksamen Flächen, bei richtiger Wahl der jeweiligen Schiefspiegelungsanlage, sphärisch belassen werden können, rückt der Schiefspiegler besonders in das Blickfeld derjenigen Sternfreunde, die sich der Spiegelschleiferei verschrieben haben. Das kleine Öffnungsverhältnis und die große Brennweite prädestinieren diesen Instrumententyp geradezu für Mond-, Planeten- und Doppelsternbeobachter. Zwar ist sein mechanischer Aufbau etwas sperrig und durchaus ungewohnt, günstig ist aber, daß sein Fangspiegelrohr nur ca. den halben Durchmesser des Hauptspiegels haben muß. Der Strahlengang des Schiefspieglers wird nicht durch den Hauptspiegel abgeschattet, ist jedoch infolge der weitgehend offenen Bauweise recht empfindlich gegen Luftturbulenzen in Beobachternähe. So bewahrt sich auch hier wieder die Tatsache, daß jedes Fernrohr seinen Himmel aber auch seine Vor- und Nachteile hat.

Tabelle 1: (Längenmaße in mm)

Hauptspiegeldurchmesser	D	110	150
Hauptspiegelbrennweite	f_1	1620	2550
Spiegelintervall	e	919	1481
Fangspiegeldurchmesser	d	55	70
Fangspiegelbrennweite	f_2	-1750	-2720
Durchmesser des Fangspiegelrohres (außen)	d'	70	82
Restkoma	p	701	1069
Schnittweite	p'	1169	1781
Äquivalentbrennweite	F	2700	4250
Erste Achsdistanz	Δ	89	116
Zweite Achsdistanz	Δ'	214	277
Einfallswinkel	φ_1	2°47'00"	2°15'00"
Fangspiegelleistung	φ_2	6°42'50"	5°23'20"

Tabelle 2: (Längenmaße in mm) nach [6]

Hauptspiegeldurchmesser	D	200
Hauptspiegelbrennweite	f_1	2400
Spiegelintervall	e	1365
Fangspiegeldurchmesser	d	90
Fangspiegelbrennweite	f_2	-2530
Durchmesser des Fangspiegelrohres (außen)	d'	100
Restkonus	p	1035
Schnittweite	p'	1752
Äquivalentbrennweite	F	4062
Erste Achsdistanz	Δ	150
Einfallswinkel	φ_1	3°09'15"
Zweite Achsdistanz	Δ'	425
Fangspiegelneigung	φ_2	9°04'22"
Abstand der planen Korrektionslinsefläche vom Fangspiegel	s	745
Glaskort der Korrektionslinse	n_d	1,517
	n_d	64,2
Durchmesser der Korrektionslinse	d_3	90
Brennweite der Korrektionslinse	f_3	29000 ± 3 %
1. Krümmungsradius d. Korr.-Linse	r_3	∞ (plan)
Dicke der Korrektionslinse	i	6—7
2. Krümmungsradius d. Korr.-Linse	r_4	15000
Keilfehler d. Korrektionslinse	δ	0,05—0,06
Neigungswinkel d. Korrektionslinse	φ_3	30° ± 8°

Durch den Einfluß der Korrektionslinse verkürzen sich
 p' auf $p_1 = 1725$
 F auf $F_1 = 4000$

Die wesentlichsten Konstruktionsdaten eines kadioptrischen Schiefspiegels sind in Tabelle 2 gegeben. Für davon abweichende Hauptspiegelföffnungen können die Längenmaße im gleichen Verhältnis verkleinert oder vergrößert werden, die Winkelwerte werden nicht verändert. Die in Tabelle 1 gegebenen Längenmaße sind dagegen nur zu verkleinern, eine proportionale Vergrößerung ist nicht zulässig!

Lit.: [1] Rieker, R.: Fernrohre und ihre Meister, Berlin 1957. — [2] Rutten, H. G. J.: M. A. M. van Venrooij: Die optischen Eigenschaften eines 200mm-Schmidt-Cassegrain-Teleskops. In: Sterne und Weltraum 23 (1984) 274—277. — [3] Alt, E.: Über die optische Korrektion von Schmidt-Cassegrain-Systemen. In: Ebd. 21 (1982) 210. — [4] Kutter, A.: Der Schiefspiegler. In: Ebd. 4 (1965) 12. — [5] Ders.: Der Schiefspiegler, Biberach 1953. — [6] Ders.: Mein Weg zum Schiefspiegler. In: Astro-Amateur. Schr. d. schweizer. astr. Ges., Zürich 1962. — [7] Delpy-Binder: Der erste Schiefspiegler in der Schweiz. In: Orion Nr. 75 (1962) 25.

Vorschau auf Heft 3/1988

Man nannte ihn den „Urania-Meyer“ ● Neuere Radio-
 beobachtungen des galaktischen Zentrums ● Neue Wege
 in der Weltraumfahrt ● Vom „Geo-Sputnik“ zur „Geo-
 Plattform“ ● AuR Besuch bei M. v. Ardenne ● Ge-
 spräch mit „Walja II“ ● Planetenforschung (II) ●
 Marsoppositionen 1984 und 1986 ● Die Quadranten ●
 Kometen 1986 ● Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen
 1987

Sonnenfleckenrelativzahlen November/Dezember 1987

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center,
 Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE (AKS)
 des KB der DDR

d	November		Dezember	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	56	60	17	14
2	57	64	16	13
3	57	74	18	12
4	46	50	12	11
5	47	52	15	20
6	27	33	19	24
7	31	43	34	43
8	43	46	39	40
9	42	43	37	42
10	30	36	34	36
11	28	25	17	24
12	22	26	13	16
13	15	19	20	24
14	23	26	26	22
15	19	25	42	49
16	33	40	40	48
17	46	51	39	49
18	48	42	43	50
19	51	58	28	27
20	49	55	26	25
21	51	71	14	13
22	70	83	24	26
23	89	97	17	20
24	71	92	10	16
25	42	49	28	27
26	50	57	22	33
27	27	33	29	23
28	20	26	28	23
29	20	24	30	28
30	20	22	42	38
31			43	35
Mittel	40,9	47,4	26,5	28,1

A. KOECKELENERGH

H. ALBERT

Achtung, Ausstellung!

Termin vormerken!

„Georg Samuel Dörfel und die Erforschung der Kometen
 von der Antike bis zur Raumfahrt“

Die Ausstellung wird am Sonnabend, den 18. 6. 1988 um
 10.00 MEZ im Vogtlandmuseum in Plauen eröffnet und
 ist bis Mitte September 1988 zu besichtigen.
 (Montags geschlossen)

Verkaufe Cassegrain 250/4000 auf schwerer Montierung
 (2000 M) und Spiegelobjektiv 4/500 (1200 M). — Steffen
 Wündisch, Nr. 7 b, Lutzschera, 7301.

Verkaufe Sonnenfilter SFO 80, Ø = 82 mm mit Fassung
 129 mm Ø, neuwertig, für 200 M. — Dirk Stumpf, Dorf-
 straße 15, Kuhhorst, 1951.



für den rechnenden Sternfreund

Umrechnung von Koordinaten

ANDREAS DILL

In der Astronomie werden vier Koordinatensysteme am häufigsten verwendet: Das horizontale, äquatoriale, ekliptikale und das galaktische Koordinatensystem. Die Umrechnung von Koordinaten eines dieser Systeme in die eines anderen ist mit den hier gegebenen Formeln direkt und einfach möglich.

Folgende allgemeingültige Symbole werden verwendet:

- α, δ Rektaszension, Deklination
- λ, β ekliptikale Länge, Breite
- l, b galaktische Länge, Breite
- g geographische Länge (Ost positiv, West negativ)
- φ geographische Breite (Nord positiv, Süd negativ)
- ϵ mittlere Neigung der Ekliptik
- θ_0 Sternzeit Θ_0 in Greenwich
- θ örtliche Sternzeit
- h Höhe über dem Horizont
- A Azimut, gezählt westwärts vom Südpunkt des Horizontes
- H Stundenwinkel, gezählt westwärts von Süden (Meridian)
- π Äquatorhorizontalparallaxe
- φ' geozentrische geographische Breite eines Beobachters (die von der geographischen Breite auf Grund der Abplattung der Erde etwas abweicht)
- q Abstand des Beobachters vom Erdmittelpunkt in Metern
- N Höhe des Beobachters über dem Meeresspiegel in Metern

1. Die vier astronomischen Koordinatensysteme

Die mittlere Neigung der Ekliptik läßt sich für ein gegebenes Datum aus

$$\epsilon = 23^\circ 43' 29.11'' - 0.0129879 T \\ + 0.0000155 T^2$$

mit $T = (\text{JD} - 2451545.0)/36525$ ermitteln. Für die praktische Anwendung wird es oft genügen, in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts $\epsilon = 23^\circ 44'$ zu setzen. Die örtliche Sternzeit θ zu einem in Weltzeit UT gegebenen Zeitpunkt ist

$$\theta = \theta_0 + L/15 + 1.002737909 UT,$$

womit man den Stundenwinkel eines Objektes in diesem Moment aus

$$H = \theta - \alpha$$

erhält.

Man vergesse nicht, für die folgenden Formeln alle Werte, also auch Rektaszension und Stundenwinkel, in Dezimalgrad zu verwandeln.

Umwandlung äquatorial – ekliptikal

$$\lambda = \arctan \left(\frac{\sin \alpha \cos \epsilon + \tan \delta \sin \epsilon}{\cos \alpha} \right) \quad (1)$$

$$\beta = \arcsin (\sin \delta \cos \epsilon - \cos \delta \sin \epsilon \sin \alpha) \quad (2)$$

Umwandlung ekliptikal – äquatorial

$$\alpha = \arctan \left(\frac{\sin \lambda \cos \epsilon - \tan \beta \sin \epsilon}{\cos \lambda} \right) \quad (3)$$

$$\delta = \arcsin (\sin \beta \cos \epsilon + \cos \beta \sin \epsilon \sin \lambda) \quad (4)$$

Umwandlung äquatorial – horizontal

$$A = \arctan \left(\frac{\sin H}{\cos H \sin \varphi - \tan \delta \cos \varphi} \right) \quad (5)$$

$$h = \arcsin (\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H) \quad (6)$$

Umwandlung äquatorial – galaktisch

Zunächst ermittelt man die Position des galaktischen Nordpols im äquatorialen Koordinatensystem sowie die Lage eines Schnittpunktes zwischen dem galaktischen und dem Himmelsäquator:

$$\alpha_G = 192^\circ 56' + 1^\circ 23' T + 0^\circ 02' T^2$$

$$\delta_G = 27^\circ 13' - 0^\circ 54' T$$

$$l_G = 122.94 - 0^\circ 12' T$$

Mit der Hilfsgröße

$$x = \arctan \left[\frac{\sin (\alpha_G - \alpha)}{\cos (\alpha_G - \alpha) \sin \delta_G - \tan \delta \cos \delta_G} \right]$$

erhält man die galaktischen Koordinaten eines Objektes aus

$$l = l_G - x + 180^\circ \quad (7)$$

$$b = \arcsin [\sin \delta \sin \delta_G + \cos \delta \cos \delta_G \cos (\alpha_G - \alpha)] \quad (8)$$

Umwandlung galaktisch – äquatorial

$$y = \arctan \left[\frac{\sin (l - l_G)}{\cos (l - l_G) \sin \delta_G - \tan b \cos \delta_G} \right]$$

$$\alpha = y + \alpha_G - 180^\circ \quad (9)$$

$$\delta = \arcsin [\sin b \sin \delta_G + \cos b \cos \delta_G \cos (l - l_G)] \quad (10)$$

2. Parallaxe

Für Sonne, Mond und Planeten stehen im allgemeinen geozentrischen Koordinaten zur Verfügung. Sie gelten für einen gedachten Beobachter im Erdmittelpunkt. Je nach Lage des Beobachters bezüglich des Erdmittelpunktes kommt es zu parallaxischen Verschiebungen dieser Koordinaten. Für Sonne und Planeten sind diese Abweichungen klein, beim Mond sind sie jedoch meist beträchtlich.

Die für einen Beobachtungsort zu einem Zeitpunkt gültigen topozentrischen Koordinaten lassen sich wie folgt ermitteln:

Zunächst berechnet man die geozentrischen rechtwinkligen Koordinaten des Beobachtungsortes. Aus praktischen Gründen kommen die geozentrischen

rechtwinkligen Koordinaten in der Form $\varphi \sin \varphi'$ und $\varphi \cos \varphi'$ zur Anwendung. Die in den Formeln enthaltene Größe B ist das Längenverhältnis von Polarradius und Äquatorradius der Erde. Bei einer Abplattung von $1/298.257$ beträgt $B = 0.996\,64719$. Mit $n = \arctan(B \tan \varphi)$ ist

$$\varphi \sin \varphi' = B \sin n + \frac{N \sin \varphi}{6378140 \text{ m}} \quad (11)$$

$$\varphi \cos \varphi' = \cos n + \frac{N \cos \varphi}{6378140 \text{ m}} \quad (12)$$

Zur Berechnung der topozentrischen Koordinaten des Mondes verwendet man folgende Formeln:
Die Korrektur zur geozentrischen Rektaszension beträgt

$$\Delta \alpha = \arctan \left(\frac{-\varphi \cos \varphi' \sin \pi \sin H}{\cos \delta - \varphi \cos \varphi' \sin \pi \cos H} \right) \quad (13)$$

Die topozentrische Deklination wird direkt berechnet:

$$\delta' = \arctan \left[\frac{\cos \Delta \alpha (\sin \delta - \varphi \sin \varphi' \sin \pi)}{\cos \delta - \varphi \cos \varphi' \sin \pi \cos H} \right] \quad (14)$$

Bei entfernten Körpern wie Sonne, Planeten oder Kometen genügen folgende Formeln, um die Differenz zwischen geozentrischen und topozentrischen Koordinaten zu erhalten:

$$\Delta \alpha = \frac{\pi (\varphi \cos \varphi' \sin H)}{\cos \delta} \quad (15)$$

$$\Delta \delta = \pi (\varphi \sin \varphi' \cos \delta - \varphi \cos \varphi' \cos H \sin \delta) \quad (16)$$

Ist die Horizontalparallaxe eines Objektes nicht bekannt, kann sie mit $\pi = 8''.794/\Delta$ berechnet werden, wobei Δ die geozentrische Entfernung in AE ist.

Beispiele:

1. Der Andromedanebel hat die Position (1950,0)

$$\alpha = 0^h 40^m 0 = 0^h 6666 = 10^\circ 000$$

$$\delta = 41^\circ 00' = 41^\circ 000$$

Wie sind seine galaktischen Koordinaten?

Die Position des galaktischen Nordpols 1950 war

$$\alpha_g = 192^\circ 25' \quad \delta_g = 27^\circ 4' \quad l_g = 123^\circ 0'$$

$$x = \arctan \left(\frac{-0.03926}{-1.23161} \right) = 181^\circ 83'$$

$$= 121^\circ 2' \quad b = -21^\circ 57'$$

2. Die topozentrische Position des Mondes für das Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg während der totalen Mondfinsternis am 17. 10. 1986, 15^h TDT, ist zu berechnen.

$$L = 11^\circ 42' 45'' = 11^\circ 7125$$

$$\varphi = 50^\circ 48' 51'' = 50^\circ 8142$$

$$N = 330 \text{ m}$$

$$\alpha = 1^h 28^m 10^s = 1^h 46969 = 22^\circ 04540$$

$$\delta = 0^\circ 32' 44'' = 9^\circ 54556$$

$$\pi = 55' 49''.5 = 0^\circ 93042$$

$$\theta_0 = 1^h 41^m 45^s$$

$$\theta = 20^h 03^m 32^s = 20^h 05900 = 300^\circ 8850$$

$$\sin \varphi' = 0.7715053 \quad \cos \varphi' = 0.6631444$$

$$\Delta \alpha = \arctan \left(\frac{0.0088231}{0.9808767} \right) = 0^\circ 5154 = 2^m 04^s$$

$$\alpha' = 1^h 30^m 14^s$$

$$\delta' = \arctan \left(\frac{0.1532980}{0.9808767} \right) = 8^\circ 8827 = 8^\circ 52' 57''$$

Lit.: Explanatory Supplement to the American Ephemeris and the American Ephemeris and Nautical Almanac. London 1961. - Meeus, Jean: Astronomical Formulae for Calculators. Richmond/Va. 1982.

KURZBERICHTE

Interessantes Jugendlager

Der erzgebirgische Ort Drebach war in der ersten Augustwoche des Jahres 1987 das Ziel von sechzehn jungen Sternfreunden aus allen Teilen der Republik. Dort wollten wir in dem nun jährlich stattfindenden astronomischen Jugendlager neue Anregungen und wichtige Grundlagen für unser Hobby sammeln. Dazu trugen die verschiedenen Referate bekannter Amateurastronomen unseres Landes sowie einiger Teilnehmer bei.

Besonders wichtig für uns war, daß wir selbständig an den Geräten der Sternwarte arbeiten konnten. Viele lernten erstmals die Tätigkeit in der Dunkelkammer und an größeren Amateurinstrumenten kennen.

Die Referenten sprachen über verschiedene Arbeitsgebiete: Beobachtung der Sonne, kleine Planeten, veränderliche Planeten, Sternbedeckungen und Finsternisse. Mit großem Interesse wurden Hinweise zum Selbstbau von Beobachtungs- und Auswertgeräten sowie dem Einsatz von Computertechnik in der Amateurastronomie aufgenommen. Ein Höhepunkt besonderer Art war die Diskussion mit dem Verantwortlichen Redakteur der Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“.

Allen Organisatoren, Referenten und Helfern sei für die lehrreichen und interessanten Tage gedankt, auch für die botanisch-ornithologische Wanderung und die kulturhistorische Exkursion nach Oberwiesental, Freiburg und Annaberg-Buchholz. Unser besonderer Dank gilt dem Leiter der Sternwarte Drebach, Karlheinz Müller, der diesen Lehrgang in dieser beeindruckenden Sternwarte möglich machte.

R. JEKAT

5. Seminar der Sonnenbeobachter - 10 Jahre Arbeitskreis SONNE

Vom 18. bis 20. 9. 87 trafen sich mehr als 30 Sonnenbeobachter im Kulturzentrum der alten Textilstadt Crimmitschau, dem Sitz des Arbeitskreises SONNE (AKS). War auch der Anreisetag ersten Fachsimpeleien und dem Austausch von Beobachtungen in persönlichen Gesprächen vorbehalten, um so konzentrierter wurde am nächsten Tag gearbeitet. Dr. Hamels Vortrag „Die Entdeckung der Sonnenflecken u.a. frühe Fernrohr-entdeckungen in ihrer Bedeutung für die Entwicklung des Weltbildes“ füllte gewiß manche Lücke im histo-

rischen Wissen der Teilnehmer. Anschließend berichtete der Leiter des AKS, Heinz Albert, über 10 Jahre Beobachterarbeit, die in die Epoche des 21. Zyklus fiel. Mit Freude und Stolz nahmen die Sonnenbeobachter zur Kenntnis, daß eben dieser Zyklus an 94,7 % aller Tage durch den AKS beobachtungsmäßig abgedeckt wurde. Die Qualität der ermittelten Relativzahlen spricht für sich, jedoch zeichnet sich bis dato eine rückläufige Entwicklung bei der Fleckenpositionsbestimmung ab. Wurden zwischen 1982–84 noch knapp 30 000 Positionen von 11 Amateuren gemessen, schrumpfte deren Beobachteranzahl später auf vier. Man wird den Wert dieses Seminars an der Reaktivierung des Positionsbestimmungsprogramms messen. Heinz Albert wies eindringlich auf den Wert der durch den AKS zu leistenden Arbeit hin und zerstreute die Bedenken derjenigen, die bislang meinten, die Ergebnisse verschwinden in Schubladen. Relativzahlen werden an Institute nach Brüssel und Freiburg/Breisgau gemeldet, die Fleckenpositionen nach Heidelberg und, ein erfreuliches Ergebnis dieser Tagung, künftig auch zum Einsteinturm nach Potsdam. Dann kamen die Beobachter zu Wort. Harald Paleske stellte in einem Dia-Vortrag seinen Eigenbaurefraktor vor, mit dem ihm schon bemerkenswerte Sonnen- und Planetenaufnahmen gelangen. Er wurde gefolgt von den beiden Stützen des AKS und Auswerteschwerstarbeitern Dieter Brauckhoff und Frank Rümmler, die über Relativzahlauswertung bzw. eine Positionsbestimmungsmethode referierten. Während der Mittagspause bot sich den Teilnehmern Gelegenheit, die nahegelegene Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ zu besichtigen. Direktor Huete (Heinz Albests Nachfolger im Amt) konnte seine Gäste an diesem trüben Tag mit einer kleinen Wolkenlücke überraschen, welche für wenige Minuten einen Blick durch den gepflegten Coudé-Refraktor auf das Objekt unserer Mühen erlaubte.

Der Nachmittag gehörte unseren sechs Gästen der Fachgruppe SONNE der VdS, die sich in sehr netter und lockerer Weise mit und durch ihre Beiträge vorstellten. Wir bekamen einen guten Einblick in die Möglichkeiten und Probleme die sie in ihrer Organisation haben und mancher von uns mußte sich fragen, ob er wirklich die sich ihm hierzulande bietenden Möglichkeiten effektiv nutzt. Für den Abend gab es hinreichend Diskussionsstoff.

Der Sonntagvormittag ließ noch einmal Dieter Brauckhoff zu Wort kommen. Er stellte sein umfangreiches Beobachtungsprogramm vor. Alles was uns die Sonne an Informationen im Integrallicht bietet und was sich mit einem 100/1000 erfassen läßt, bestimmt und mißt unser aktiver Beobachter. Nachdem K.-J. Kober (Pionierpalast „E. Thälmann“) über Möglichkeiten der Computernutzung sprach, kam endlich und letztlich ein Profi zu Wort. Dr. Bachmann vom Einstein-Observatorium erzählte über „Photosphärische Magnetfelder und ihre Wirkung auf chromosphärische Strukturen“ unter Berücksichtigung der Zu- und Mitarbeit des Amateurs. In erster Linie diente dieser Vortrag jedoch der Weiterbildung der Stern- und Sonnenfreunde und wer kann dies letzten Endes besser vermitteln als jemand, der – bildlich ausgedrückt – bis zum Hals in der Sonnenmaterie steckt.

Ein herzlicher Dank der Leitung des AKS und allen Referenten, die jenes Wochenende niveauvoll gestalteten, befriedigend und anregend zugleich.

ACHIM GRÜNBERG

Suche Mond- und Planetenkamera zu kaufen. – Gerschling Schremschweg 1, Rudolstadt, 0822.

Verkaufe Cassegrain-Optik 250/1250/3750 f. 1500 M. – Franko Gerull, Unter den Linden 5, Werder, 1512.

AUS d. LITERATUR



ESO baut VLT

In den nächsten zwei Jahrzehnten ist mit dem Bau mehrerer Großteleskope zu rechnen, deren Dimensionen noch vor 10 Jahren kaum jemand für möglich gehalten hätte. Am 7. Dezember 1987 gab es den Startschuß für das derzeit größte Vorhaben: Der Rat der ESO (Europäische Südsternwarte) bestätigte das Projekt des VLT (Very Large Telescope – Sehr Großes Teleskop). Mit einem finanziellen Aufwand von 382 Mill. DM, 357 Mill. DM allein für die instrumentelle Seite, wird damit in den nächsten zehn Jahren eine gewaltige Anlage installiert werden: Vier Einzelteleskope mit einem Hauptspiegeldurchmesser von je 8 Metern werden, optisch gekoppelt, der Leistung eines 16-Meter-Teleskops gleichkommen. Schon ab 1994 sollen erste Teile genutzt werden können, bevor Ende der 90iger Jahre die volle Leistung zur Verfügung stehen wird. Eine besondere technische Herausforderung ist die Fertigung der vier 8-Meter-Spiegel, an deren Lagerung wegen ihrer geringen Dicke (etwa 20 cm) höchste Ansprüche zu stellen sind. Das VLT soll, wie bereits jetzt zwei Teleskope der ESO, über Satellit vom Hauptquartier in München aus steuerbar sein. Die nächste Zeit muß nun eine endgültige Standortentscheidung bringen. Favorit ist der Cerro Paranal in der Atacamawüste. (A. D.)

Die chemisch-mineralogische Zusammensetzung von kosmischem Staub

Die klassische Astronomie beschäftigte sich mit der Sonne, den planetaren Körpern und den Kleinkörpern des Planetensystems bis herab zu den Meteoriten. Neuerdings sind Teilchen und Felder hinzugekommen, die direkt wahrzunehmen unsere Sinne nicht scharf genug sind. Sie beanspruchen zunehmendes Interesse, denn sie vermögen viel über die Geschichte und die Struktur des Planetensystems auszusagen. Welchen bewundernswerten, fast schon zauberhaft anmutenden Stand die instrumentelle Analysetechnik erreicht hat, zeigt z. B. eine in Science erschienene Arbeit von R. Christoffersen und P. R. Buseck, Staatliche Arizona-Universität; Science 234, 500–502 (1986).

Das untersuchte Objekt ist ein in der hohen Erdatmosphäre eingefangenes interplanetares Teilchen, das „Spray“ genannt wurde. Das nur 50/1000 mm große Teilchen war beim Aufprall auf die Kollektorplatte zerborsten, und einige größere Bruchstücke wurden weiter zerlegt, um genügend Proben für die einzelnen Bestimmungen zu erhalten. Spray 1 und 2, je etwa 10/1000 mm groß, dienten für die Ionenprobe- und Infrarotspektroskopie, Spray 3 nach Pulverisierung (1) und Übertragung auf einen Kohlenstoffträger zur Transmission-Elektronenmikroskopie. Spray erwies sich als bisher fehlendes Bindeglied zwischen den interplanetaren Teilchen und den kohlgigen Chondriten, einer ertümlichen, auf kaltem Wege entstandenen Klasse kohlenstoffreicher Meteoriten. Es enthält u. a. ein Gemisch von Kriställchen verschiedener Art, die sich als erste bei der Konden-

sation einer heißen stellaren Explosionswolke kondensieren; darunter Spinell ($MgAl_2O_4$), Diopsid ($CaMgSi_2O_6$), Anorthit ($CaAl_2Si_2O_8$), Perowskit ($CaTiO_3$), Enstatit ($MgSiO_3$) und Olivin (Fe, Mg_2SiO_4), deren Gehalte an den Hauptelementen quantitativ bestimmt werden konnten (CaO, Al_2O_3, FeO, TiO_2 und Cr_2O_3).

Interessant ist auch der Befund, daß diese Mineralien in einer dunklen Matrix hochmolekularer Kohlenstoffverbindungen eingebettet sind. Einige Diopsid-Kriställchen zeigen Spuren hochenergetischer solarer Sonnenwindteilchen, ein Beweis für die interplanetare Herkunft des Teilchens. Seine komplizierte Zusammensetzung ist ein Ergebnis der Einwirkung von Gasen auf die Ausgangskondensate beim Abkühlungsprozeß, und das Teilchen muß in relativ großer Nähe zur Protosonne entstanden sein. (T.)

Die Farbe der Venus-Oberfläche

Die sowjetischen Venuslander Venera-13 und 14 sowie VEGA hatten u. a. multispektrale und röntgenographische Messungen der Venusoberfläche vorgenommen. Als Hauptbestandteile der basaltischen Gesteine wurden ermittelt (als Oxide gerechnet):

SiO_2	45,1–48,7 %
Al_2O_3	15,8–17,9 %
MgO	8,1–11,5 %
CaO	7,1–10,3 %
FeO	8,8–9,3 %
SO_2	0,9–4,7 % (I)
TiO_2	0,2–1,6 %

Trotz der zahlreichen Messungen in der Venusatmosphäre ist noch unklar, ob sie an der Oberfläche oxydierend oder reduzierend wirkt, wovon der Zustand der Oberflächen-gesteine abhängt. Die Erwartungen, diese geochemisch bedeutsame Frage durch Bestimmung des Oxydationszustandes des silikatisch gebundenen Eisens zu lösen (es kann zwei- oder dreiwertig vorliegen), konnte spektral-analytisch noch nicht entschieden werden. Größere Wahrscheinlichkeit hat die Hypothese, daß die Venusatmosphäre schwach oxydierend wirkt.

Die Venera-13 und 14-Lander hatten je zwei schwenkbare Multispektalkameras, an einander gegenüberliegenden Seiten montiert, die Bilder im blauen, grünen und roten Spektralbereich aufnehmen konnten. Der blaue Kanal blieb leer, wegen der starken Absorption des UV- und kurzwelligen Lichts in der kompakten Venusatmosphäre. In den computerbearbeiteten Bildern von Venera-13 präsentiert sich die Venusoberfläche, also quasi im weißen, neutralen Licht aufgenommen, als grau bis schwarz, ohne farbige Nuancen – ein wenig tröstliches Gewand für einen Planeten, der nach einer der attraktivsten Göttinnen benannt ist. (T.)

Lit.: C. M. Pieters, J. W. Heas, V. L. Barsukov, A. T. Basilevsky u. a., *Science* 234, 1379–1383 (1986)

Die Mars-Oberfläche

Die letzten vier Jahre Marsforschung sind als besonders fruchtbar zu werten, vor allem dank des riesigen Datenmaterials der Viking-Mission, das den Fachleuten zugänglich wurde. Eine Marskarte im Maßstab 1:5000000 ist fertiggestellt, eine im Maßstab 1:2500000 in Arbeit,

und von 30 ausgewählten Regionen sind Mosaik im Maßstab 1:500000 in Vorbereitung. Die Entdeckung, daß die SNC-Meteoriten (4 Shergottite, 3 Nakhlit, Chassigny) höchstwahrscheinlich vom Mars stammen, hat zudem einen direkten Zugang zum Studium der Zusammensetzung des Marsmantels eröffnet.

Der auffällige Unterschied zwischen den weniger von Kratern zernarbten Ebenen der nördlichen Halbkugel und den stark zernarbten Hochländern der südlichen Halbkugel wird als Resultat eines gigantischen Impacts gedeutet. Besonderheiten von Verwerfungen und Kaminen werden benutzt, um die Dicke und Dynamik der Lithosphäre abzuschätzen. Diese Schätzungen gehen weit auseinander; für die vulkanische Tharsis-Region z. B. zwischen 30 und 450 km.

Die Rolle des Wassers bei der Ausprägung der heutigen Marsoberfläche wird intensiv untersucht. Nach neuesten Abschätzungen hat Mars mehrere Hundert Meter Wassersäule und mehr als 10 bar CO_2 verloren. Fraglich ist, ob jemals offene Wasserflächen für längere Zeitspannen auf der Marsoberfläche beständig waren. Die Netzwerke der Rinnen und Kanäle sind wahrscheinlich durch Grundwasserinbrüche und episodische Überflutungen entstanden.

Die Marsoberfläche ist bis zu mehreren Hundert Meter Tiefe ständig gefroren. Im Äquatorgürtel ist selbst Grund-eis unter den jetzigen Klimabedingungen nicht beständig, während es sich in Polnähe ansammeln kann. Meteorologisch bedingte Bodenbewegungen vollziehen sich im Breiten-gürtel 30° – 55° ; hier ist die Mobilität des Bodens in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Eisgehalt am größten. Der heutige Wasserkreislauf des Mars spielt sich zwischen der Atmosphäre, den Polen und dem Regolith (Marsstaub) ab. Er wird durch den saisonalen Zyklus und die bahnbedingten Schwankungen der Wärmebilanz des Mars bestimmt. Der Nordpol ist im Hochsommer frei von CO_2 , während am Südpol stets ein Rest CO_2 -Eis verbleibt. Der Südpol wirkt stets als Senke für Wasser, der Nordpol im Winter.

Staub bedeckt weite Teile der Marsoberfläche, 0,1 bis 2 m dick. Er wird durch Stürme ständig umverteilt. Bei Windgeschwindigkeiten von 40–50 m/s treten Staubteufel auf. Die mineralogische Zusammensetzung der Staubteilchen ist noch ungewiß. Im Gespräch sind Eisen-Aluminiumoxyhydroxide und eisenreiche Al-OH-Silikate (Montmorillonite) sowie Mg-OH-Silikate. Genauere Meßwerte zur Marsgeologie und -mineralogie sind von den Experimenten des geplanten Mars-Orbiters zu erwarten. (T.)

Lit.: M. H. Carr, *Rev. Geophys.* 25, 2, 285–292 (1987)

Unsere Autoren

Dr. G. Bachmann, AdW der DDR, ZIAP, Sonnenobservatorium Einsteinturn, Telegrafenberg, Potsdam, 1561
Ing. Erich Litzroth, Jenaer Str. 69, Erfurt, 5084
Prof. Dr. Paul Dahms, Halnainer Str. 39/22–20, Mittweida, 9250

Dr. Wolfgang Wenzel, AdW der DDR, ZIAP, Sternwarte, PSF 55-27/28, Sonneberg, 6400

Dr. J. Flohrer, PSF 101/1B, Berlin, 1020

Dr. K.-H. Tiemann, Springbornstr. 14, Berlin, 1197

Edgar Mädler, Weinmeisterhornweg 1, D-1000 Berlin 20

André Knöfel, Anton-Fischer-Ring 96, Potsdam, 1580

Herbert Scholze, W.-Weitling-Str. 29/10–36, Dresden, 8046

Andreas Dill, Wilhelmstraße 15, Apolda, 5320

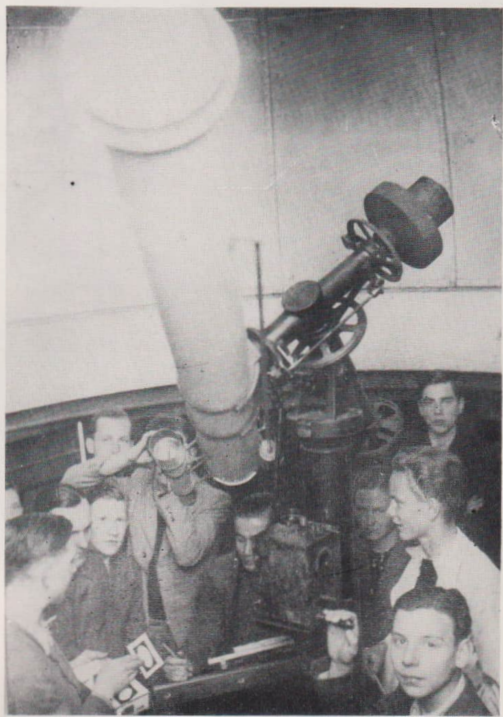
(Weitere Autorenschriften durch die Redaktion.)



Zum Beitrag S. 53:

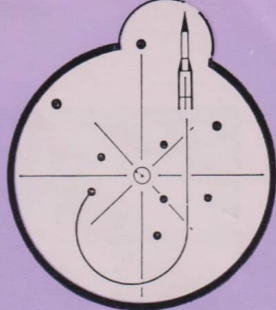
Berliner Planetenbeobachter um 1942 am 4'' Zeiß-Refraktor (mit Studienrat R. Sommer) und am 6'' Merz-Refraktor der Treptower Sternwarte und in Kleinmachnow bei Berlin an der Privatsternwarte von H. J. Gramatzki (im Hintergrund).

Archiv Mädlow





Astronomie UND Raumfahrt



ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

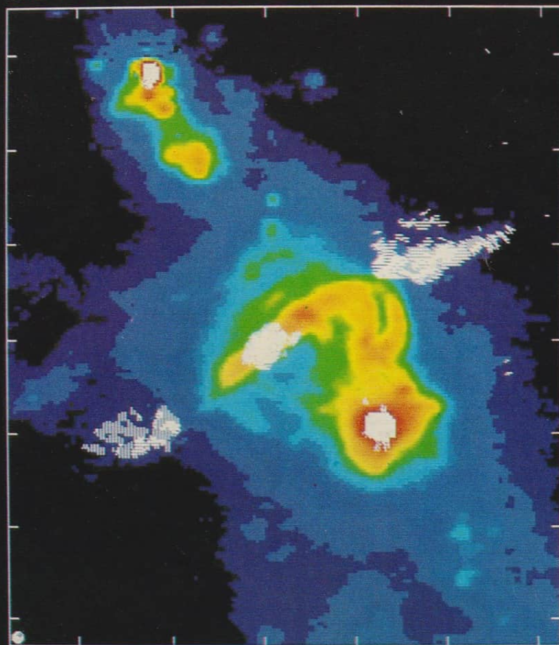
1988

3

GALACTIC CENTRE EFFELSBERG 2.8CM TP+POL

-28° 30'

-29° 0'

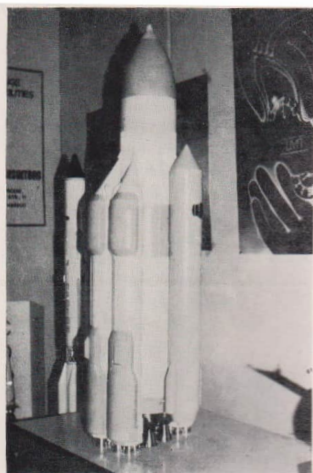
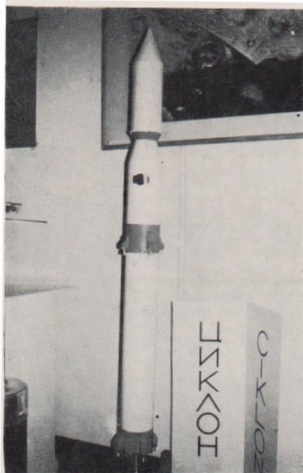


17° 44'

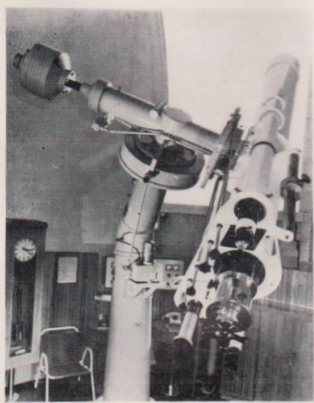
17° 42'

BABS 23-SEP-85

HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Zum Beitrag S. 71



Zum Beitrag S. 76

Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. S.
Marx; – *Verantwortl. Redakteur:*
Ol. Heinz Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S. Marx,
Dipl.-Phys. W. H. Äupl; – *Raum-
fahrt:* Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,
Uwe Schmalzing; – *Philoso-
phie/Geschichte:* Dr. J. Hamel; –
Amateure: Ing. A. Grünberg,
Dipl.-Phys. J. Rendtel, StR A.
Zenkert, Dr. B. Zill; – *Rezen-
sionen:* Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Sekr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61
Straße der Jugend 8,
Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1988 mit 6 Heften.
Bezugspreis im Abonnement,
zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M.
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 Lizenznum-
mer 1490 des Presseamtes beim
Vorsitzenden des Ministerrates
der DDR. Artikel-Nr. (EDV)
523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruss, Crimmitschau

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 be-
arbeiten.

Der Nachdruck der in Astrono-
mie und Raumfahrt veröffent-
lichten Beiträge ist nur mit Zu-
stimmung der Redaktion ge-
stattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

Inhalt

26. Jahrgang (1988) Heft 3

K.-H. Tiemann: Man nannte ihn den „Urania-Meyer“	66
R. Beck: Neuere Radiobeobachtungen des galaktischen Zentrums	69
Fr.-E. Rietz: Neue Wege in der Weltraumfahrt	71
H.-D. Naumann: Vom „Geo-Sputnik“ zur „Geo-Platt- form“	73
AuR zu Besuch bei Manfred von Ardenne (J. Helfricht)	76
Fr.-E. Rietz: Die „Möwe“ war die erste • Gespräch mit „Walja II“	79
W. Götz: Aufnahmen vom Kometen Bradfield (1987s)	80
Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen des SIDC für 1987	81
A. Dill: Mondort und -parallaxe (Aus der Reihe DATA)	81
Sonnenfleckenrelativzahlen Jan./Feb. 1988, SIDC u. AKS	82
E. Mädlow: Planetenforschung zwischen den Zeiten (II)	83
H. Berger: Die Marsoppositionen 1984 und 1986	87
R. Arlt, I. Rendtel: Die Quadranten	88
K. Kirsch: Die Kometenentdeckungen des Jahres 1986	90

Kurzberichte

Der literarische Nachlaß Bruno H. Bürgels • Im Sinne Lohrmanns wirken	92
--	----

Rezensionen	93
-----------------------	----

Vorschau auf Heft 4/1988 • Unsere Autoren	96
---	----

Anzeigen	70, 73, 82, 86, 88, 90, 96
--------------------	----------------------------

Redaktionsschluß: 15. März 1988

Auslieferung an den PZV: 28. Juni 1988

Bildseiten

Titelbild: Radiokarte eines Gebietes von $60' \times 66'$ ($148 \text{ pc} \times 163 \text{ pc}$)
um das galaktische Zentrum bei $\lambda = 2,8 \text{ cm}$, beobachtet am
100-m-Teleskop Effelsberg mit $1,2''$ (3 pc) Auflösung. Rot ent-
spricht den höchsten, Blau den niedrigsten Intensitäten. Linear
polarisierte Strahlung ist durch Vektoren dargestellt. Die Pola-
risation im Zentrum Sgr A ist vermutlich instrumentell bedingt.
Lesen Sie dazu den Beitrag Seite 69!

2. *Umschl.-S.:* (oben) Die Modelle der sowjetischen Trägerraketen.
Links die 4 t Nutzlast in niedriger Erdbit tragende Zyklon,
rechts die Energija, die die Nutzlasten im Huckepack ins All
bringt. Fotos: Rietz. – Lesen Sie dazu Seite 71f. (unten) Das
moderne Privatobservatorium M. v. Ardenne mit dem Refraktor
250/3750. Fotos: E. Rentzsch. – Lesen Sie ab S. 76!

3. *Umschl.-S.:* (oben und Mitte) Mars 1984. Zum Beitrag S. 87,
v.o.n.u.: Gesamtkarte von Berger aus Beobachtungen von März
bis August (Abb. 2) – Gesamtkarte von Mettig, Februar/März
(Abb. 3) – Mars 1986 Juli 2, $ZM = 190^\circ$; Beobachter: Mettig
(Abb. 4) und Mars 1986 Mai 23, $ZM = 239^\circ$; Beobachter: Berger
(Abb. 5).

4. *Umschl.-S.:* „Das schöne Amateurfoto“ von R. Noack, Dres-
den. Nordamerika- und Pelikannebel, Aufn. vom 9.9.1985,
20.48–21.58 MEZ (70 min) mit Trioplan 4/210, Kleinbild,
NP 27.

Man nannte ihn den „Urania-Meyer“

KLAUS-HARRO TIEMANN

Es gehört zu den Phänomenen der Geschichte, daß die Erinnerung an manche Persönlichkeit der Vergangenheit bei den nachfolgenden Generationen aus den unterschiedlichsten Gründen zu Unrecht verblaßt. Zu diesem leider nicht kleinen Personenkreis zählte bislang auch der Astronom Max Wilhelm Meyer.

Geboren am 15. Februar 1853 in Braunschweig als Sohn eines Glasermeisters, leistete er seit den 80er Jahren einen bedeutenden Beitrag auf dem Gebiet populärer Wissensvermittlung. Bis es dazu kam, mußte Meyer jedoch einen entbehrungsreichen, von Zufälligkeiten und Zickzackläufen gezeichneten Weg zurücklegen.

Entsprechend seiner sozialen Herkunft besuchte der junge Max Wilhelm zunächst die Elementarschule und im Anschluß daran die lateinlose Realschule. Als „ganz kleiner Knirps“, der „fast immer krank“, aber „äußerst lebhaft“ war, hatte er während der gesamten Schulzeit „sehr viel zu leiden“ ([1], S. 6).

Nicht unwesentlich trug der Umstand dazu bei, daß er – nach eigener Einschätzung – ein „schlechter Schüler“ ([1], S. 34) war. Lesen konnte er nur „langsam“, im Schreiben „ging es noch schlechter“, rechnen konnte er „gar nicht“ und das Auswendiglernen fiel ihm „unendlich schwer“ ([1], S. 30 ff.). Während es mit dem Rechnen später grundsätzlich besser wurde, blieb die Kalamität im Lesetempo und in der Merkfähigkeit zeitlebens. Aus der Not gewissermaßen eine Tugend machend, vertrat Meyer die im Grundsatz nicht von der Hand zu weisende These „Nur das Wissen kann Früchte in uns treiben ...“, das wir in regem Interesse für die Sache bei lebhaftem, begeistertem Erfassen durchdringen und verarbeiten, das durch unsere Erfahrung und unseren vielfachen Gebrauch während des Studiums selbst sich in uns be-

festigt, nicht, was wir in zehn-, zwanzig-, fünfzigmaligem Nachplappern dem müden Kopfe qualvoll aufnötigen mußten.“ ([1], S. 33)

Die selbstkritisch eingestandene Langsamkeit im Lesen war nur bedingt von Nachteil, denn Lesen und Studieren fielen dadurch bei Meyer in eins zusammen. Und was schließlich das schlechte Schreiben betraf, so trat auch hier – wie beim Rechnen – in den nachfolgenden Lebensjahrzehnten ein solcher Wandel ein, daß das Schreiben eine seiner größten Stärken wurde! Trockene und schwierige Sachverhalte verwandelten sich unter seiner Feder zu einer spannenden und zugleich weiterbildenden Lektüre. Nur mit der Orthographie stand Meyer ein Leben lang auf Kriegsfuß. Freimütig gestand er bei Kontaktaufnahmen mit Verlegern: „Ich mache Sie darauf aufmerksam, daß ich nicht orthographisch schreiben kann. Machen Sie mit meinem Text in dieser Hinsicht, was Sie wollen.“ ([1], S. 31)

Nur mit den notdürftigsten Elementarkenntnissen versehen, freute sich der junge Meyer „herzlich“ ([1], S. 34), als er Ostern 1867 endlich die Schule verlassen konnte. Zunächst als „Mädchen für Alles“ in der väterlichen Werkstatt beschäftigt, setzte er schließlich durch, daß sein Traum, eine Buchhändlerlehre aufnehmen zu dürfen, Realität wurde. Aber erst bei der zweiten Arbeitsstelle gelang es ihm, die mit seiner Berufswahl verknüpfte Vorstellung, nach Herzenslust Bücher lesen zu können, zu verwirklichen. Der dabei entfachte, jedoch nur undifferenzierte Wissensdurst wurde in die astronomische Richtung gedrängt, als Meyer per Zufall die „Populäre Himmelskunde“ von Jahn in die Hände bekam. Mit Vehemenz begann er sich ausgerechnet auf die Ermittlung von Kalenderdaten zu stürzen, eine Problematik, die bekanntlich einen hohen Rechenaufwand und ein entsprechendes Geschick verlangte. Obwohl nur über mangelhafte Schulkenntnisse verfügend, schaffte es Meyer mit eiserner Willenskraft, sich das erforderliche astronomisch-mathematische Wissen im Selbststudium anzueignen.

Durch den Tod des Vaters im März 1872 – die

„Die Geschichte der Naturwissenschaften ist zugleich die Geschichte der Entwicklung des menschlichen Geistes überhaupt. Keine Wissenschaft bietet uns aber ein so klares Bild von jenem Entwicklungsgange als die Astronomie, und gerade aus diesem Grunde ist ihre Geschichte so überaus lehrreich.“

„Die Geschichte der Astronomie ist ein Bruchstück der Geschichte der Menschheit, erfreulicher und lehrreicher als viele Berichte von Staatsaktionen und Schlachten: sie zeigt uns ein Bild von der Entwicklung des menschlichen Geistes und verkündet uns seine Eroberungen, d. h. die Eroberungen der Humanität.“

„Aber auf rühmende Anerkennung durch die Geschichte darf nur der rechnen, der sich für die Wahrheit empfänglich zeigt und ihr zu dienen sucht.“

„Und mit welcher freudigen Genugtuung muß es uns erfüllen, wenn wir sehen, daß alle gebildeten Nationen sich im Laufe der Zeit bereitwillig die Hände geboten haben, um mit vereinten Kräften diese edle Arbeit des Geistes [die Astronomie] zu fördern!“

Abb. 1: Die Urania-Sternwarte im „Landesausstellungspark“ an der Invalidenstraße.



Mutter war bereits 6 Jahre zuvor verstorben – wurde die Beschäftigung mit der Astronomie auf eine neue Stufe gehoben.

Völlig auf sich allein gestellt und von dem Wunsch beseelt, an einer Sternwarte arbeiten zu dürfen, wagte es Meyer, der nächstgelegenen Göttinger Universität sein Ansinnen vorzutragen. Da ihm zu Ohren kam, daß der dortige Sternwartendirektor Klinkerfues (1827–1884), „mehr ins Weinglas, als ins Fernglas zu schauen pflegte“ ([1], S. 47), wandte er sich direkt an den Rektor der Universität, den berühmten Mathematiker Clebsch (1833–1872). Dieser lud ihn umgehend zu einer persönlichen Unterredung nach Göttingen ein. Beeindruckt von Meyers Wißbegierde und den vorgelegten mathematischen Kostproben, machte Clebsch von seinem Recht als Rektor Gebrauch, talentierten Kandidaten ohne Reifezeugnis die reguläre Immatrikulation zu ermöglichen. Clebschs plötzlicher Tod am 7. November 1872 brachte es jedoch mit sich, daß der frischgebackene Astronomiestudent Meyer bereits nach einem Semester die Universität verlassen mußte [2]. Auf Empfehlung von Klinkerfues wechselte er zur Leipziger Universität, um bei dem Sternwartendirektor Bruhns (1830–1881) als Famulus zu arbeiten. Daneben rechnete er „an furchtbar

langweiligen geodätischen Arbeiten“ ([1], S. 53), die ihm aber immerhin das erste selbstverdiente Geld eintrugen.

Ein für Leipzig, dem Klein-Paris, nicht ungewöhnlicher Vorfall, nämlich eine unglückliche Liebesaffäre, bewirkte, daß Meyer sich recht bald nach einer neuen Universitätsstadt umschaute. Um dem Militärdienst zu entinnen, wählte er die Züricher Universitätssternwarte. Hier promovierte er Ostern 1875 mit einer Arbeit „Über Doppelsterne“. Erneut unsterblich über beide Ohren verliebt, reiste Meyer mit seiner Angebeteten Hals über Kopf nach Italien. Die dort folgende Enttäuschung ließ ihn reumütig nach Zürich zurückkehren, wo er sein Leben „kümmerlich und auf grenzenlos langweilige Art“ mit Hilfsrechnerarbeiten am Meteorologischen Institut ([1], S. 63) fristete. Im Jahre 1876 habilitierte sich Meyer an der Universität, aber eine grundsätzliche Änderung der als unbefriedigend empfundenen Lebenslage zeichnete sich nicht ab. In der Suche nach einem Ausweg kam ihm schließlich die Idee, die italienischen Reiseeindrücke literarisch zu verwerten. Die an verschiedene Zeitungen abgeschickten Artikel wurden sämtlich zurückgeschickt.

Der verantwortliche Redakteur der „Frankfurter Zeitung“ verband jedoch seine Ableh-

„Aber dem Erkennen ist keine absolute Grenze gesetzt, wenn auch ewig eine Grenze. Irren ist darum des Menschen Los, Mangelhaftigkeit sein Zustand. Irrtümer, einseitige Wahrnehmungen, falsche Schlüsse sind unvermeidlich. Wer den Menschen nicht irren lassen will, will ihn sich nicht entwickeln lassen. Ja die Irrtümer werden häufig ebenso lehrreich wie die Wahrheit. Der Weg zur Wahrheit geht oft durch das Tor des Irrtums. Und wie im Leben des Menschen, so gibt es in der Entwicklung der Wissenschaften Perioden und Epochen: der Fortschritt ist bald langsamer, bald schneller, es fehlt selbst nicht an stationären Perioden, nicht an (scheinbarer) Rückläufigkeit!“

„Die Bescheidenheit! – diese edle Frucht wirklicher Erkenntnis, im Gegensatz zu der Anmaßung derer, welche die Demut stets im Munde führen und anderen empfehlen, während sie durch ihr Gebahren beweisen, wie weit sie von der einfachen menschlichen Tugend der Bescheidenheit noch entfernt sind. Wo kann der Mensch, der sich so gern einbilden möchte, die Welt sei nur seinetwegen geschaffen, besser die Bescheidenheit lernen, als bei der Betrachtung des unermessenen Weltalls, in welchem unsere Erde, ja unser Sonnensystem nichts ist, als ein winziges Körnchen, nichts als ein Tropfen im unendlichen Ozean!“

Aus: Max Wilhelm Meyer (Hg.): Disterwegs populäre Himmelskunde, 21. Aufl. Hamburg 1909, S. 398, 399, 430¹ 431, 432.



Abb. 2: Der 12 Zoll-Refraktor der Urania-Sternwarte ($d \approx 31$ cm).

nung mit der Empfehlung, ein astronomisches Feuilleton zu schreiben. Unter dem Titel „Etwas über die Zukunft der Welt“ wurde am 11. und 12. November 1876 in der „Frankfurter Zeitung“ der erste populärwissenschaftliche Artikel Meyers veröffentlicht. Der Anregung des Leipziger Verlegers Schloemp folge leistend, wurde der Grundgedanke des Zeitungsartikels zum ersten Buch („Selbstbiographie vom Himmel“, Leipzig 1877) erweitert.

In dieselbe Zeit fiel auch Meyers erster öffentlicher Vortrag, dem sich auf Grund des Erfolges eine Vortragstournee durch eine Reihe Schweizer Städte anschloß. Dabei nutzte Meyer erstmals die Möglichkeit, das gesprochene Wort durch bildliche Darstellungen zu ergänzen. All diese populärwissenschaftlichen Aktivitäten trugen jedoch vorerst nur einen episodischen Charakter. An den Sternwarten in Neuchâtel (1877), Genf (1877–1882) und Wien (ab 1882) suchte Meyer vorerst noch, seine berufliche Laufbahn fortzusetzen. Einen Namen machte er sich vor allem durch Arbeiten über den Saturn und dessen Ringsystem (Vgl. [3] und [4], S. 49–56).

Auf der Wiener Sternwarte, die stand unter Leitung des renommierten von Oppolzer (1841 bis 1886), bekam er jedoch schließlich das astronomische Rechnen „gründlich satt“ ([1], S. 71).

Nicht gewillt, das ganze Leben als „Rechenmaschine“ ([1], S. 71) zu fungieren, entschied sich Meyer, ein berufsmäßiger populärwissenschaftlicher Schriftsteller zu werden. Mit dem in der Wiener „Neuen Freien Presse“ abgedruckten Feuilleton „Ein Besuch auf der Sternwarte“ begann eine eindrucksvolle Kette von „Eintagsfliegen“ ([1], S. 71) deren Zahl bis 1908 auf mehr als 700 kletterte.

Schon in einer der ersten Rezensionen wurde Meyers besonderes Talent zur populären Schilderung wissenschaftlicher Sachverhalte mit den Worten gewürdigt: „Unähnlich seinen gelehrten Kollegen, welche die Sterne zu begucken, aber nicht zu betrachten pflegen, vor lauter Bäumen den Wald, d. h. vor lauter Sternen den Himmel, vor lauter gelehrtem Detail das Ganze des Kosmos, wie es auf Gemüt und Phantasie wirkt, nicht sehen – unähnlich diesen weiß unser Autor das Leben am Sternenhimmel, und nebenbei das Treiben auf der Sternwarte, zwar so gelehrt wie kein Feuilletonist aber auch so feuilletonistisch anziehend, wie kein Astronom der Welt zu beschreiben. Er besitzt bei aller fachwissenschaftlichen Gelehrsamkeit so viel geistige Frische und Universalität des Geistes, daß er sich mit Leichtigkeit auf den Standpunkt des Laien zu versetzen und ihm die Geheimnisse seiner Wissenschaft zu vermitteln weiß.“ (Zit. in [1], S. 73)

Anknüpfend an die Schweizer Vortragsreihe reifte bei Meyer der bahnbrechende Gedanke, ein populäres naturwissenschaftliches Drama zu inszenieren, in welchem die Natur „in ihrer lebendigen Wechselwirkung, in ihrem Nacheinander, in ihren drei Dimensionen“ ([1], S. 76) dargestellt werden sollte. Das mit dem Namen „Bilder aus der Sternenwelt“ versehene Schauspiel konnte kurz vor Weihnachten 1884 in einem der größten Säle Wiens mit glänzendem Erfolg uraufgeführt werden. Durch den Beginn der Faschingsaison gezwungen, in ein kleines Theater umzusiedeln, wurden die Aufführungen schnell zu einem finanziellen Verlustgeschäft und aufgegeben. Ende 1885 nahm Meyer das Angebot des Berliner Tageblattes an, ständiger wissenschaftlicher Mitarbeiter zu werden. In dieser neuen Tätigkeit schrieb er zwei Jahre lang monatlich fünf Feuilletons. Daneben entstanden vier weitere Verbreitung findende Bücher: „Die Königin des Tages“ (Wien 1886, 2. Auflage 1900), „Kosmische Weltansichten“ (Berlin 1886), „Auf der Sternwarte“ (Berlin 1887) und „Lebensgeschichte der Gestirne“ (Berlin 1887). (Vgl. [9], S. 130). Im Winter 1886/1887 kam es dann zu der folgenreichen Begegnung mit dem Direktor der Berliner Sternwarte, Wilhelm Julius Foerster (1832–1921).

Meyers Idee, das Wiener Experiment in Berlin in größerem Stile fortzusetzen, korrespondierte mit ähnlichen Überlegungen Foersters. Das Projekt der „Urania“ wurde gemeinsam aus der Taufe gehoben. Am 3. März 1888 konstituierte sich die Urania-Gesellschaft und ein Jahr später, am 01. Juli 1889 wurde das Uraniagebäude an der Invalidenstraße eingeweiht (Vgl. [5]). Mit der Doppelfunktion des wissenschaftlichen und des kaufmännischen Direktors der Urania betraut, begann für Meyer die schöpferischste und erfolgreichste Schaffensperiode. Während dieser Zeit wurde ihm als „Seel“ des Unternehmens der Ehrenname „Urania-Meyer“ zuteil. Bereits nach kurzer Zeit kam es jedoch zu Reibereien mit einigen einflussreichen Aufsichtsratsmitgliedern der Urania-Gesellschaft, an denen Meyer auf Grund seines überzogenen Selbstwertgefühls und seines mangelhaften diplomatischen Feingefühls nicht unwesentlich Anteil trug [6].

Die schwelende Krise kulminierte bei der Inbetriebnahme des zweiten Uraniagebäudes in der Taubenstraße und führte schließlich am 24. September 1897 zur fristlosen Entlassung. Gewissermaßen über Nacht befand sich Meyer an dem „äußersten Tiefstande“ ([1], S. 91) seines vielbewegten Lebens. Zu alt, um als Astronom wieder Fuß zu fassen, gelang es ihm nur mit größten Schwierigkeiten, die während der Uraniazeit weitestgehend unterbrochene publizistische Tätigkeit wieder aufzunehmen. Das im Leipziger Bibliographischen Institut 1898 erschienene und 10 Jahre später erneut aufgelegte Buch „Das Weltgebäude, eine gemeinverständliche Himmelskunde“ sowie die zahlreichen im Rahmen der KOSMOS-Hefte (sie wurden von der Stuttgarter KOSMOS-Gesellschaft herausgegeben) veröffentlichten Schriften, wie z. B. „Welterschöpfung“ (1904), „Sonne und Sterne“ (1905), „Kometen und Meteore“ (1907; 24. Auflage 1922), „Der Mond“ (1909) und „Welt der Planeten“ (1910), legten nochmals Zeugnis von Meyers außergewöhnlichem populärwissenschaftlichen Talent ab. Der Zenit seiner öffentlichen Wirksamkeit war jedoch überschritten. Ein im Juni 1908 verfaßter „Aufruf zur Begründung einer Galilei-Jubiläums-Sternwarte auf Capri im Jahre 1910“ blieb ohne größere Resonanz.

Viele Zeitungen lehnten es bereits ab, den Aufruf überhaupt abzufragen. Als innerlich gebrochener Mann starb Max Wilhelm Meyer am 17. Dezember 1910 in Untermais bei Meran (Südtirol).

Sein wissenschaftliches Lebenswerk wurde in den Astronomischen Nachrichten (Vgl. [7], S. 47f.), seine Verdienste als Urania-Direktor

anlässlich des 25jährigen Bestehens der Gesellschaft (Vgl. [8], S. 388f.) gewürdigt.

Literatur und Anmerkungen: [1] Meyer, Max Wilhelm: Wie ich der Urania-Meyer wurde. Hamburg 1908. – [2] Die Witwe von Clebsch zog, da sie fast mittellos war, mit ihren vielen Kindern in die Dienstwohnung des Sternwartendirektors ein. Der anspruchsvolle Junggeselle Klinkerfues begnügte sich mit der Dienstwohnung seines Mitarbeiters Meyer. Diesem wurde es aber auf Grund seiner ärmlichen sozialen Lage unmöglich, eine Wohnung in Göttingen zu mieten. Ihm blieb folglich nichts weiter übrig, als an eine andere Sternwarte zu wechseln, um in den Genuß einer mietfreien Dienstwohnung – der elementaren Voraussetzung für die Fortsetzung des Studiums – zu kommen. – [3] Meyer, Max Wilhelm: Le système de saturne. Genf 1884. – [4] Derselbe: Über die Masse des Saturns und seines Ringes. In: Astronomische Nachrichten 108 (1884) Nr. 2572. – [5] Tiemann, Klaus-Harro: Zum 100. Gründungsjubiläum der Berliner Urania. In: Astronomie und Raumfahrt 25 (1988) 2. – [6] Meyer betrachte sich z. B. als den eigentlichen und alleinigen Gründer der Urania. Desweiteren warf er dem Aufsichtsrat wiederholt Inkompetenz in Uraniafragen vor (Vgl. 1, S. 2 und S. 94). – [7] Kobold, Hermann: Wilhelm Meyer (Nekrolog). In: Astronomische Nachrichten 187 (1911) Nr. 4467. – [8] Foerster, Wilhelm: Festansprache anlässlich des 25jährigen Gründungsjubiläums der Urania-Gesellschaft (29. April 1913). In: Himmel und Erde 25 (1913).

Neuere Radiobeobachtungen des galaktischen Zentrums

RAINER BECK

Das Zentrum unserer Milchstraße bietet eine einmalige Gelegenheit, einen schwach aktiven galaktischen Kern aus nächster Nähe (Entfernung 8,5 kpc) zu untersuchen. Während Staub das „optische Fenster“ praktisch völlig verdunkelt, haben Radioastronomen freien Blick auf einen unerwarteten Reichtum an Strukturen. Die von J. Seiradakis, A. N. Lasenby, F. Yusef-Zadeh, R. Wielebinski und U. Klein (Nature 317 (1985) 697) am 100-m-Radioteleskop bei Effelsberg (BRD) gewonnene Radiokarte bei 2,8 cm Wellenlänge zeigt nördlich des Zentrums einen rund 150 pc langen Bogen, der senkrecht zur galaktischen Ebene verläuft und durch fünf kleinere Bögen von 35 bis 50 pc Länge mit dem Zentrum Sgr A in Verbindung zu stehen scheint (Titelbild). In drei Regionen entlang des großen Bogens ist die Strahlung linear polarisiert (weiße Vektoren), also nichtthermischen Ursprungs (Synchrotron-Strahlung). Der Polarisationsgrad beträgt bis zu 30 % und weist auf eine großräumige Ausrichtung des Magnetfeldes hin. Die un-

gleichförmige Verteilung der polarisierten Strahlung im Bogen führen die Autoren auf eine unregelmäßige Depolarisation durch thermisches Gas zurück, das vom Zentrum entlang der fünf kleinen Bögen strömen könnte.

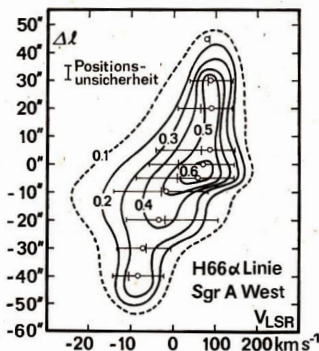
M. Tsuboi und Kollegen (Publ. Astron. Soc. Japan 37 (1985) 359) entdeckten mit dem 45-m-Radioteleskop bei Nobeyama (Japan) hohe Faraday-Rotationen der Schwingungsebenen der polarisierten Strahlung aus den genannten Regionen. (Faraday-Rotation tritt auf, wenn eine elektromagnetische Welle durch ein magnetisches Plasma läuft.) Aus dem Betrag der Rotation folgt eine Magnetfeldstärke von rund $10 \mu\text{G}$, deutlich größer als die mittlere Feldstärke in Sonnenumgebung. Der Umlaufsinn der Rotation ist auf gegenüberliegenden Seiten der galaktischen Ebene entgegengesetzt, d. h., das Magnetfeld hat verschiedene Richtungen relativ zum Beobachter. Y. Uchida, K. Shibata und Y. Sofue (Nature 317 (1985) 699) interpretieren diese Magnetfeldstruktur als Verzerrung von Feldlinien in der Umgebung einer Akkretionsscheibe, die um das galaktische Zentrum rotiert. Die Feldlinien verliefen ursprüng-

lich senkrecht zur galaktischen Ebene und wurden durch die Gasströmung in die Ebene hineingezogen. Die beiden äußeren polarisierten Regionen markieren die Gebiete, in denen das Magnetfeld noch nicht verzerrt ist, die Erklärung für die mittlere Region bleibt jedoch offen. Unverstanden ist außerdem, wieso eine ähnliche Magnetfeldstruktur nicht auch südlich des Zentrums beobachtet wird.

Neuere Beobachtungen in Effelsberg bei 6 cm Wellenlänge durch W. Reich bestätigen die Ergebnisse der japanischen Gruppe global, zeigen jedoch weitere Einzelheiten. Alle diese Beobachtungen sind bedeutsam für die Interpretation aktiver galaktischer Kerne, in denen ähnliche Phänomene auf größeren Skalen auftreten sollten.

Das Gas innerhalb von 2 pc (rund $50''$) um das dynamische Zentrum der Milchstraße ist voll ionisiert. Hier haben P. G. Mezger und J. Wink die Wasserstoff-Rekombinationslinie $\text{H66}\alpha$ (Wellenlänge 1,34 cm) parallel zur galaktischen Ebene kartiert (Astron. Astrophys. 157 (1986) 252.) Abb. 1 zeigt eine Höhenkarten-Darstellung dieser Beobachtungen, wobei die Linienintensität als Funktion der galaktischen Länge und der Frequenzverschiebung, umgerechnet in Radialgeschwindigkeit des emittierenden Gases, aufgetragen ist. Nahe dem Zentrum sieht man ionisiertes Gas mit Geschwindigkeiten bis zu $\pm 200 \text{ km s}^{-1}$. Dieses sog. l_v -Diagramm wird nun mit Modellrechnungen verglichen. Die Rotationskurve steigt zum Zentrum hin sehr steil an, statt – wie man es bei einer gleichmäßigen Verteilung der Sterne erwarten würde – auf niedrige Werte abzufallen. Dieses dynamische Verhalten läßt sich durch die Gegenwart eines kompakten Objektes sehr großer Masse (mehr als eine Million Sonnenmassen) in der unmittelbaren Umgebung des Zentrums erklären. Die aus kontinuierlicher (Frei-Frei-)Radiostrahlung und Infrarot-Strahlung abgeleitete Leuchtkraft im Lyman-Kontinuum und die gesamte Leuchtkraft sind allerdings so niedrig, daß die Autoren einen supermassiven Stern im Zentrum ausschließen. Ein Schwarzes Loch mit Akkretionsscheibe ist eine brauchbare Erklärung für die Gesamtheit der Beobachtungen.

Abb. 1: Verteilung der Radialgeschwindigkeiten v_{LSR} in der Linie $\text{H66}\alpha$ bei 1,34 cm Wellenlänge entlang der galaktischen Länge l , beobachtet am 100-m-Teleskop Effelsberg mit $42''$ ($1,7 \text{ pc}$) Auflösung. Die Zahlen an den Konturlinien geben die Linienintensität (in Jansky pro Keulenfläche) an; die offenen Kreise markieren die Lage der Linienmaxima, die horizontalen Balken die Halbwertsbreite der Linien.



Verkaufe Astron. u. Raumfahrt 1966–86 f. 200 M. – Ulf Zschke, Windmühle 23, Ellenburg, 7280.

Verkaufe Rohrmont. Cassegr. 180/2700 (1300 M). – G. Jödicke, Triftstr. 28, Kelbra, 4712.



Neue Wege in der Weltraumfahrt

FRANK-E. RIETZ

Wie geht es weiter in der Weltraumfahrt? Dies war die Kernfrage auf einem internationalen Forum, das vom 2. bis 4. Oktober in Moskau unter dem Thema „Zusammenarbeit im Kosmos für Frieden auf der Erde“ stattfand. Es war eine historische Veranstaltung. Hier wurde ein Prozeß in der Raumfahrt eingeleitet, der in eine neue Richtung weist – einen Umbruch darstellt. Ohne Zweifel steht die Raumfahrt heute am Scheideweg: Entweder Raumfahrt für den Menschen als Mittel gemeinsamer friedlicher Forschung auf der Erde und im All oder gegen den Menschen, mit der Bedrohung, das Wettrüsten auf den Weltraum auszudehnen, forciert durch die USA, mit Aussicht auf Zerstörung der Menschheit und der ganzen Erde. In diesem Sinne trafen sich Raumfahrttechniker, Raketen- und Raumfahrt-pioniere, Biologen und Mediziner, Planetologen und Raumfahrer, um Möglichkeiten der internationalen Kooperation bei der friedlichen Erforschung des Weltalls und der Erde zu diskutieren. Die Veranstaltung wurde von einer Initiativgruppe von Wissenschaftlern aus der UdSSR, Ungarn, Holland, USA, BRD und einigen anderen Ländern ins Leben gerufen. Leiter der Gruppe war der Direktor des Instituts für Kosmische Forschungen der UdSSR, Akademienmitglied Roald Sagdejew.

Insgesamt 600 Teilnehmer aus über 30 Ländern waren der Einladung der UdSSR zu dieser Veranstaltung gefolgt. Von sowjetischer Seite nahmen sämtliche Leiter der zuständigen Behörden für Weltraumforschung und Raumfahrt teil: Prof. R. Sagdejew, A. Dunajew (Leiter von Glawkosmos), Prof. W. Kotelnikow (Vorsitzender im Rat Interkosmos), Triebwerkskonstrukteur W. Gluschko und der ehemalige Koroljow-Stellvertreter Prof. B. Rauschenbach.

Wie ernst die USA beziehungsweise verschiedene Institutionen wie die NASA diese Veranstaltung nahmen, zeigt die Anzahl US-amerikanischer Teilnehmer: 157! Darunter waren hochrangige Wissenschaftler wie Carl Sagan,

Bernhard Lawn, der Raumfahrtshistoriker Frederick Durant, der ehemalige NASA-Administrator Thomas Paine sowie sieben Astronauten, unter anderem E. Aldrin (Apollo 11), O. Garriot (Skylab, STS 9) und Kathy Sullivan (STS 41 G). Die Interkosmos-Länder schickten ihre Kosmonauten (außer der DDR, dies stieß auf Unverständnis der Teilnehmer). Aus Kanada reiste der Astronaut Marc Garneau und aus Mexiko Rudolfo Neri Vela an. Insgesamt trafen sich dann im Sternenstädtchen 41 Raumfahrer zum Erfahrungsaustausch. Die IAF war mit ihrem Präsidenten Prof. Ortner vertreten, während die ESA ihren wissenschaftlichen Direktor, Prof. Bonnet, entsandte.

Im Mittelpunkt der freimütigen Diskussionen stand, wie sich nach 30 Jahren erfolgreicher Kosmosforschung die zukünftige Weltraumtechnik gestalten wird und muß, die kosmische Wissenschaft sich entwickeln sollte, welche Ziele die Raumfahrt in Zukunft überhaupt verfolgt. Welche kosmischen Projekte sich in Zukunft verwirklichen lassen stand ebenso auf dem Plan, wie die Lösung globaler Probleme mittels kosmischer Technik und Wissenschaft. Es war für viele ein neuer Weg, der hier durch die Sowjetunion eingeschlagen wurde. Dunajew begründete diesen Schritt: „Wir sind an einem Punkt angelangt, wo nationale Raumfahrtforschung auf verschiedenen Gebieten zu teuer wird, der Nutzeffekt sinkt, so daß es sich nicht mehr lohnt. Größere Projekte müssen international verwirklicht werden und die Trägertechnik einiger Länder allen Interessenten an der Raumforschung zugänglich gemacht werden. Das VEGA- und Phobos-Projekt sind bereites Beispiel für machbare internationale friedliche Kosmosforschung im großen Maßstab.“

Das Herausragendste ist das „Programm zur Erforschung des Weltalls im Zeitraum bis zum Jahre 2000: Pläne, Projekte, internationale Zusammenarbeit“ in drei Teilen:

1. Der nahe Weltraum
2. Planeten und kleine Körper des Sonnensystems
3. Der ferne Weltraum

Projekt	Aufgabe	Realisierungs-Zeitraum	beteiligte Länder
Interbol	Erforschung des magnetosphärischen Plasmas und der Sonne-Erde-Beziehung	1990—1991	ČSSR, DDR, ESA, Finnland, Frankreich, Kanada, Kuba, Österreich, SRR, UdSSR, VRB, VRP, UVR
APEX (Aktives Plasma-experiment)	Modellierung und Initiierung des Polarlichtes und der Radiostrahlung im aureolen Bereich, elektrodynamische Verbindung der elektromagnetischen Wellen in Magnetosphäre und	1989	ČSSR, DDR, SRR, UdSSR, UVR, VRB, VRP
Aktives - IK (kosmisches Plasma-wellenlaboratorium)	Erforschung der Verbreitung der elektromagnetischen Wellen in niedrigen Frequenzbereichen	1988	ČSSR, DDR, UdSSR, UVR, VRB, VRP
Koronas - I Koronas - F	Überwachung der Sonnenaktivität	1990—1992	ČSSR, DDR, UdSSR, VRP
Phobos	Untersuchung des Marsmondes Phobos, Atmosphäre und des marsnahen Raumes, Erforschung der Sonne und des interplanetaren Mediums	1988—1989	BRD, Brasilien, ČSSR, DDR, ESA, Finnland, Frankreich, Irland, Österreich, Schweden, Schweiz, USA, UVR, UdSSR, VRB, VRP
Kolumbus	Erkundung des Mars mit Ballonsonde und Marsfahrzeug	1992—1994	?
Vesta	Mögliche komplexe Erforschung von Mars und Venus durch Eintauchsonden, Landung auf einem Asteroiden	1994	?
Korona	Erforschung des Jupiter	1995	?
?	Komplexprogramm zur Erforschung des Mondes mit Beförderung von Gesteinsproben von der Mond-Rückseite zur Erde	1993—2000	?
Granat	Untersuchung von Gammastrahlenausbrüchen	1988	Dänemark, Frankreich, UdSSR
Spektr.-Röntgen-Gamma	Erkenntnisgewinnung der physikalischen Eigenschaften verschiedener Klassen astronomischer Objekte	1. Hälfte der 90er Jahre	BRD, Dänemark, ESA, Großbritannien, Frankreich, Niederlande, UdSSR, DDR, ČSSR
Gamma-I	Erforschung der Natur der Gamma-Sterne	1988	Frankreich, Polen, UdSSR
Aelita	Untersuchung der Reliktstrahlung	?	?
Radioastron-cm	Langfristiges Programm (drei Etappen) zur	1991—1996	?
Radioastron-mm	Erforschung kompakter, intensiver Quellen	1996—2000	
Radioastron K-K	kosmischer Radiostrahlung	2001—2005	
Relikt-2	Suche nach Spuren des Urknall	1992—1993	?

Die zum Teil bestätigten und in Planung befindlichen Projekte (s. Tab. 1) spiegeln die Breite der internationalen Kooperation wider.

Als herausragender Mosaikbaustein bei der Planetenforschung ist das Komplexprogramm „Mars 2000“ zu nennen. In zwei Etappen (1992—1996 und 1996—2000) soll mittels Orbitalsonden, Marsfahrzeugen, Driftballons und Rückführung von Marsmaterie zur Erde der rote Planet umfassend untersucht werden. Auch sollen die Missionen dazu dienen, eventuelle Landeplätze für bemannte Raumflugunternehmen zu unserem Nachbarn auszumachen. Ein weiterer Diskussionspunkt des Moskauer Forums war der Raumfahrtökonomie, also der Effektivität des Einsatzes kosmischer Technik gewidmet. Offen wurden von Seiten der UdSSR die Möglichkeiten der kommerziellen Nutzung

sowjetischer Trägerraketen und Raumflugkörper durch ausländische Interessenten dargelegt. Dunajew erläuterte das Leistungsangebot von Glawkosmos, wobei er betonte, daß die Sowjetunion alle Trägerraketen (einschließlich der Energija, nach Abschluß der Testserie) dem Nutzer anbietet und die Mitnahme von Nutzlasten auf bemannten und unbemannten Raumfahrzeugen möglich ist. Sogar sowjetische Gerätetechnik kann der Interessent mieten. So werden z.B. die Schweißanlage „Vulkan“ oder der Schmelzofen „Kristall“ für Werkstoffexperimente angeboten. Angaben zu den verschiedenen Trägerraketen wurden per Broschüre freizügig mitgeteilt. Mögliche Nutzer konnten sich so über Kapazität, Transport, das elektrische Versorgungssystem und schließlich über die Kosten kundig machen. Auf meine Frage an Dunajew,

warum die UdSSR darat großzügig mit ihren technischen Informationen umginge, erwiderte er: „Wir sind an einer internationalen Zusammenarbeit interessiert. Unser Land will durch Glawkosmos allen die Möglichkeit geben, an dieser friedlichen Kosmosforschung teilzuhaben. Dazu ist es notwendig, unsere Möglichkeiten bis in jede Einzelheit aufzuzeigen, damit sich der Nutzer ein Bild machen und seine Beteiligung abschätzen kann.“

Und Glawkosmos hält ein beachtenswertes Angebot bereit (vgl. AuR 5/1987).

Verschiedene Firmen und Organisationen aus Indonesien, Großbritannien, Indien und der BRD haben sich über die Möglichkeiten bei Glawkosmos erkundigt. Selbst US-amerikanische Konsortien bekundeten ihr Interesse, mit sowjetischer Technik ins All zu fliegen. Kein Wunder, denn vorläufig ist mit Trägersystemen aus den USA nicht zu rechnen. Doch das sogenannte CoCom-Gesetz (Verbot von Technologie-Transfer in sozialistische Staaten) verhinderte bisher das Zustandekommen von Verträgen.

Mit Glawkosmos bietet die Sowjetunion allen Ländern die Möglichkeit, auch ohne eigenen Raumfahrt-Fuhrpark an der Weltraumforschung teilzunehmen. Eine Bedingung stellt allerdings die Vereinigung an den Nutzer: Die Komponenten, die mit sowjetischer Technik ins All fliegen, müssen ausschließlich friedlichen Zwecken dienen und dürfen das Leben und die Gesundheit der Menschen nicht gefährden.

Worüber auch immer auf dem Forum diskutiert wurde – ob über den Flug zum Mars oder eine gemeinsame Forschung auf internationalen Orbitalkomplexen – stets war der Ruf nach enger internationaler Zusammenarbeit zu hören. Ohne sie ist eine effektive Erforschung des Universums nicht denkbar. Ein erster Schritt in diese Richtung könnte das für 1992 vorgeschlagene „International Space Year“ sein.

Vom „Geo-Spultnik“ zur „Geo-Plattform“

H.-D. NAUMANN

1963 – vor 25 Jahren – wurden die ersten Experimente zur Schaffung geostationärer Satelliten und ihrer Nutzung für interkontinentale Nachrichten-Weitstreckenverbindungen unternommen. Am 14. 2. 1963 starteten die USA den aktiven Nachrichtensatelliten SYNCOM 1 (A-25), der zwar eine geostationäre Bahn erreichte, jedoch nur einen Teilerfolg darstellte, da 13 s nach der Zündung des Apogäumsmotors der Funkkontakt abbrach und der Satellit nicht nutzbar war. Am 26. 7. 1963 wurde dann SYNCOM 2 (A-26) als erster funktionsfähiger Nachrichtensatellit in eine geostationäre Position über 55° w. L. gebracht, wo er zufriedenstellend arbeitete. Seine Bahn wies noch eine Inklination von 33° 43' auf, so daß er mit dieser um die Position in einer Lemniskate pendelte. Mit dem am 19. 8. 1964 gestarteten SYNCOM 3 (A-27) gelang mit einem verbesserten Bahnkorrektursystem dann die erste vollkommene Äquatorbahn ($i = 0,06^\circ$). Bei 180° w. L. positioniert, diente er u. a. für die Übertragungen der XVIII. Olympischen Spiele in Tokio. Seine weitere „Karriere“ war weniger rühmlich. Den US-Streitkräften übereignet, diente er für Nachrichtenverbindungen zwischen den USA und den amerikanischen Aggressionstruppen in Vietnam.

Diese ersten Tests waren unter zweierlei Aspekten von Bedeutung: Zum einen wurde der praktische Beweis für die Beherrschbarkeit der komplizierten Bahn- und Steuerungsmanöver für den Einschub eines künstlichen Satelliten in eine geostationäre Position von einem außerhalb der Äquatorebene gelegenen Startplatz aus erbracht, zum anderen die nicht weniger wichtige Nutzbarkeit geostationärer Satelliten für terrestrische Telefonverbindungen über große Entfernungen praktisch belegt. Dieser Tatbestand war für die gesamte weitere Entwicklung der Nachrichtensatellitentechnik von fundamentaler Bedeutung, da es bis dahin in der Fachwelt stark umstritten war, ob die große Funkfeldlänge von rund 80 000 km und die dadurch bedingte lange Signallaufzeit von über 200 ms Telefongespräche über geostationäre Satelliten überhaupt ermöglichen würden. Diese Frage wurde unter Einbeziehung entsprechender technischer Lösungen (Echosperren) positiv beantwortet und damit für die Entwicklung der Nachrichten-

Suche Erfahrungsaustausch über mathemat. Astronomie. – Klaus Böhme, Fürstenwalder Damm 421, Berlin, 1162.

Verkaufe Telemator 63/840 mit parall. Mont. u. Nachführung, Sucherfernrohr, 4 Okulare + Strichkreuzersatz, neuw. für 2659 M. – Holger Grundmann, Str. d. Befreiung 51, Meiningen, 6100.

Bild- und Textsammlung (A4-Format) zu sämtl. bemannten Raumfahrtunternehmen abzugeben (komplett 954 Bl. sowie 246 Blatt sonstige Dokumentation). Preis n. V. – Schriftl. Angebote an: Wolfgang Höll, Humboldtstr. 25, Wolfen 3, 4440.

satellitentechnik in Richtung geostationärer Bahn das Signal auf grün gestellt.

Seit diesen ersten überzeugenden Demonstrationen hat die geostationäre Bahn schnell an Bedeutung gewonnen. Im Zeitraum 1970–80 stieg die Zahl geostationärer Satelliten jährlich um 18 %. Seitdem werden pro Jahr ca. 10–15 Satelliten in geostationäre Positionen gebracht, so daß bis 2000 eine Verdopplung gegenüber 1980 eintreten wird. Bemerkenswert ist, daß die absolute Mehrzahl der bisher gestarteten geostationären Satelliten erdorientierten Aufgaben dient, sowohl der Forschung als auch der Raumfahrtnutzung. Dabei dominieren Nachrichtensatelliten mit 75 %. Die restlichen Objekte verteilen sich auf Erdkundungs- und Erdbeobachtungssatelliten im zivilen und militärischen Bereich (13 %), Wettersatelliten (8 %) und wissenschaftliche Satelliten (2 %).

Die Besonderheiten und Vorteile der geostationären Bahn sind für den Nachrichtensatellitensektor neben der globalen Wirkungssphäre vor allem die einfacheren Betriebsbedingungen und -abläufe gegenüber nichtstationären Satelliten, die für eine Reihe von Einsatzfällen, z. B. Rundfunksatelliten, eine Satellitennutzung überhaupt erst ermöglichen. Für die Erdbeobachtung, -erkundung und -überwachung spielt neben dem globalen Sichtbereich vor allem die Kontinuität eine Rolle, mit der die Dynamik

z. B. atmosphärischer Prozesse verfolgt werden kann.

Die Nutzung der geostationären Bahn hat allerdings auch zu einem nahezu kurios anmutenden Tatbestand geführt, nämlich einer drohenden Überfüllung. Sie stellt im unendlichen Weltall eine überbeanspruchte und unstrittene Ressource dar, was sich vor allem im Nachrichtensatellitenbereich auswirkt. Diese Tendenz wurde in ihrer Herausbildung als Folge mangelnder „Technikfolgevorschau“ zweifelsfrei zu spät erkannt, so daß mit Ausnahme von Rundfunksatelliten, wo seit 1977 eine länderbezogene Positionszuweisung existiert, heute die Zustimmung zur Nutzung geostationärer Positionen für Nachrichtensatelliten auf der Basis technischer Koordinierungsverfahren nach dem rechtlich kaum haltbaren Prinzip „Wer zuerst kommt, mahlt zuerst“ erfolgt. Auch die Regelungen der WARC 77 für Raumfunksatelliten hinsichtlich der Positionszuweisungen geraten zunehmend in Kritik, da sichtbar wird, daß diese Regelungen (ungeschrieben) einkalkulierten, daß die zugewiesenen Positionen im Gültigkeitszeitraum der Regelungen durch die Mehrzahl der Länder nicht genutzt werden kann. In einer Reihe von Satellitenpositionen können z. B. bis zu 13 Staaten der nördlichen und südlichen Hemisphäre ihre Satelliten positionieren. Da im Interesse der Systemsicherheit jedem Betriebs-

Aus der Historie geostationärer Erdsatelliten

20er/30er	H. Oberth und K. E. Ziolkowski erkennen die Existenz der geostationären Bahn
Okt. 1945	Der Engländer A. C. Clarke schlägt die Schaffung weltumspannender Nachrichtensatellitensysteme auf der Basis geostationärer Satelliten vor
14. 02. 1963	Start des ersten geostationären Nachrichtensatelliten; SYNCOM 1, USA (Bahnneigung noch > 0 Grad)
19. 08. 1964	Start des ersten geostationären Nachrichtensatelliten mit äquatorparalleler Bahn; SYNCOM 3, USA
06. 04. 1965	Start des ersten kommerziellen geostationären Nachrichtensatelliten; INTELSAT 1 (EARLY BIRD), USA/INTELSAT
16. 06. 1966	Erster Start von 8 militärischen geostationären Nachrichtensatelliten mit einer Rakete; IDCSP/GGTS, USA
09. 02. 1969	Start des geostationären Nachrichtensatelliten TACOMSAT (USA) für Nachrichtenverbindungen mit den amerikanischen Aggressionstruppen in Vietnam
22. 09. 1969	Start des ersten englischen militärischen geostationären Nachrichtensatelliten und ersten militärischen Satelliten

	außerhalb der USA und der UdSSR überhaupt; SKYNET 1
20. 03. 1970	Start des ersten militärischen geostationären Nachrichtensatelliten der NATO; NATO 1
10. 11. 1972	Start des ersten geostationären, nationalen Nachrichtensatelliten Kanadas; ANIK 1
26. 03. 1974	Start des ersten experimentellen geostationären Satelliten der UdSSR; KOSMOS 637
13. 04. 1974	Start des ersten geostationären, nationalen, kommerziellen Nachrichtensatelliten der USA; WESTAR 1
17. 05. 1974	Start des ersten geostationären Wettersatelliten; SMS/USA
29. 07. 1974	Start des ersten experimentellen geostationären Nachrichtensatelliten der UdSSR; MOLNIJA 1-S
19. 12. 1974	Start des ersten experimentellen geostationären Nachrichtensatelliten Westeuropas; SYMPHONIE, BRD/Frankreich
22. 12. 1975	Start des ersten kommerziellen geostationären Nachrichtensatelliten der UdSSR; RADUGA 1
19. 02. 1976	Start des ersten geostationären maritimen Nachrichtensatelliten; MARISAT 1, USA
09. 07. 1976	Start des ersten nationalen geostationären

ein Reservesatellit beigestellt wird, bedeutet das: 26 Satelliten in einer solchen Position. Selbst wenn die Kollisionsgefahr dann noch relativ gering ist, stellt sich ein anderes Problem ein, das der gegenseitigen Abschattung, das aus bisherigen Betrachtungen gänzlich ausgeschlossen wurde und das u. a. daraus resultiert, daß geostationäre Satelliten nie mit „Nullfehlergenauigkeit“ positioniert werden können, sondern immer Höhendifferenzen von einigen Hundert km auftreten, daß der Abstrahlwinkel durch die Satellitenantenne sehr gering ist (auf Grund der nationalen Versorgungsbereiche) und die Strahlungsrichtung immer schräg nach unten weist. Hier sind also neue raumfahrttechnische Lösungen erforderlich.

Für die künftige Nutzung der geostationären Bahn zeichnen sich deshalb folgende Erfordernisse ab:

1. Durch internationale technisch-rechtliche und völkerrechtliche Regelungen ist für die Zukunft eine optimale, allen Staaten gleiche Rechte und Möglichkeiten einräumende Nutzung zu sichern. Diese Regelungen sind insofern heute problematisch, als sie künftige technische Entwicklungen und Möglichkeiten zu berücksichtigen haben, die allerdings z. Zt. noch wenig konkretisiert sind. In Erkenntnis der zwingenden Notwendigkeit solcher internationaler Regelungen fand bereits 1985 eine Weltfunk-

verwaltungskonferenz der Internationalen Fernmeldeunion ITU statt. Sie findet vom 29. 8. bis 5. 10. 1988 in einer 2. Runde in Genf ihre Fortsetzung und steht vor schwierigen Problemen [2], nicht zuletzt deshalb, weil diese zu spät erkannt wurden.

2. Einer der wichtigsten (raumfahrt-)technischen Beiträge zur Entlastung der Geo-Orbit-Probleme ist der Übergang vom heute dominierenden Einzelsatelliten zur multifunktionalen Geo-Plattform als Mehrzwecksatellit für mehrere Nutzer und Dienste. Sie entlastet die Geo-Bahn nicht nur „weltraum-territorial“, sondern auch frequenzmäßig. Hierüber wurde in AuR bereits berichtet [1]. Unterstrichen werden soll deshalb nochmals der Fakt, daß die Geo-Plattform aus heutiger Sicht der in absehbaren Zeiträumen vielleicht einzige Weg ist, auch Entwicklungsländern den Zugang zur wirtschaftlichen Satellitennutzung zu verschaffen – ein Anliegen, das auch im Dreistufenplan der UdSSR, den der sowjetische Ministerpräsident N. Ryschkow im Juni 1986 unterbreitete, verankert ist.

Lit.: [1] Naumann, H.-D.: Einige Entwicklungstendenzen der Raumfahrttechnik; AuR 25 (1987) 5, S. 133 bis 138. – [2] ITU: pressrelease, 87–35 v. 17. 12. 1987.

	ren Nachrichtensatelliten Indonesiens; PALAPA 1-A	20. 12. 1981	Start des ersten geostationären maritimen Nachrichtensatelliten Westeuropas; MARECS 1, ESA
26. 10. 1976	Start des ersten geostationären Fernseh- und funksatelliten für nationale Belange im UHF-Bereich; EKRA 1, UdSSR	16. 06. 1983	Start des ersten kommerziellen geostationären Nachrichtensatelliten des westeuropäischen Nachrichtensatellitenkonsortiums EUTELSAT; ECS-1 (EUTELSAT-1)
23. 02. 1977	Start des ersten japanischen geostationären Satelliten; ETS 2	31. 08. 1983	Start des ersten erfolgreichen geostationären nationalen Nachrichtensatelliten Indiens; INSAT-1B
14. 07. 1977	Start des ersten japanischen geostationären Wettersatelliten; GMS-1	23. 01. 1984	Start des ersten geostationären, nationalen Einsatztyps eines 12 GHz-Nachrichtensatelliten; BS 2-A, Japan
25. 07. 1977	Start des ersten italienischen experimentellen geostationären Nachrichtensatelliten; SIRIO 1	08. 04. 1984	Start des ersten chinesischen geostationären Satelliten; CHINA 15
23. 11. 1977	Start des ersten westeuropäischen geostationären Wettersatelliten METEOSAT 1, ESA	04. 08. 1984	Start des ersten französischen geostationären Nachrichtensatelliten; TELECOM 1-A
07. 04. 1978	Start des ersten japanischen, experimentellen geostationären Fernseh- und funksatelliten im 12 GHz-Bereich; BSE	09. 02. 1985	Start des ersten geostationären Nachrichtensatelliten des Regionalsystems der Staaten der Arabischen Liga; ARABSAT 1-A
14. 07. 1978	Start des ersten geostationären Forschungssatelliten der ESA; GEOS-2	17. 06. 1985	Start des ersten mexikanischen nationalen geostationären Nachrichtensatelliten; MORELOS 1
05. 07. 1979	Start des ersten geostationären Nachrichtensatelliten für das nationale Satellitensystem MOSKWA; HORIZONT 2 (STATIONAR 4), UdSSR	27. 08. 1985	Start des ersten australischen nationalen geostationären Nachrichtensatelliten; AUSAT 1
15. 11. 1980	Start des ersten geostationären Nachrichtensatelliten für die Büro-, Geschäfts- und Datenkommunikation; SBS-1, USA		
19. 01. 1981	Start des ersten indischen experimentellen geostationären Nachrichtensatelliten; APPLE		

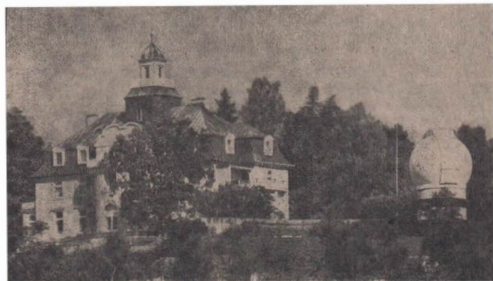


Abb. 1: Von weiter her ist die weiße Observatoriumskuppel neben dem Wohnhaus von Prof. von Ardenne zu sehen. (Foto: Ardenne-Institut)

Die Astronomie in meinem Leben

Ein Besuch bei Manfred von Ardenne

Noch vor wenigen Minuten in ein Gespräch mit dem faszinierenden Wissenschaftler vertieft, dessen Biographie für manchen schon einen Hauch von Mythos enthält, stehen wir nun auf der Terrasse „Napoleonblick“ vor dem Haus von Professor Dr. h. c. mult. Manfred Baron von Ardenne und genießen bei strahlendem Mittagssonnenschein das einzigartige Panorama des Elbtals. Zu unseren Füßen spannt sich eine der ältesten europäischen Stahlfachwerkbrücken, das „Blaue Wunder“, über den Strom. Deutlich zu erkennen auch die berühmte Silhouette des „Elb-Florenz“, wie schon vor Jahrhunderten weitgereiste Gäste Dresden bezeichneten. Dresden, die sächsische Metropole mit ihren unvergleichlichen Kunstsammlungen und den einzigartigen Bauwerken. Dresden, das nicht nur mit den bekannten Namen von Vertretern des Hauses Wettin, talentierter Baumeister oder begabter Künstler verbunden ist, sondern auch Astronomen wie Palitzsch und Lohrmann vor und in seinen Mauern beherbergte.

Doch nicht die zweifellos interessante Regionalhistorie hatte uns auf den Dresdner „Weißen Hirsch“ geführt – exklusiv für ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT erzählte der weltbekannte Gelehrte erstmalig über seine lebenslangen Beziehungen zur Muse Urania!

Schon vom Stadtzentrum aus sahen wir am Morgen das Wahrzeichen des Forschungsinstitutes „Manfred von Ardenne“: eine große weiße Observatoriumskuppel, die hoch über der Elbe, neben der mit grüner Patina überzogenen Wohn- und Arbeitsstätte des Genies

vom Dresdner Osten steht. Auf dem Weg zu unserem Gesprächspartner kommen wir auf der Platte an seiner zweiten, kleineren Sternwarte vorbei. „Volkssternwarte 'Manfred von Ardenne', Anmeldungen für Besuche werden unter Ruf.-Nr. 378251 erbeten“, steht auf einer Tafel zu lesen. Wir folgen einem langen weißen Zaun, der das Institutsgelände im ehemaligen Dresdner Villenvorort begrenzt. Zeitungsberichte der letzten Jahre fallen einem wieder ein. Elektronenstrahl-Mehrkammerofen-Verfahren, Plasma- und Lasertechnik, Sauerstoff- und Krebs-Mehrschritt-Therapie – nur einige jener sensationellen Forschungsergebnisse Ardennes und der Mitarbeiter seines Instituts, die für Millionen Menschen in der ganzen Welt zum Begriff für außergewöhnliche Leistungen in der DDR geworden sind. Kaum faßbar, wie er, im 82. Lebensjahr stehend, alle politischen, wissenschaftlichen und repräsentativen Verpflichtungen unter einen Hut bekommt. Volkskammerabgeordneter, Institutsdirektor, Mitglied zahlreicher in- und ausländischer Gremien, Vortragsreisender ...

Seine Chefsekretärin empfängt den Fotografen und mich und bittet zugleich, Rücksicht auf den angespannten Zeitplan des Professors zu nehmen, der nach Fernsehsendungen im Ausland gerade einer schier unendlichen Flut von Anfragen gegenübersteht, die er alle persönlich beantworten will. Kurz danach befinden wir uns im „Allerheiligsten“ des Instituts, dem Arbeitszimmer Professor von Ardenne. Ein riesiger Schreibtisch mit kunstvollen Schnitzereien, die dunkle Wandtäfelung, Tausende Bücher und Nachschlagewerke, große Gemälde, Schriftstücke, Fotografien – all das nimmt den Besucher gefangen. Eine geheimnisvolle Atmosphäre herrscht in diesem Raum, in dem sich seit

33 Jahren Staatsmänner, die Größen der Wissenschaft, auch Nobelpreisträger, Kämpfer für Frieden und Fortschritt zu Gesprächen einfanden.

Unvergeßliche Kindheitserinnerungen

„Ich hätte Astronom werden können“, durchbricht der Hausherr, über die Gesprächsthematik informiert, das Schweigen. „Die Astronomie muß mich bereits als Schulbub leidenschaftlich bewegt haben. Aus Brillengläsern, Gardinenstangen und Kistenholz entstanden mehrere bis zu zwei Meter lange Fernrohre, durch die ich Mondkrater, Sonnenflecken, Venusphasen und den Jupiter mit seinen vier größten Monden betrachtete. Eines Nachts ertappte mich sogar die Mutter, als ich eine recht detailreiche Mondkarte abzeichnete.“

Der Zehnjährige schreckte auch nicht davor zurück, astronomische Abbildungen aus allen nur erreichbaren Büchern und Konversationslexika herauszuschneiden. Mit den Astrobildern tapezierte er die Wände des „Rumpelkammer-Labors“, einer Kammer mit 4 m² Bodenfläche, die ihm die Eltern für seine Basteleien zur Verfügung gestellt hatten. „Ich glaube, es ist außerordentlich wichtig, daß handwerklich oder technisch interessierte Kinder einen eigenen Platz haben, an dem sie sich ihren Wünschen und Neigungen entsprechend ganz selbständig entfalten können.“ Ardenne erinnert sich, wie ihm die Eltern 1910 den Halleyschen Kometen und einige Jahre später eine Sonnenfinsternis zeigten. Ihm prägte sich unauslöschlich ein, wie solch unabwendbare Naturerscheinungen die Umwelt in Unruhe versetzen konnten. „Mit meinen vier Kindern und den sieben Enkelkindern, das achte ist gerade unterwegs, bin ich, sobald sie laufen konnten, ans Fernrohr gegangen; genauso, wie ich sie vor einige Gemälde alter Meister führte. Solche ersten Eindrücke scheinen mir für die kindliche Psyche und spätere Entwicklung sehr förderlich.“ An der Tür zur Rumpelkammer in der Wohnung seiner Eltern stand: „Physikalisch-Chemisches Laboratorium nebst einer Werkstatt und einem astronomischen Teil. Eintritt streng verboten!“ Damals war der Verfasser dieses aufschlußreichen Schildes gerade dreizehn Jahre alt geworden, aber seine Experimente waren alles andere als kindliche Spielereien, denn drei Jahre später bekam der Schüler bereits das erste Patent für sein Verfahren zur Erzielung einer Tonselektion, insbesondere für Zwecke der drahtlosen Telegrafie.

Neben den universellen Forschungen, die bis heute mit über 600(!) Patenten verbunden sind,

ließ ihn die Astronomie nicht mehr los. Sein erstes Institut in Berlin-Lichterfelde (heute Berlin-West) besaß auf dem Dach eine Sternwarte mit einem Cassegrain-Spiegel 280/4000. Bruno Bürgel bezeichnete damals die Sternwarte mit dem von B. Schmidt konstruierten Goerz-Instrument als „Ihre 'Faustische Höhle'“. „Als ein Güterzug 1945 meine gesamte Lichterfelder Institutsausrüstung in die Sowjetunion brachte, wo ich bei Suchumi zehn Jahre lang ein Institut leiten sollte, war das Spiegelteleskop natürlich mit dabei. Einer der ehemaligen Lichterfelder Mitarbeiter wurde in den fünfziger Jahren sogar als Professor an das Palomar-Mountain-Observatorium berufen“, erinnert sich von Ardenne außerdem.

Heute hat das weitgereiste Instrument am Instituts-Ferienheim in der Volksternwarte „Manfred von Ardenne“ im Ostseebad Heringsdorf Aufstellung gefunden, wo sich unter Anleitung von Herrn R. Stadelmann jedes Jahr über 5000 Schüler, Urlauber und Insulaner mit den Gestirnen vertraut machen. Ein kürzlich erworbenes Kleinplanetarium soll hier in nächster Zeit Aufstellung finden.

Ein Fernrohr von Galilei

1955, nach der Rückkehr aus der UdSSR – die Arbeit im Dresdner Privatinstitut war sofort auf Hochtouren angelaufen – hatte Professor von Ardenne einen interessanten Besuch: „Kurz vor seinem Tode kam Carlo Donadini, der letzte Nachkomme eines alten Florentiner Guelfengeschlechts, zu mir. Er brachte ein einzigartiges Kulturdokument aus dem Besitz seiner Familie, ein terrestrisches Fernrohr Galileo Galileis.“ Während der Professor erzählt, entnimmt er einer Schatulle an der Wand das kostbare Stück. „Das Rohr trägt, wie Sie sehen, eine Signatur, deren Übersetzung lautet: 'Ich, Galileo Galilei, schrieb dies mit eigener Hand am 20. März 1629 zu Florenz'.“ Röntgenuntersuchungen und graphologischen Gutachten glaubt von Ardenne entnehmen zu können, daß dieses Wunderwerk der frühesten Fernrohroptik tatsächlich durch die Hand oder in der Werkstatt Galileis geschaffen wurde. Der Start des ersten künstlichen Erdsatelliten durch die Sowjetunion am 4. Oktober 1957 veranlaßte den passionierten Funk- und Fernsehpionier, seine Gedanken in die Zukunft schweifen zu lassen. In seiner Arbeit „Ist ein Nachrichtenempfang von fremden Planetensystemen möglich?“ (veröffentlicht u. a. in der Zeitschrift: „Die Sterne“, Jg. 37, Heft 7–8, 1961) befaßte er sich mit der Frage, wie ein Funkkontakt mit außerirdischen



Abb. 2: Professor von Ardenne mit dem Fernrohr Galileo Galilei.

Zivilisationen technisch zu realisieren sei. „Auch wenn unsere Gedanken inzwischen durch viele neue Erkenntnisse bereichert worden sind, freuen wir uns, zu den ersten zu gehören, die sich dieser Thematik annahmen.“ 1956 ließ Ardenne auf dem Institutsgelände eine kleine Sternwarte mit drehbarer Kuppel aus der Werkstatt Alexander 'Frantz' errichten. Aus Dankbarkeit für die Hilfe der Stadt Dresden beim Aufbau seines Instituts ist diese Warte seitdem allen astronomisch interessierten Besuchern zugänglich.

Vor allem Schüler lernen hier jedes Jahr am Refraktor 200/3000 (außerdem sind ein Refraktor 100/1500 und ein Suchfernrohr 30/150 am Hauptinstrument montiert) die Schönheiten des nächtlichen Himmels kennen oder werden im modernen, vollklimatisierten Vortragssaal mit neuesten raumfahrttechnischen und astrowissenschaftlichen Erkenntnissen vertraut gemacht. Im Inneren der Kuppel sieht man eine Nachbildung des Wintersternhimmels, die fluoresziert und alle mit bloßem menschlichen Auge sichtbaren Sterne zeigt. „Von einem Kunstmaler ließ ich 16 Leuchtfarben-Lehrbilder astronomischer Objekte anbringen, die einen intensiven Eindruck von den Wundern des Firmaments vermitteln.“

Wenig Zeit für das Hobby

1966 kam eine neue Sternwarte hinzu. Schon das Äußere der Stahlbetonkonstruktion fällt aus dem Rahmen des Üblichen. Unter der Kuppel befindet sich eine geschützte Aussichtsplattform, die von einem säulenartigen Betonhohlzylinder getragen wird. Im Inneren dieses Zylinders steht, tief im Fels verankert, der Pfeiler für das Instrument. Am bemerkenswertesten ist die Konstruktion der 7,5-m-Kuppel, die nicht wie gewöhnlich als Halbkugel ausgebildet ist, sondern sich der Kugelform nähert. „Dadurch reicht unser Kuppelspalt auch bis unter den Horizont.“ Das in der Kuppel aufgestellte Instrument wurde vom VEB Carl Zeiss Jena geliefert. Als Hauptrohr dient ein Refraktor mit einem E-Objektiv von 250 mm Objektivdurchmesser und 3750 mm Brennweite. An der Knie- montierung Größe VI sind dazu noch ein Refraktor 130/1950 und ein Protuberanzenfernrohr 80/1200 nebst Sucher und Astrokamera angebracht. Kaum einer der zahlreichen Gäste, so erzählt uns Professor von Ardenne, versäumt, das Instrument in Augenschein zu nehmen, das für wissenschaftliche Untersuchungen eingerichtet wurde und auch einem ausgewählten Kreis von Sternfreunden des Kulturbundes zur Verfügung steht. So wurden hier u. a. regelmäßig veränderliche Sterne und Planetoiden beobachtet. Leider beeinträchtigen das ungünstige Astroklima (vor allem aufsteigender Wasserdampf von der Elbe) und das Lichtmeer der Großstadt etwas die astronomische Betätigung an diesem vorzüglichen Instrument.

„In den letzten Wochen war keine Zeit, die Sterne zu observieren. Schätzungsweise 10000 Briefe aus aller Welt erreichten mich zu den neuesten Erkenntnissen unserer Krebsforschung und der Sauerstofftherapie. Bald hoffe ich jedoch, assistiert von meinem Schwiegersohn und den Enkeln, mich wieder meinen Spezialobjekten – Galaxien und Sternhaufen – widmen zu können.“

Wünschen wir dem Wissenschaftler von Weltgeltung und alten Sternfreund Professor Manfred von Ardenne, der uns mit jugendlicher Heiterkeit erzählte, daß die meisten seiner Baron-Vorfahren auch ohne Sauerstoffbehandlung schon 90 Jahre alt geworden sind, noch viele Jahre fruchtbaren Schaffens bei so guter Gesundheit und im Kreise seiner Familie.

Der Besucher war unser Mitarbeiter JÜRGEN HELFRICHT und als Fotograf fungierte für die Abb. 2 und die der 2. Umschl.-S. ERNST RENTZSCH.



Valentina Tereshkova
(+ 6. 3. 1937).

Die „Möwe“ war die erste

FRANK-E. RIETZ

„Maschine fliegt gut. Alles in Ordnung. Überbelastungen wachsen an. Stimmung ausgezeichnet.“ So klang es vor 25 Jahren, am 16. 6. 1963, aus den Lautsprechern im sowjetischen Flugleitzentrum für kosmische Flüge. Was war daran so besonderes? Die Stimme, sie gehörte der ersten Frau im Weltraum – Valentina Tereshkova, die mit dem Raumschiff Wostok 6 die Erde umkreiste. „Hier spricht Möwe,“ so ihr Funkcodename. „Überbelastungen verringern sich, sie werden unbedeutend. Ich sehe die Erde,“ kommentierte sie aus der Umlaufbahn. Aus dem All gratulierte ihr eine männliche Stimme zum erfolgreichen Einschwenken in den Orbit. In einigen Kilometern Entfernung zog Waleri Bykowski mit dem Raumschiff Wostok 6 seine Kreise am Himmel – der zweite Gruppenflug fand statt.

Valentina Wladimirowna Tereschkova wurde am 6. März 1937 in Maslennikowo, Gebiet Jaroslawl, geboren. Mit 17 Jahren arbeitete sie in einer Reifenfabrik und ab 1955 in der Textilfabrik „krasny Perekop“ als Weberin. 1960 absolvierte sie ein Textiltechnikum. Bereits 1959 trat sie dem Jaroslawler Fliegerclub bei und war eine begeisterte Fallschirmspringerin. Bis zu ihrem kosmischen Einsatz hatte sie 126 Sprünge auf ihrem Konto. Im Jahre 1962 wurde sie und Valentina Ponomarjowa in die Kosmonautenbrigade aufgenommen. Man verlieh ihr den Dienstgrad eines Unterleutnants.

Der Raumflug des ersten weiblichen Raumfahrers dauerte 70 Stunden und 50 Minuten, drei Tage länger als geplant. 48 Mal umkreiste die „Möwe“ mit Wostok 6 die Erde. Sie war somit länger im All als alle bis dahin geflogenen US-Astronauten. Mit ihrer kosmischen Pioniertat setzte sie neue Maßstäbe bei der Eroberung des Kosmos. Der Raumflug erbrachte den Beweis, daß die Konstitution der Frau bei Flügen in den Weltraum in keiner Weise unterlegen war. „Ihre physischen Merkmale beschränken nicht die Fähigkeit in den Weltraum zu fliegen,“ resümierte ein damaliger medizinischer Bericht. Und daß Walja den Raumflug gut überstand, geht aus der Tatsache hervor, daß sie 1964 das erste „Kosmonautenkind“ zur Welt brachte. Der Vater ist ihr damaliger Mann und Zweifachkosmonaut Adrijan Nikolajew.

Mittlerweile sind Frauen im All etwas fast normales. Seit jenem legendären Raumflug Valentina Tereschkows weiten weitere neun weibliche Raumfahrer im Weltraum – eine Kosmonautin und acht Astronautinnen. Und auch sie vollbrachten Spitzenleistungen. Swetlana Sawizkaja war die erste Frau, die ein zweites Mal ins All flog (Sojus T7 und Sojus T12) und als erste in den freien Weltraum ausstieg. Dabei führte sie Schweißarbeiten durch, testete neue Werkstoffe unter den extremen Bedingungen der kosmischen Umgebung. Als erste US-Astronautin startete Sally Ride mit der Challenger STS 7 1983 ins All. Mit dem Manipulatorarm des Shuttles führte sie Testbewegungen aus und setzte die in der BRD entwickelte und gebaute Experimentalplattform SPAS 01 für 9,5 Stunden aus. Die Astronautin

Kathlyn Sullivan stieg während ihres Raumfluges mit der Challenger 41-G als erste Amerikanerin in den freien Weltraum aus und simulierte erstmals in der Raumfahrtgeschichte die Betankung eines Satelliten.

Ein Novum sollte der Flug der Lehrerin Christa McAuliffe mit der Challenger 51-L werden. Die erste Unterrichtsstunde aus dem All war während ihres Raumfluges geplant, der live in die US-amerikanischen Schulen übertragen werden sollte. Die Explosion des Space Shuttle in der Startphase am 28. Januar 1986, bei der neben der Lehrerin weitere fünf Astronauten und die zweite Amerikanerin im All Judy Resnik ihr Leben ließen, brachten einmal mehr die Gefahren der Weltraumfahrt zum Ausdruck.

Frauen werden auch in Zukunft im All arbeiten. In der Sowjetunion, den USA, bei der ESA und sogar in Japan bereiten sich Frauen auf einen Einsatz im Weltraum vor. Sie werden mit ihren männlichen Kollegen gemeinsam neue Forschungsaufgaben in Angriff nehmen, Experimente durchführen und zusammen die Freizeit an Bord verbringen. Wie die Mediziner und Psychologen feststellten, tragen die Frauen wesentlich dazu bei, gerade bei den sowjetischen Langzeitflügen, die Moral und die Stimmung der männlichen Besatzungsmitglieder positiv zu beeinflussen.

Die promovierte und engagierte Friedenskämpferin Valentina Tereschkova ist in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien tätig und hat in ihrem irdischen Kampf um Frieden auch die kosmischen Belange im Auge, denn die Eroberung des Weltraums zum Nutzen der Menschen „setzt eine günstige internationale Lage, den allgemeinen und sicheren Frieden voraus“. Sie machte vor 25 Jahren den ersten Schritt, viele folgten ihr und werden noch folgen, werden entscheidenden Anteil an den Experimenten, den Untersuchungen und Arbeiten im Weltraum haben.

W. Ponomarjowa 1987
während des Interviews.
(Foto: Bork)



Gespräch mit „Walja II“: Walentina Ponomarjowa

Seit Beginn der bemannten Raumfahrt hat es sich bewährt, zwei Besatzungen für den jeweiligen bevorstehenden Flug ins All vorzubereiten. Auch als die ersten Pläne für weibliche Kosmonauten heranreiften, bildete man einen Double-Partner aus. So gab es auch eine „Ersatz-Walja“ in doppeltem Sinne, als sich W. Tereschkova 1963 auf ihren Flug mit dem Raumschiff Wostok 6 vorbereitete. Erstmals gab nun W. Ponomarjowa, die Tereschkova-Partnerin, ein Interview. FRANK-E. RIETZ hatte Gelegenheit, einige Fragen an sie zu richten.

Wie sind sie zur Weltraumfahrt gekommen?

W. P.: Ich studierte damals am Moskauer Luftfahrtinstitut und war Mitglied in einem Aero-Klub, brachte also gute theoretische und praktische Vorkenntnisse mit. Auf dieser Grundlage bewarb ich mich für die Kosmonauten-Ausbildung. Nach der medizinischen Eignungsprüfung und der eineinhalbjährigen Ausbildung war ich dann Kosmonautin.

Was ging in Ihnen vor, als sie erfuhren, daß Sie nur „Walja II“ waren?

W. P.: Ich war schon ein wenig enttäuscht und traurig, hat man doch nach den Mühen der Ausbildung daran gedacht, das Gelernte nun in die Tat umsetzen zu können. Doch bis zum Starttag stand noch nicht fest, wer von uns beiden fliegen wird. Immerhin hätte der geringste Infekt die Mediziner veranlaßt, die Besatzung zu wechseln. Aber natürlich freute ich mich auch über den Er-

folg des Fluges von Walentina Tereschkova, blieb doch Walja damals länger im All, als bis zu dieser Zeit alle Astronauten der USA zusammengekommen.

Was machen Sie heute?

W. P.: Nachdem ich die Luftfahrtakademie absolviert hatte, widmete ich mich als Wissenschaftlicher Mitarbeiter speziellen Forschungen zur Kosmonautenausbildung. Jetzt bin ich im Sternestädchen, dem Ausbildungs- und Trainingszentrum der sowjetischen Kosmonauten tätig und unterrichte die zukünftigen Raumfahrer in der Himmelsmechanik. Übrigens, auch sämtliche ausländischen Kosmonauten, die sich bei uns auf einen Flug ins All vorbereiten und z. Z. ausgebildet werden, lernen bei mir das „Himmels-ABC“.

(Wir danken F.-E. Rietz für die Wahrnehmung unserer Interessen. - Red.)

Aufnahmen vom Kometen Bradfield (1987 s)

W. GÖTZ

Bilder von hellen Kometen sind gleichermaßen für den Freizeit- und Fachastronomen immer wieder beeindruckend und lehrreich zugleich, weil aus ihnen die Struktur und das Verhalten dieser kosmischen Vagabunden in der Nähe der Sonne zu erkennen sind. Hinzu kommt sicherlich auch die relative Seltenheit solcher Erscheinungen. Nicht in jedem Jahr bietet sich ein heller, mit bloßem Auge sichtbarer Komet an.

Allein aus diesem Grunde lenkte im Jahre 1987 der Komet Bradfield das Interesse und die Aufmerksamkeit der Freizeit- und Fachastronomen auf sich, wenn auch seine Beobachtung und Überwachung stark durch die im Herbst herrschenden schlechten Witterungsbedingungen beeinträchtigt wurde.

Der Komet 1987 s wurde 1987 August 11 von William A. Bradfield, Siding Spring Observatorium, in der Position $14^{\text{h}}10^{\text{m}}5^{\text{s}} - 23^{\circ}12'$ (1950.0) mit der Gesamthelligkeit $m_1 = 10$ entdeckt. Bradfield konnte mit diesem Fund den 13ten Kometen auf sein Entdeckungskonto verbuchen und ist mit dieser Anzahl die erste Person unseres Jahrhunderts, die mehr als ein Dutzend Kometen entdeckt hat.

Der Komet Bradfield (1987 s) erreichte im Verlaufe des Herbstes 1987 unter stetigem Helligkeitsanstieg immer bessere Sichtbedingungen am nördlichen Himmel und zeigte zwischen 1987 November 13 ($18^{\text{h}}16^{\text{m}}7^{\text{s}} + 5^{\circ}25'$) und 1987 November 21 ($18^{\text{h}}54^{\text{m}}8^{\text{s}} + 9^{\circ}47.4'$) mit $m_1 = 4.9$ seine maximale Gesamthelligkeit, die in den nachfolgenden Wochen wieder einer stetigen

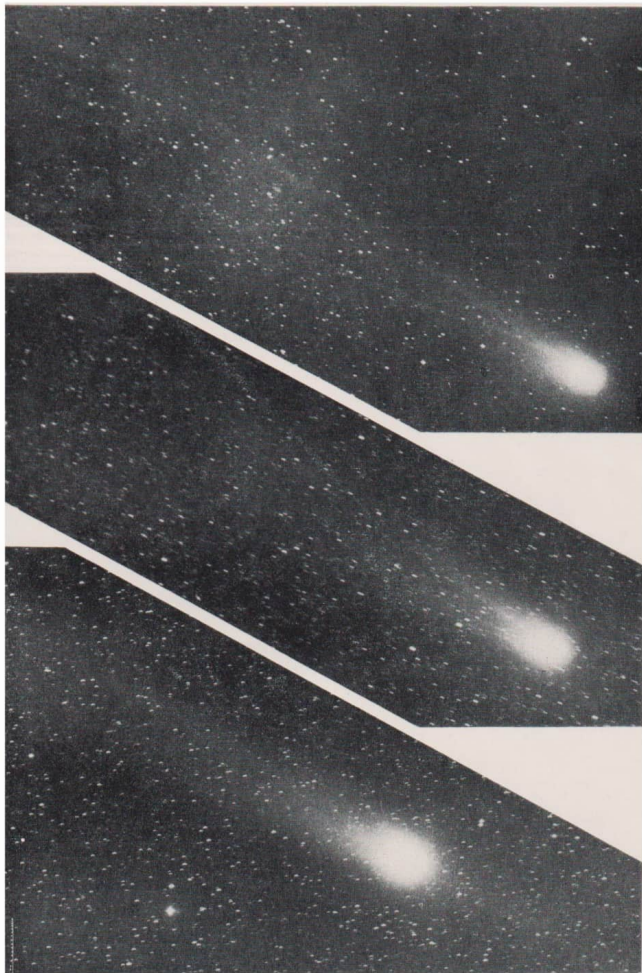
Abnahme unterlag. Aber noch am 9. Dezember ($20^{\text{h}}42^{\text{m}}9^{\text{s}} + 19^{\circ}33.8'$) war der Komet mit bloßem Auge sichtbar.

Die beigegebenen (s. Bildseite I) Aufnahmen des Kometen Bradfield (1987 s) wurden an der Schmidt-Kamera 50/70/172 cm der Sternwarte Sonneberg des Zentralinstituts für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR vom Verfasser ohne Filter auf ORWO-ZU 21-Platten erhalten. Dank gilt in diesem Zusammenhang meiner Kollegin I. Häusele, die die nicht leichte Aufgabe der Bilderherstellung übernommen hat. Die Aufnahmedaten sowie die Angaben über die Vergrößerung der Bilder sind in der Tabelle zusammengestellt.

Datum	Belichtungszeit (MEZ)	Bemerkungen	Vergrößerung
1987 November 26	von bis $6^{\text{h}}35^{\text{m}}$ bis $6^{\text{h}}42^{\text{m}}$	Mond, Himmel sehr hell	3fach
Dezember 9	$7^{\text{h}}28^{\text{m}}$ bis $7^{\text{h}}38^{\text{m}}$		2,5fach
Dezember 22	$7^{\text{h}}19^{\text{m}}$ bis $7^{\text{h}}29^{\text{m}}$		2,5fach

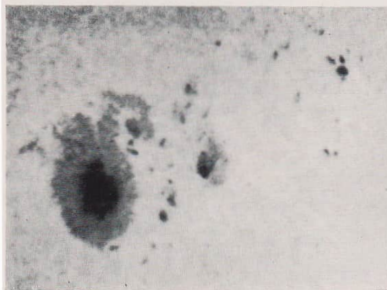
Die Schweiflänge auf den beiden ersten Aufnahmen wurde mit $2^{\circ}2$ und $1^{\circ}8$ abgeschätzt. Bemerkenswert ist die Aufnahme vom 22. Dezember, auf der der Komet einen Hauptschweif von $1^{\circ}7$ Länge und einen schwachen Gegen-schweif von etwa $0^{\circ}7$ Länge zeigt. Ferner ist bei nahezu gleicher Vergrößerung der Aufnahmen eine Zunahme des Durchmessers des Kometenkopfes zu verzeichnen.

Lit.: IAU-Circulare No. 4431 und 4483 (1987)





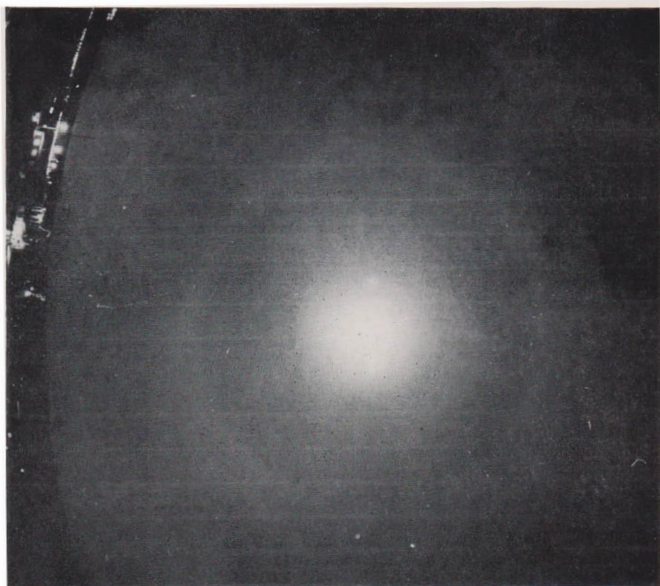
Komet Borelly (1987p) am 11. 12. 87 (21.06—21.11 MEZ) und am 12. 12. 87 (20.32—20.36 MEZ)
Aufn.: D. Ewald, Melchow, mit Orestor 2,8/135 auf ORWO NP 27. Entw. in R 09 1+40, 20 min
bei 20 °C. Mit diesem Objektiv gelang am 11. 12. 87 das Foto darunter: Planetoid Nysa südl. von α Tau.



Sonne am 15. 9. 1987, 16.15 UT, 1/500s
auf MA 8 mit Refr. 100/1000, Proj.
10:1, Filter IF 605 nm.

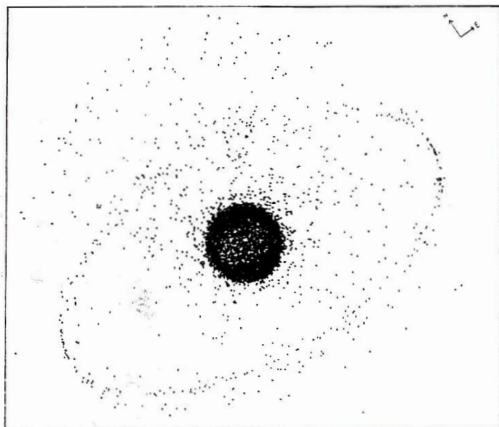
Die Milchstraße im Set und Sgr (Bild-
S. III unten) mit Pancolar 1,8/80 am
29./30. 7. 1987 von 23.57—00.15 UT
fotografiert. Das Meteor verläuft etwa
entlang $\delta = -9^\circ$. Beide Fotos: J. Is-
kum, Budapest.

Darüber ein Mondhalo mit 22° -Ring
am 30. 12. 1987 um 17.20 MEZ in
Weißwasser von R. Koschack mit fish
eye 3,5/30 auf NP 27, 30 s belichtet.





Sally Ride neben ihrem husband Steven Wawly (li.) aus der Discovery 41-D-Besatzung und (re.) Frederick Hauck, der der Pilot während ihres Fluges war. Foto: Rietz, Budapest 1983. Zum Beitrag S. 79.



Satelliten in geostationären und stark exzentrischen Bahnen am 1. 1. 87, n. Courtesy NASA. – Zur Illustration der Aussagen im Beitrag S. 73.

Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen des SIDC für 1987

1987	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
1	19	0	13	14	39	15	13	45	33	34	56	17
2	15	0	23	12	40	11	0	47	38	25	57	16
3	13	0	15	16	27	0	0	39	37	31	57	16
4	12	0	16	13	23	0	0	33	38	58	46	15
5	11	0	24	28	24	10	0	31	39	54	47	19
6	10	0	23	47	27	0	0	32	44	48	27	24
7	11	0	24	56	34	0	9	38	56	39	31	34
8	0	0	22	64	25	0	12	45	67	55	43	36
9	0	0	14	69	23	0	13	39	64	50	42	41
10	0	7	11	77	25	0	11	47	59	51	30	34
11	0	0	9	80	26	11	0	56	58	63	28	22
12	0	0	0	80	23	21	0	48	44	53	25	13
13	0	0	0	79	22	14	0	47	25	74	18	20
14	8	8	10	77	13	10	0	49	20	92	23	26
15	9	7	11	78	39	11	13	49	21	101	22	42
16	0	0	11	60	50	12	17	55	24	101	33	40
17	13	0	22	41	68	14	14	46	25	91	46	39
18	13	0	21	36	54	24	17	43	30	86	48	39
19	9	0	12	29	65	13	23	45	35	82	51	28
20	9	0	12	12	46	22	38	51	38	79	49	26
21	14	7	15	19	41	29	67	48	32	61	51	14
22	20	7	17	26	38	38	87	34	23	50	70	24
23	23	0	19	25	40	37	102	39	26	33	83	17
24	14	0	19	35	38	38	92	35	25	22	56	13
25	13	7	16	25	37	38	88	35	12	29	42	25
26	14	9	12	21	37	41	85	34	12	40	47	27
27	13	8	11	11	35	33	77	24	19	70	21	29
28	20	8	12	14	21	41	60	23	22	79	11	28
29	15		13	20	17	25	60	13	26	82	20	30
30	14		15	30	15	14	62	10	26	85	16	42
31	11		15		12		63	20		62		43
	10,4	2,4	14,7	39,6	33,0	17,4	33,0	38,7	33,9	60,6	39,9	27,1

Jahresmittel: 29,2

A. KOECKELENBERGH



für den rechnenden Sternfreund

Mondort und -parallaxe

ANDREAS DILL

In den nächsten Ausgaben von AuR wird sich DATA mit dem Mond befassen. Die vorzustellenden Rechenverfahren sollen bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Beobachtung astronomischer Phänomene helfen, bei denen der Mond eine Rolle spielt.

Hochgenaue Berechnungen der Mondbahn gehören zu den aufwendigsten Unternehmungen der Ephemeridenrechnung. Die vollständige Anwendung moderner Theorien der Mondbewegung erfordert den Einsatz größerer Rechenanlagen unter der Aufsicht erfahrener Spezialisten. Die Mondposition mit Jahrbuchgenauigkeit ($\pm 0''.01$) zu errechnen, liegt für den Liebhaberastronom im allgemeinen weit außerhalb seiner Möglichkeiten.

Eine zur Beobachtungsplanung ausreichende Genauigkeit ist aber schon erreichbar, indem man einen kleinen Ausschnitt einer modernen Mondbahntheorie mit den wichtigsten Termen durchrechnet. Mit den hier gegebenen Formeln sind für die zweite Hälfte unseres Jahrhunderts folgende Maximalfehler zu erwarten:

Größe	Symbol	Fehler
ekliptikale Länge	λ	0.9
ekliptikale Breite	β	0.2
Parallaxe	π	0.003
Mondhalbmesser	R	0.001
Rektaszension	α	0.3
Deklination	δ	0.2

Datum und Uhrzeit werden in Jahrhundertbruchteilen T , ausgehend von der Epoche J2000.0, eingesetzt.

$$T = \frac{(JD - 2451545.0)}{36525}$$

Die ekliptikale Länge λ des Mondes ergibt sich dann aus folgender Formel:

$$\begin{aligned} \lambda = & 218.32 + 481267.883 T + \\ & + 6.29 \sin (134.9 + 477198.85 T) \\ & + 0.66 \sin (235.7 + 890534.23 T) \\ & - 1.27 \sin (259.2 - 413335.38 T) \\ & + 0.21 \sin (269.9 + 954397.70 T) \\ & - 0.19 \sin (357.5 + 35999.05 T) \\ & - 0.11 \sin (180.6 + 966404.05 T) \end{aligned}$$

Die ekliptikale Breite β des Mondes wird errechnet mit

$$\begin{aligned} \beta = & + 5.13 \sin (93.3 + 483202.03 T) \\ & + 0.28 \sin (228.2 + 960400.87 T) \\ & - 0.28 \sin (318.3 + 6003.18 T) \\ & - 0.17 \sin (217.6 - 407332.20 T) \end{aligned}$$

Aus der Parallaxe π folgen schließlich der scheinbare Radius R und der Abstand r des Mondes vom Erdmittelpunkt in Erdradien.

$$\begin{aligned} \pi = & + 0.9508 \\ & + 0.0518 \cos (134.9 + 447198.85 T) \\ & + 0.0095 \cos (259.2 - 413335.38 T) \\ & + 0.0078 \cos (235.7 + 890534.23 T) \\ & + 0.0028 \cos (269.9 + 954397.70 T) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R = & 0.2725 \pi \\ r = & 1/\sin \pi \end{aligned}$$

Die Umwandlung der ekliptikalen in äquatoriale Koordinaten kann mit Hilfe der Richtungskosinus l, m und n erfolgen.

$$\begin{aligned} l = & \cos \beta \cos \lambda \\ m = & 0.9175 \cos \beta \sin \lambda - 0.3987 \sin \beta \\ n = & 0.3078 \cos \beta \sin \lambda + 0.9175 \sin \beta \\ \alpha = & \arctan \frac{m}{l} \quad \delta = \arcsin n \end{aligned}$$

Alle bisher errechneten Werte sind *geozentrisch*, sie gelten also für einen gedachten Beobachter im Erdmittelpunkt. Die für einen Beobachtungsort der geographischen Länge L (nach Osten positiv gezählt) und der geographischen Breite φ geltenden *topozentrischen* Daten lassen sich wie folgt berechnen:

Zunächst werden die geozentrischen rechtwinkligen Mondkoordinaten ermittelt.

$$\begin{aligned} x = r l &= r \cos \delta \cos \alpha \\ y = r m &= r \cos \delta \sin \alpha \\ z = r n &= r \sin \delta \end{aligned}$$

Daraus folgen die topozentrischen rechtwinkligen Mondkoordinaten:

$$\begin{aligned} x' &= x - \cos \varphi \cos \theta \\ y' &= y - \cos \varphi \sin \theta \\ z' &= z - \sin \varphi \end{aligned}$$

Die lokale Sternzeit θ kann dabei mit genügender Genauigkeit aus

$$\theta = 100^\circ 46' + 36000.77 T + L + 15 \text{ (UT)}$$

ermittelt werden.

Die topozentrischen Daten sind nun:

$$\begin{aligned} r' &= \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} \\ \delta' &= \arcsin \frac{z'}{r'} \\ \alpha' &= \arctan \frac{y'}{x'} \\ \pi' &= \arcsin \frac{1}{r'} \\ R' &= 0.2725 \pi' \end{aligned}$$

Beispiel: Es sind die geozentrischen Mondkoordinaten für den 1. 12. 1988, 0^h UT zu ermitteln (JD = 2447496.5).

$$\begin{aligned} T &= -0.11084189 \\ \lambda &= 156^\circ 0' \quad \beta = 0^\circ 3' \quad \pi = 0^\circ 9' 06'' = 54' 21'' \\ R &= 0.247 = 14' 49'' \\ l &= -0.9135 \quad m = 0.3711 \quad n = 0.1066 \\ \alpha &= 157.9 = 10^\circ 32' \\ \delta &= 9^\circ 35' \\ r &= 63.24 \end{aligned}$$

Sonnenfleckenrelativzahlen Januar/Februar 1988

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center, Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE (AKS) des KB der DDR

d	Januar		Februar	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	47	50	70	79
2	31	41	68	76
3	25	31	68	75
4	26	39	74	86
5	32	31	00	63
6	40	50	43	44
7	58	64	44	45
8	57	64	46	45
9	59	81	50	56
10	68	74	38	40
11	75	86	26	25
12	71	82	12	24
13	81	93	21	25
14	97	101	28	34
15	90	100	30	35
16	83	69	42	47
17	72	61	35	45
18	68	74	55	68
19	73	88	66	97
20	78	92	50	58
21	84	85	22	25
22	66	83	15	18
23	47	51	12	15
24	44	55	23	23
25	40	55	19	22
26	44	48	15	18
27	54	59	34	41
28	67	74	40	44
29	59	64	50	61
30	56	65		
31	57	60		
Mittel	59,6	66,8	40,2	46,0

A. KOECKELENERGH

H. ALBERT

Raumfahrtbüchchen. Der AK Raumfahrt beabsichtigt, Brosch. zu Themen d. Raumfahrt drucken zu lassen. Beginnend mit der Bibliografie „Raumfahrt/Welt-raumforschung“ für 1987 u. m. d. „Gemini-Projekt“, sollen jährl. ein bis zwei Broschüren hinzukommen. – Zur ungefähren Abschätzung der Aufl.-Höhe wollen wir unter den AuR-Lesern den Bedarf ermitteln. Bei Interesse und weiteren Fragen schreiben Sie an: Olaf Przybilski, M.-Gorki-Str. 50, Dresden, 8023.

Planetenforschung zwischen den Zeiten (II)

EDGAR MÄDLÖW

Im ersten Teil dieses Berichtes war von den Akteuren der Amateur-Planetenforschung „zwischen den Zeiten“ die Rede. Offen geblieben war die Frage nach einem wissenschaftlichen Nutzen dieser Arbeiten.

Nun, einmal ist im Verlauf dieser Tätigkeiten ein immenser Erfahrungsschatz hinsichtlich der Instrumente und Methoden erarbeitet worden; sei es visuell oder photographisch, sei es photometrisch oder mikrometrisch oder – unter Einsatz von Farbfiltern – sogar spektroskopisch. Zum andern sind die Planeten selbst zumindest ständig unter Kontrolle geblieben, es hat sich nichts auf ihnen ereignet, das der Beobachtung und der Dokumentation hätte entgegen kommen können, und in zahllosen Publikationen ist jedes Ereignis getreulich aufgezeichnet worden. Es bedurfte solch grundlegender Information, um die späteren Raumsonden-Unternehmungen sinnvoll ansetzen zu können; der Kenntnisstand der Jahrhundertwende hätte dazu nicht ausgereicht. Aber es war eben nicht nur die „Allround“-Beobachtung, die die Amateurtätigkeit gekennzeichnet hat; vielmehr wurde auch durch bestimmte Zielsetzungen nachgegangen. Davon soll im Folgenden stichprobenhaft die Rede sein.

Natürlich haben sich im Nachhinein viele solcher Arbeiten als mehr, andere als weniger sinnvoll erwiesen; aber das geht der professionellen Forschung schließlich nicht anders. So wissen wir zum Beispiel heute, daß die Bemühungen, Details auf den Oberflächen von Merkur und Venus zu erkennen und zu kartographieren, von vorn herein an der Natur der Dinge zum Scheitern verurteilt sein mußten; und es gehört zum Verdienst W. W. Spangenberg's, das immer wieder Gesehene frühzeitig als physiologische Täuschungen interpretiert zu haben [11]. Auch die permanente „Pflichtübung“ der Bestimmung der visuellen Venus-Halbphase erwies sich nicht nur als überflüssig, sondern sogar als irreführend; ebenso die quantitative Beobachtung der übergreifenden Hörner-

spitzen. Dagegen erwies sich nach neueren Erkenntnissen [12] überraschend ein Beobachtungsgegenstand als bedeutsam, der eigentlich nie ganz ernst genommen und mehr oder weniger nur belächelt worden war, nämlich die Erscheinung des „aschgrauen Lichtes“, sporadischer Aufhellungen des unbeleuchteten Teils der Vennusscheibe.

Bei der Beobachtung des Mars war man stets davon ausgegangen, daß die geschehenen Veränderungen der Dunkelgebiete auf jahreszeitlich wechselnde Bewässerung, wenn nicht gar Vegetation, zurückzuführen seien. Heute wissen wir, daß es sich um wechselnde Bedeckungen des dunklen Untergrundes mit helleren Staubablagerungen handelt. Es hat auch Zeiten gegeben, in denen die Qualität einer Marsbeobachtung an der Zahl der registrierten „Kanäle“ gemessen wurde. Aber all solchen Fehlinterpretationen zum Trotz bleibt die Tatsache bestehen, daß alle Veränderungen der Oberfläche und alle Trübungen der Atmosphäre treulich aufgezeichnet wurden und im Nachhinein Prozessen zugeordnet werden können, die wir heute zu verstehen in der Lage sind; sie leisten damit nachträglich ihren Beitrag zur Mars-Klimatologie über Zeiträume hinweg, die sonst verloren gewesen wären.

Auf Jupiter waren insbesondere die Bewegungsvorgänge in der sichtbaren Wolkenoberfläche des Planeten Gegenstand der Beobachtung. Für die Darstellung solcher Bewegungen benutzte unter anderen auch Ph. Fauth ein Diagramm, wie es in Abb. 1 wiedergegeben ist. Von oben nach unten läuft auf der Ordinate die Zeit, die Abszisse trägt die jovigraphischen Längengrade in der Orientierung, wie sie dem Anblick im Fernrohr entspricht. Eingetragen sind die Längenpositionen der Objekte einer bestimmten jovigraphischen Breitenzone zum jeweiligen Beobachtungszeitpunkt. An Hand der eingezeichneten Linien lassen sich die Objekte in ihrer Bewegung im Verlauf der Zeit verfolgen. Man sieht, daß alle Objekte einer Breitenzone mit etwa der gleichen Geschwindigkeit driften; manche aber verschwinden im Lauf der Zeit, andere tauchen neu auf, manche teilen sich in zwei Objekte, an anderer Stelle verbinden sich zwei Objekte zu einem. Daß die Linien gewellt sind, zeigt an, daß die Driftgeschwindigkeit der Objekte zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Die Abb. 2 zeigt

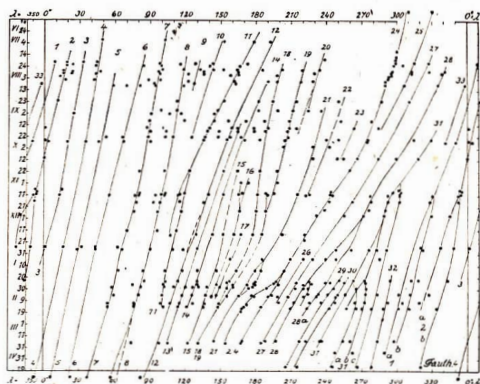
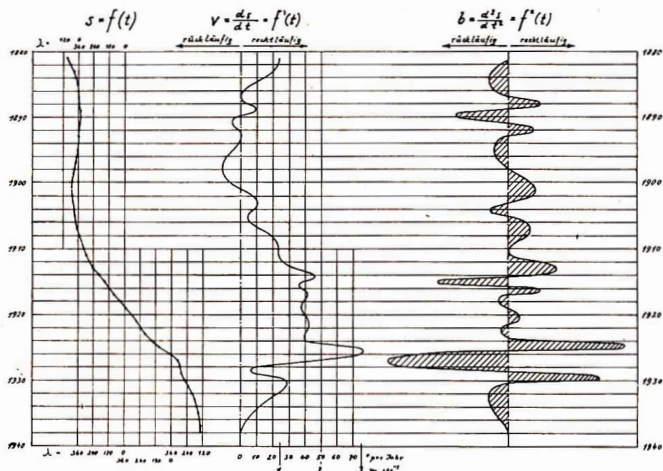


Abb. 1: Bewegungsdiagramm von Objekten in der NTrZ auf Jupiter 1916/17 nach Fauth; aus [6].

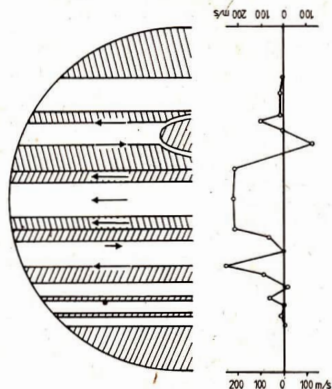


Gesetzen der Hydrodynamik, nicht der Mechanik, bezukommen ist – aber das wissen wir eben erst seit Neurem!

Eine der großen Überraschungen der Voyager-Missionen war ja auch die Erkenntnis, daß der GRF ein im Gegen-Uhrzeigersinn drehender Wirbel ist, was sich auch in den Bewegungen der an der Peripherie des Wirbels vorbeiziehenden Wolken äußert. Nun hat zwar Löbering schon im Jahre 1928 eine solche Bewegung beobachtet und dokumentiert, häufiger jedoch haben er selbst und andere Beobachter, insbesondere W. Sandner, Bewegungen im entgegengesetzten Rotationsinn zu sehen geglaubt. Die Erklärung liegt offenbar darin, daß solche Vorgänge an der äußersten Grenze des Wahrnehmbaren liegen und daß eine Bewegung im Uhrzeigersinn ganz einfach plausibel erschien. Es war ja bekannt, daß die Rotationsgeschwindigkeit in der Jupiteratmosphäre von den hohen zu den niederen Breiten hin zunimmt, mit dem bemerkenswerten „Sprung“ an den Rändern der hellen Äquatorzone. Es lag durchaus nahe, daraus den Schluß abzuleiten, daß die Materie am Äquatorwärtigen Rand des GRF diesen überholt, während die am polwärtigen Rand zurückbleibt; und das wäre in der Tat gleichbedeutend mit einer Umströmung des GRF im Uhrzeigersinn. Diese Vorstellung mündete in eine „Erwartungshaltung“ ein, die sicher viele Beobachter beeinflusst hat. Dem gegenüber haben nun aber die Mitarbeiter der BAA mit einem über viele Jahrzehnte hinweg reichenden Beobachtungsfluß und im Zuge einer akribischen Auswertung festgestellt, daß die Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit von den Polen zum Äquator keineswegs gleichförmig erfolgt; daß es vielmehr schmale Zonen mit entgegengesetztem Verhalten gibt, die der allgemeinen Aufmerksamkeit entgangen waren und die das Bild des Rotationsverlaufes recht komplex gestalten. In der Abb. 5 sind diese Geschwindigkeiten über der jovigraphischen Breite graphisch aufgetragen und daneben als Strömungsbild auf dem

Abb. 4: Diskussion der Bewegung des GRF auf Jupiter 1880–1940; aus [14].

Abb. 5: Breitenabhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeiten auf Jupiter nach Beobachtungen der BAA.



Planetenkörper dargestellt; und da zeigt es sich, daß hier die Umströmungsverhältnisse um den GRF bereits richtig erkannt und (1958) veröffentlicht worden waren.

Das waren allerdings nur Rückschlüsse aus dem generellen Strömungsbild in der Nachbarschaft des GRF. 1965 bis 1967, also immer noch mehr als ein Jahrzehnt vor Voyager, sind dann der bereits erwähnte E. J. Reese und B. A. Smith in New Mexico durch die unmittelbare Verfolgung von Bewegungsvorgängen um den GRF zu der gleichen Erkenntnis gelangt [15], sowie in jenem Einzelfall vier Jahrzehnte zuvor auch W. Löbering. Die Abb. 6 schließlich zeigt die endgültige Bestätigung all dieser Wahrnehmungen durch die Voyager-Sonden.

Nach diesem langen Exkurs über den Planeten Jupiter sollen ein paar kurze Bemerkungen über Saturnbeobachtungen aus jener Zeit zur Schlußbetrachtung überleiten. Der Weber'sche Fleck von 1932 war ein leuchtend helles Objekt gewesen. Im November 1949 wurde von Mitarbeitern der APLO ein dunkles Objekt aufgefunden, das bis Mitte 1950 verfolgt werden konnte und ebenfalls außerordentlich interessante Bewegungsverhältnisse zeigte [16]. Die Rotationsdauer für dieses Objekt verkürzte sich im Verlauf des Beobachtungszeitraumes, vermutlich in mehreren diskreten Stufen, von 10^h14^m auf 9^h33^m ; das entsprach auch ungefähr dem Verhalten des Weber'schen Fleckes, für den allerdings eine so eingehende Untersuchung nicht vorgenommen worden war.

Während der Voyager-Vorbeiflüge am Saturn ist eine solche Erscheinung nicht aufgetreten, und es wird voraussichtlich sehr lange dauern, bis wieder eine Raumsonde von diesem Planeten Kunde bringt. Man ist also, und daran soll abschließend erinnert werden, weiterhin auf terrestrische Beobachtungen angewiesen, will man über das Auftreten und Verhalten, womöglich auch über die Natur solcher Objekte Aufschluß erhalten. Ähnliches gilt auch für Jupiter. Die jahrzehntelange Überwachung hat unter anderem gezeigt, daß in unregelmäßigen Abständen zwischen 5 und 15 Jahren die Südhemisphäre des Planeten von weiträumigen turbulenten Vorgängen erfaßt wird, deren Ablauf zwar registriert, deren Ursache jedoch unbekannt ist. Auch ein solches Ereignis ist von keiner der Raumsonden erfaßt worden, und erst der Galileo – wenn er jemals realisiert werden sollte – wird vielleicht eine Chance dazu bieten. Bis dahin muß auch auf diesem Gebiet terrestrisch weiterbeobachtet werden. Auch der GRF hat noch Überraschungen zu bieten. Bei den Voya-

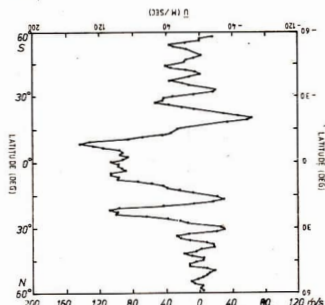
ger-Vorbeiflügen von 1979 zeigte er ein ganz anderes Aussehen und Verhalten, als fünf Jahre zuvor die Pioneer-Sonden übermittelten; und das lag nicht nur an dem unterschiedlichen technischen Standard. Löbering hat in seiner Veröffentlichung Anblicke des GRF aus 35 verschiedenen Jahren einander gegenübergestellt; wenn sich auch gewisse Typen des Anblickes wiederholen, so sind doch die Unterschiede fast von Jahr zu Jahr erheblich. Auch das ist ein Gegenstand, der weiterhin zu verfolgen wäre.

Wenn am dem Mars auch die Verhältnisse günstiger liegen, da Orbiter und Lander den Planeten mehr als zwei Mars-Jahre lang unter Kontrolle gehalten haben und alle vorkommenden Erscheinungen mehrfach erfaßt worden sein dürften, so ist es doch erforderlich, die Mars-Klimatologie über größere Zeiträume hinweg weiter zu verfolgen – unter besseren Voraussetzungen als zuvor, da nun die Natur der beobachteten Vorgänge bekannt ist. Daß auf der Venus das Problem des „aschgrauen Lichtes“ erneut aktuell geworden ist, wurde schon erwähnt. Darüber hinaus erscheint es aber auch nicht vermessen, Amateuren mit geeigneten Instrumenten in geeigneter Lage eine Chance an der Überwachung der Wolkenstruktur auf der Venus einzuräumen, wenn sie sich die auf dem Pic du Midi erprobten Technologien zu eigen machen; das ist keine Utopie, es gibt sehr wohl Amateursternwarten, auch in unseren Breiten, die zumindest theoretisch dazu in der Lage sind.

Aber so hoch braucht man sich gar nicht zu versteigen. Was gezeigt werden sollte, war, daß die Amateur-Planetenbeobachtung im Raumfahrt-Zeitalter keineswegs „gestorben“ ist, sondern vielmehr, vom Ballast manchen Rätselratens befreit, ganz konkrete Aufgaben zu erfüllen hat, zu denen die Raumsonden den Weg gewiesen haben. Die „Planetenforschung zwischen den Zeiten“ mündet ein in die Planetenforschung der Gegenwart!

Lit.: [11] W. W. Spangenberg: Bemerkungen zur Auswertung visueller Beobachtungen der inneren Planeten. A. N. 281.6 (1953). – [12] K. D. Kalauch: Sekundäres Venuslicht beobachtet? Die Sterne 59.365 (1983). – L. V. Ksanfomaliti: Planeten – Neues aus unserem Sonnensystem (S. 50 und S. 78). Urania-Verlag, Leipzig, Jena und Berlin 1985. – [13] E. J. Reese: Jupiters Great Red Spot and Three White Ovals. Sky and Telescope 34.185 (1967). – [14] M. Reiffenstein: Über die Eigenbewegungen des Großen Roten Flecks auf Jupiter. Mitt. Hoerbiger-Inst. 1.154 (1940). – [15] E. J. Reese und B. A. Smith: Evidence of Vorticity in the Great Red Spot of Jupiter. Icarus 9.474 (1968). – [16] G. D. Roth: Außergewöhnliche Rotation eines Dunkelobjektes im NEB auf Saturn. A. N. 281.89 (1953). – [17] R. F. Beebe et al.: Measurements of Wind Vectors, Eddy Momentum Transports, and Energy Conversions in Jupiters Atmosphere from Voyager I Images. Geophys. Res. Letters 7.1 (1980).

Abb. 6: Breitenabhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeiten auf Jupiter nach Voyager-Messungen; aus [17].



Verkaufe Objektiv 80/1200 mm und Montierung ohne Motornachführung für 700 M. – Rolf Ließner, Rudolf-Harbig-Str. 12a, Raschau, 9443.

Suche AuR-Hefte 5/81, 3 – 5/82 und „Die Sterne“ 52 (1976) Heft 4 sowie 55 (1979) Heft 2. – P. Scharff, Waldstr. 3, Kuhfelde, 3361; Tel.: Kuhfelde 278.

Biete Dreibeinstativ für Fernrohr (Modell etwa 1920) für 120 M zum Verkauf an. – Wolfgang Jahn, von-Harnack-Str. 62, Merseburg, 4203.

Die Marsoppositionen 1984 und 1986

HERMANN BERGER

Während der Tagung des AK Planeten 1986 wurde die Auswertung der Beobachtungen auf mehrere Sternfreunde verteilt. Diejenige der Marsbeobachtungen übernahm ich. Erfahrungen auf diesem Gebiet gibt es im Arbeitskreis bisher nur geringe. Man möge also nachsehen, wenn diese Auswertung noch etwas ungeschickt und unvollständig ist. Die Beobachtungsergebnisse von 1986 sind nicht allzu zahlreich. Von 1984 lagen noch Zeichnungen vor, so daß (ein bißchen spät) auch noch eine Auswertung der 84er Opposition möglich wird.

Mars 1984

Diese Opposition war mit ≈ 70 Mill. km geringstem Abstand eine relativ günstige. Der Scheibendurchmesser war mit $18''$ schon beachtlich, nur der tiefe Stand ($\delta = -18^\circ$) zur Oppositionszeit wirkte ungünstig. Zur Auswertung lagen von folgenden Beobachtern Ergebnisse vor:

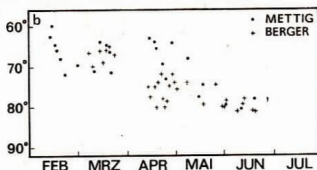
	Zeichnungen	Gesamtkarten
Berger, Scharfenberg (Cassegrain 250 mm)	61	1
Mettig, Dresden/Radebeul (Coudé-Refr. 150/2250 mm)	71	2
Greifner, Rückersdorf (Refr. 110/750 mm)		1
Gläser, Halle (Refr. 50/540 mm)		1
Kalauch, Annahütte (keine Angaben)		4
Köhler, Dresden (Refr. 100/1000 mm)		2
	132	11

Polkappen (NPK und SPK)

Bedingt durch die Achsenneigung bis 18° war die N-Polargegend die besser beobachtbare. Abb. 1 zeigt das Abtauen der NPK von Februar bis Juni. Aus den Werten von Mettig könnte man auf eine nochmalige Vergrößerung der NPK Ende März schließen, eine Beobachtungslücke (wetterbedingt) macht eine Entscheidung schwierig. Im Juni bildete sich eine ausgedehnte NPH, durch die die NPK noch hindurchschimmerte (Juni 29; Juli 1, 2, 8, 31; Aug. 6, 9). Auf einer Zeichnung von Mettig ist die NPH bis $+68^\circ$ ausgedehnt. Auffällig war, daß die NPH nicht immer gleichmäßig begrenzt gesehen wurde. So beobachtete Berger Juli 1/2 bei $l = 320^\circ$ (Cecropia) eine Einbuchtung in die NPH.

Die SPK war nicht beobachtbar, aber die SPH reichte teilweise bis zu -40° , so daß sie trotz der Achsenneigung gesehen werden konnte.

Abb. 1: Mars 1984, Abtauen der Nord-Polkappe.



Oberfläche

Von allen Beobachtern wurden folgende Oberflächendetails jederzeit erkannt:

Syrtis Major, Mar. Acidalius, Utopia, Mare Cimmerium, Mare Tyrrhenum, Mare Erythraeum, Sinus Sabaeus, Sinus Meridiani, Hellas

Die Gegend südlich Lacus Solis war ständig dunkel und so konnte sie nie sicher beobachtet werden. Hellesponus fiel ebenfalls sehr dunkel auf, nicht zuletzt wegen des Kontrastes zum benachbarten Hellas, welches nach der NPK das hellste Gebiet auf Mars war. Die Intensität des Mare Acidalius wurde unterschiedlich beurteilt. Auf den Karten von Köhler (Juni) und Kalauch (Feb.) ist es nicht vermerkt. Von $l = 90^\circ$ bis 180° wurden nur von Mettig und Berger, d. h. mit größeren Öffnungen, Details mit geringem Kontrast beobachtet, wobei aber zu bemerken ist, daß Mettig dieses Gebiet im Februar sehr kontrastreich gezeichnet hat (kein Filter).

Die Südhalbkugel war der Anblick geprägt durch die Kette der großen Meere. Regio Deucalionis hob sich als heller Streifen südlich von Sinus Sabaeus ab.

Atmosphäre

Es wurden zahlreiche Aufhellungen der Marsatmosphäre beobachtet. Besonders in Rand- und Terminatornähe traten oft Dämmerungswolken auf. Über Clearings wurde von keinem Beobachter eine Notiz gemacht. Mettig und Berger beobachteten im gesamten Zeitraum nur geringe Kontrastunterschiede zwischen blauem und orangem Licht. Auf ein ständiges Clearing zu schließen ist aber doch etwas gewagt.

Die folgende Übersicht enthält nur Landschaften, über denen mehrmals Vulkaneerscheinungen beobachtet wurden.

Arabia, Aeria	Feb. 16, 17, 19; März 10, 21, 22; Apr. 23; Juni 1
Cryse	März 15, 21, 24; Apr. 20; Mai 18; Aug. 4
Libya, Crocea	Apr. 24, 30; Mai 2; Juni 1, 2
Tempe	Feb. 29; Apr. 15, 22, 23, 25; Mai 18
Tharsis	Feb. 29; Mai 18
Cydonia	Apr. 24, 25

Bemerkenswert war die Aufhellung, über dem südlichen Ende des Syrtis Major (Libya, Crocea), die ab April ständig beobachtet wurde (Abb. 2, 3; Umschl.-S. 3). Hellas war immer sehr hell, teilweise heller als die Polkappe. Mettig (März 19, 21, 22) und Berger (März 24) beschrieben Hellas als extrem hell, die Lichtgrenze schien dadurch eingebuchtet. (!) Gläser erkannte Hellas und Argire bereits im Refr. 50.

Mars 1986

$23''$ Scheibendurchmesser, größer geht es fast nicht mehr, aber extrem tiefer Stand, das waren die Kennzeichen der 86er Opposition. So ist es verständlich, daß das Beobachtungsmaterial nicht zahlreich ist; von keinem Beobachter geht die Beobachtungsreihe über einen längeren Zeitraum. Trotzdem sei eine Zusammenfassung der vorliegenden Beobachtungen versucht.

	Zeichnungen	Gesamtkarten
Berger, Scharfenberg (Cassegrain 250/4300 mm)	11	
Hahn, Dresden (Refr. 80/1200 mm)	15	1
Hoffmann, Dresden (Refr. 63/840 mm)	4	
Marwinski, Weimar (Refr. 80/1200 u. 110/1650 mm)	21	

Mettig, Dresden/Radebeul (Coudé 150/2250 mm)	22
Schrötter, Neukieritzsch (Refr. 63/840 mm)	9
Tändler, Karl-Marx Stadt (Refr. 80/500 mm)	6
	88
	1

Polkappen

Aus den vorliegenden Zeichnungen ist eine Abtauer-scheinung der SPK nicht sicher erkennbar. Auch im Oktober wurde die Grenze der SPK noch bei -55° beobachtet. Trotz des Sommers auf der Südhalbkugel des Mars war sie noch bis in den November sichtbar (ein kühler Sommer auf Mars?).

Erstmals am 10. Juni bemerkte Mettig eine kleine NPK, die später von der entstehenden NPH überdeckt wurde. Am 2. und 6. August beobachtete Mettig mit BG 23 die NPH deutlich heller als die SPK.

Oberfläche

Die Syrtis Major war wieder das deutlichste Oberflächen-detail auf Mars. Die Aufhellung an ihrem Südrand (Libya, Crocea) wurde wiederum beobachtet, wenn auch nicht so deutlich wie 1984. Das Mare Acidalius, 1984 noch kontrastreich zur Umgebung, war diesmal wesentlich heller. Die angrenzenden Gegenden Lacus Lunae, Nilokerae und Lacus Niliacus waren aber gut erkennbar. Sinus Auroae wurde von Hahn im Juli/August sehr dunkel gesehen. Lacus Solis hob sich kaum von der Umgebung ab. Bemerkenswert ist noch, daß Pyrrhilegion - ansonsten kaum beobachtet - von Hahn im Oktober mit dem Refraktor 80/1200 deutlich gesehen wurde.

Atmosphäre

Filterbeobachtungen wurden nur von Mettig häufiger durchgeführt. Am 26. und 27. Mai beobachtete er ein schwaches Clearing über die gesamte Marscheibe hin. Aus den vorliegenden Zeichnungen ist es schwierig, Wolkenerscheinungen sicher herauszulesen, so daß die Zusammenstellung kritisch zu betrachten ist.

Tempe	4.5; 21.8; 25.9; 23; 24. und 30.10.
Hellas	28.6; 31.8; 12.10; 8.11.
Chryse	5.5; 25.8.
Argyre	13.5.
Aeria, Moab	26.6.

Hellas war bei weitem nicht so hell wie 1984. Berger sah es nie sonderlich hell. Mettig beobachtete Ende Mai bis Anfang Juli eine helle Wolke am Westrand des Mare Cimmerum von Hesperia bis Aedon. Auch Berger sah dies am 23. Mai (Abb. 4, 5; Umschl.-S. 3).

Die kommende Marsopposition wird wieder eine sehr günstige, was Abstand und Kulminationshöhe betrifft. AuR wird in einem späteren Heft Hinweise für effektives Zeichnen und Protokollieren veröffentlichen.

Achtung, Spiegelschleifer und Astrobastler!

Verkaufe preisgünstig Schleif-, Polier- und Pechmittel zur Spiegelherstellung (75 M); Glasscheiben $\varnothing$ 120 mm, 20 mm dick, spannungs- u. blasenfrei (50 M/Stück); Alu-Rohr $\varnothing$ (innen) 84 mm bei 2 mm Wandst., jede Länge vorrätig (20 M/m); Computerverschl. f. Astro-kamera (35 M); „Sterne und Weltraum“, Hefte 11 u. 12/1987 (je 15 M); Erstklass. Fotokop. od. Lichtpausen (Originalgröße) v. Beitar Atlas coeli (nur m. Vorbestellg., ca. 120 M bzw. 100 M, Preis regelt sich nach Zahl der Vorbestg.). - Bernd Engel, Schwerborner Str. 5, Erfurt, 5073.

Die Quadrantiden

RAINER ARLT, INA RENDTEL

Struktur und Entwicklung

Die Quadrantiden sind trotz ihrer hohen Aktivitäten ein wenig bekannter und beachteter Meteorstrom. Mit ihrem Maximum am 3. bzw. 4. Januar erscheinen sie in einer sehr ungünstigen Zeit, da das Wetter eine Beobachtung oft nicht zuläßt.

Der Name dieses Meteorstromes führt - wie üblich - vom Ort des Radianthen her: früher lag er im Sternbild Mauerquadrant, heute gehört dieses Gebiet zum Sternbild Bootes. Deshalb findet man in der Literatur auch noch die Bezeichnung „Bootiden“.

Während andere Meteorströme schon seit einigen hundert Jahren beobachtet werden (z. B. Leoniden 903, Perseiden im 10. und 14. Jahrhundert [1]), stammen die frühesten Beobachtungen der Quadrantiden aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Im Jahre 1825 beobachtete Kirkwood ein Meteorschaukel, das wahrscheinlich den Quadrantiden entspricht. Von einer Feuerkugel und vielen schwächeren Meteoriten wird am 1. Januar 1825 aus Italien berichtet. Der erste ausführliche Bericht kommt aus dem Jahre 1825, aber Notizen, wie „außergewöhnliches Auftreten“ oder „viele Sternschnuppen“ lassen natürlich keine Berechnungen von stündlichen Raten zu. Seit 1863 gibt es genauere Daten über die Aktivität der Quadrantiden [2]. Die daraus abgeleiteten ohnehin unsicheren Raten weisen sehr starke jährliche Schwankungen auf, die sich dadurch erklären lassen, daß das spitze Maximum nicht in den meist kurzen Beobachtungszeiten lag. Die höchsten Raten der Jahre, in denen das Maximum vermutlich beobachtet wurde, liegen zwischen 50 und 150 Meteore pro Stunde.

Heutzutage liegt das Maximum bei einer Sonnenlänge von $282^\circ 6'$ (1950.0), d. h. in der Nacht vom 3. zum 4. Januar. Der Aktivitätszeitraum ist verhältnismäßig kurz, die ersten Quadrantiden treten um den 1. Januar auf, bis 5. Januar ist die Aktivität merklich. Der Radiant hat die Koordinaten $\alpha = 230^\circ$; $\delta = +48^\circ$. Die geozentrische Geschwindigkeit der Quadrantiden beträgt 41 km/s. Seit 1947 werden die Quadrantiden auch mit Hilfe von Radar beobachtet. Mit dieser Radar-Echo-Methode können noch kleinere Partikel wahrgenommen werden als die visuell sichtbaren. Die Bahnen dieser „Radio-Meteoroiden“ weichen jedoch etwas von den Bahnen der größeren visuell sichtbaren Meteoroiden ab. Die „Radio-Beobachter“ erleben das Maximum dadurch etwa 14 Stunden früher als die visuell Beobachtenden.

Die Massenverteilung im Strom kann durch die Gleichung

$$\lambda_{\odot} = (283^\circ 24' \pm 0^\circ 04') - (0^\circ 109 \pm 0^\circ 010) \times M$$

($2\pi \leq M \leq 7\pi$) dargestellt werden, wobei $\lambda_{\odot}$ die Sonnenlänge des Maximums für eine bestimmte Helligkeit M der Meteore ist [3]. Häufige Ursache für eine solche Verteilung ist der Poynting-Robertson-Effekt. Er wirkt jedoch immer in der Bahnebene des Stromes. Ekliptik-ebene und Bahnebene der Quadrantiden schließen aber einen sehr großen Winkel ($i = 71^\circ$) ein, das heißt, daß dieser Effekt eigentlich nicht beobachtet werden dürfte. Nach [4] wird die Massenverteilung auf enge Jupiterpassagen der kleinen Partikel des Stromes mit dem Ergebnis einer Verlagerung der Bahnknoten zurückgeführt. Das bedeutet, daß sich die Knotenlängen immer stößeisig ändern, bei jedem Jupitervorübergang nach jeweils 11.86 Jahren. Dabei wird der Teil des Stromes mit den kleineren Teilchen stärker abgelenkt als der Rest des Stromes. Die aufsteigenden Knoten der Bahnen der

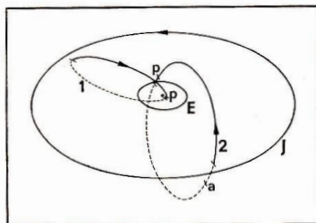


Abb. 1: Bahn der Quadrantiden vor 1500 Jahren (1) und heute (2). Im Vergleich dazu die Erdbahn (E) und die Jupiterbahn (J).

visuellen und der Radio-Meteoroiden sind inzwischen durch 0,71 voneinander getrennt. Wahrscheinlich ist diese Trennung nicht einigen wenigen starken Störungen zuzuschreiben, sondern hat sich periodisch während der gesamten Lebenszeit der Quadrantiden vollzogen.

Aufgrund der knapp zwölfjährigen Umlaufperiode des Jupiter wird die Bahn der Quadrantiden nur in diesem Abstand für kurze Zeit gestört, in den dazwischen liegenden Jahren bleiben die Bahndaten annähernd konstant. Die Abweichungen werden etwa 2,6 Jahre später am aufsteigenden Knoten beobachtet, als zeitliche Verschiebung des Maximums der Quadrantiden. Die Passagen des Jupiter von 1937,2, 1949,0, 1960,9 und 1972,8 grenzen drei Perioden mit leicht versetzten Bahnen ab: 1939,8 bis 1951,6, 1951,6–1963,5 und 1963,5–1975,4. Die Sonnenlängen des Maximums für diese drei Perioden liegen bei $282^{\circ}06 \pm 0^{\circ}11$, $282^{\circ}544 \pm 0^{\circ}05$ und $282^{\circ}525 \pm 0^{\circ}03$, woraus sich eine Änderung der Knotenlänge von $\Delta\omega = 0^{\circ}41 \pm 0,17$ pro Jahrhundert ableiten läßt.

Der Quadrantidenstrom unterlag in den vergangenen Jahrtausenden starken Bahnänderungen. Daher sind seine Meteore erst seit kurzer Zeit beobachtbar. Nach [5] vollzog sich folgende Entwicklung: Vor 4000 Jahren betrug die Neigung der Bahn etwa 76° , sie erreichte vor 1500 Jahren ein Minimum von etwa 13° und stieg bis heute wieder auf 71° an. Die Periheldistanz sank von etwa 1 AE vor 4000 Jahren auf einen Wert unter 0,1 AE vor 1500 Jahren. Bis heute stieg sie wieder auf 1 AE an. Im gleichen Rhythmus verhielt sich auch der Abstand der Strombahn zur Jupiterbahn. Vor 1500 Jahren erreichte der Strom die größte Distanz. Das Maximum der Perihel-Länge lag vor 2800 Jahren bei 111° , der Minimalwert lag vor rund 500 Jahren bei 86° . Diese Berechnungen wurden später bestätigt.

In Tabelle 1 sind die Bahndaten der Quadrantiden vor 1500 Jahren und heute gegenübergestellt. Die Veränderungen durch Jupiterstörungen sind offensichtlich.

Tabelle 1: Bahndaten der Quadrantiden vor 1500 Jahren und heute [6]

Bahndaten	vor 1500 Jahren	heute
große Bahnhalbachse a	3.07 AE	3.07 AE
Exzentrizität e	0.97	0.681
Bahnneigung i	12°	$71^{\circ}4$
Argument des Perihels ω	30°	$170^{\circ}4$
aufsteigender Knoten Ω	100°	$282^{\circ}46$
Periheldistanz q	0.09 AE	0.979 AE
Apheldistanz Q	6.05 AE	5.16 AE
Umlaufzeit P	5.38 Jahre	5.38 Jahre

Trotz bekannter Bahn und ihrer Veränderungen ist (noch) kein Ursprungsobjekt für diesen Strom bekannt.

In den folgenden 400 Jahren wird die Periheldistanz schnell über 1 AE anwachsen, so daß die Erde nicht mehr den Strom kreuzt und die Quadrantiden unbeobachtbar werden. Man kann annehmen, daß die Quadrantiden schon in etwa 100 Jahren nur noch geringe oder überhaupt keine Aktivität aufweisen werden. Mit einer Breite von 1,7 Mill. km ist der Strom so „schmal“, daß ihn kleine Änderungen der Bahnelemente völlig aus dem Kreuzungsbereich der Erde bewegen können.

Ein Maß für die Aktivität eines Stromes ist die stündliche Zenitrate (zenithal hourly rate – ZHR).

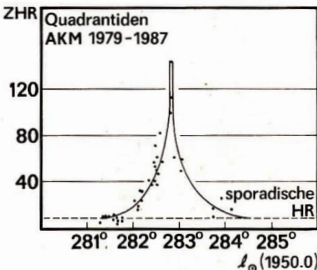
Es handelt sich dabei um einen nach Grenzhelligkeit und Radiantenhöhe korrigierten Wert der stündlich beobachteten Meteorzahl eines Stromes. Die Quadrantiden weisen in ihrem ZHR-Verlauf ein sehr spitzes Maximum auf. Schon eine Beobachtung mit sechs Stunden Differenz zum Maximum gibt nicht den vollen Eindruck des Meteorschauers wieder. Wegen der sehr unterschiedlichen Radiantenhöhen zur Zeit des Maximums in verschiedenen Jahren lassen sich die Maximumsraten der Jahre untereinander schlecht vergleichen. Ebenso ändert sich die ZHR während der Maximumsnacht recht stark, wobei auch der Radiant in dieser Zeit eine große Höhen-differenz überwindet. Da die scheinbare Radiantenhöhe aber unter anderem auch von der geozentrischen Geschwindigkeit der Strommeteore abhängt [7], wirken sich Ungenauigkeiten in der Ratenberechnung vor allem bei geringen Höhen stark aus.

Beobachtungen der Quadrantiden im Arbeitskreis Meteore

Im Arbeitskreis Meteore (AKM) werden seit 1979 Quadrantiden beobachtet. Aufgrund des oftmals schlechten Wetters (wolkenreiche Meeresluft) liegen meist nur Beobachtungen von kurzer Dauer in Wolkenlücken oder mit verringerter Grenzhelligkeit vor. Zudem ist das Maximum der Quadrantiden sehr spitz und es ist nicht immer möglich, es während der Nachtstunden zu „treffen“. Am ergiebigsten waren Beobachtungen aus den Jahren 1982, 1984 und 1987, bei denen immerhin mehr als 400 Quadrantiden beobachtet wurden [8]. Ab 1981 durchgeführte fotografische Versuche waren aber bis jetzt erfolglos.

In Abb. 2 sind alle Beobachtungen von 1979 bis 1987, bezogen auf die Sonnenlänge 1950,0 dargestellt. Das Maximum tritt bei $\lambda_{\odot} = 282^{\circ}6$ auf. Die ZHR gibt die

Abb. 2: ZHR der Quadrantiden aus Beobachtungen des AKM in den Jahren 1979 bis 1987.



Anzahl der in einer Stunde für einen Beobachter bei einer Grenzhelligkeit von 6m5, Zenitstand des Radianten und maximaler Feldgröße sichtbaren Meteore wieder. Es ist deutlich, daß der Anstieg zum Maximum wesentlich besser erfaßt ist, als der schnelle Abfall. Besonders erfolgreich diesbezüglich waren die Beobachtungen 1987, als eine Beobachtungsgruppe mit sechs Beobachtern in Gohm bei Potsdam in der Nacht vor dem Maximum während zehn Stunden Beobachtungszeit 325 Meteore registrierte. In der eigentlichen Maximumnacht kamen von der erwarteten „Flut“ Wolken, so daß lediglich 1,5 Stunden in der ersten Nachthälfte beobachtet werden konnte.

Erst 1989 werden die äußeren Bedingungen (Maximum in den Nachtstunden, relativ mondlos) wieder optimal sein, um diesen wenig beachteten Strom zu untersuchen, aber auch in allen anderen Jahren lohnt sich bei klarer Sicht ein Blick zum Himmel.

Lit.: [1] Dall'Omo, U.: Meteors, meteor showers and meteorites in the middle ages: From european medieval sources. *Journal for the history of astronomy*, IX (1978), 123. – [2] Fisher, I. W.: The Quadrantid meteor history to 1927. *Harvard College Observatory Circular* 346 (1930). – [3] Roggemans, P.: On the Quadrantid meteor stream (II). *Werkgruppennieuws* 15 (1987), 20. – [4] Hughes, D. W.; Williams, I. P.: The mass segregation and nodal retrogression of the Quadrantid meteor stream. *MNRAS* 195 (1981), 625. – [5] Hamid, S. E.; Youssef, M. N.: A short note on the origin and age of the Quadrantids. *Contrib. to Astrophysics* 7 (1963), 309. – [6] Williams, I. P.; Murray, C. D.; Hughes, D. W.: The long-term orbital evolution of the Quadrantid meteor stream. *MNRAS* 189 (1979), 483. – [7] Koschack, R.: Ableitung des Korrekturfaktors z für die Radiantenhöhe aus Beobachtungen. *Mitteilungen des Arbeitskreises Meteore im Kulturbund der DDR*, Nr. 78 (23. Februar 1987), 3. – [8] Rendtel, J.; Rendtel, I.; Otto, F.; Koschack, R.: Beobachtungen der Geminiden und Quadrantiden. *Astr. Nachr.* a06 (1985), 171.

Verkaufe Meniscas 150/2250, fabrikneu (3950 M); kon. Fernrohrsäule m. gr. Fuß, gebr. (250 M); Ib-Mont., gebr. (1100 M); Fernrohrsäule m. kl. Fuß, gebr. (200 M); gebr. Schulferröhre 63/840 (500 M); „Die Himmelswelt“ 1922–1944, geb., nur geschl. (190 M); „Die Sterne“ 1922–1950, nur geschl. (250 M); Briefmarkensamml. Raumf.-Weltraumforsch. 1957–1970, nur geschl. (1200 M). Heinz Mielke, Stubenrauchstr. 9, Eichwalde, 1603.

Verkaufe As-Obj. 80/840 (350 M); Okularauszug f. R 80/840 (230 M); Telemont-Mont. (380 M), Okulare f. 4; 6; 10; 12,5-0; 16; 25-H (zus. 310 M); Sucher (100 M), Säulenstativ Eigenbau massiv Stahl (70 M), Schwalbenschwanzführung (30 M). – Jörg Franz, K. Klay-Str. 8, Eberswalde-Finow, 1300.

Verkaufe unben. Newton-System 200/1360 m. Fassg. Prisma, Okular 10-H, Ok.-Hülse, zus. 1100 M; Falkauer Atlas, neuw.; AuR 1/77–5/80, 2/81–6/84, 3/85–4/87; Die Sterne, Jg. 78–80; Kal. f. Sternfreunde 1965–1980 (ohne 1979). – B. Reetz, Stendaler Str. 85, Berlin, 1150.

Verkaufe Refr. 80/840 m. Okularen $f = 25; 16; 10; 6$ mm f. 600 M. Dreibeinstativ m. azimut. Mont. f. 50 M. – Suche 63 mm-Okular. – Rainer Wolf, Karl-Liebknecht-Str. 7, Graal Müritz, 2553.

Die Kometenentdeckungen des Jahres 1986

KARSTEN KIRSCH

Sie sind schon unsichere Gesellen die Kometen. Zwar werden jedes Jahr etwa 20 von ihnen entdeckt oder auch wiederentdeckt, die meisten bleiben durch ihre geringe Helligkeit jedoch unerschaffbare oder zumindest schwierige Objekte. Zudem stehen sie während ihrer größten Helligkeit häufig in geringem Winkelabstand von der Sonne und nicht wenige zeigen sich dann auch nur vor den Sternbildern des Südhimmels. Es ist deshalb kein Wunder, daß das Interesse vieler Amateure an den Kometen an bestimmte Höhepunkte gebunden ist, denken wir nur an die „berühmten“ Kometen Arend-Roland 1957 III, Bennet 1970 II, West 1976 VI, Halley 19821 oder auch Kohoutek 1973 XII und die mit ihnen verbundenen Aktivitäten.

Trotzdem könnten viele der „uninteressanten“ Kometen eine Geschichte über sich oder ihre Entdeckung erzählen, die interessant und manchmal auch kurios ist. So wurde z. B. der Komet 1985m Thiele nur deshalb von Ulrich Thiele auf dem Calar Alto entdeckt, weil ihm beim Einstellen der Koordinaten Halleys ein Fehler unterlief.

Im folgenden wird eine Übersicht der 1986 entdeckten Kometen gegeben, zu einigen von ihnen auch kurze Anmerkungen. Insgesamt belief sich die Zahl der Entdeckungen im Jahr 1986 auf 17 (wie auch im Jahr 1985), 7 davon waren bereits als periodisch bekannt und wurden wiederentdeckt. Von den 10 Neuentdeckungen (in der Tabelle mit * markiert) sind 6 ebenfalls periodische Kometen. Sieben der Objekte wurden erst nach ihrem Periheldurchgang entdeckt.

Bemerkungen zu einigen Kometen

1986a Hinter dem Namen „Shoemaker“ verbergen sich eigentlich zwei Entdecker: das Ehepaar Carolyn und Eugene Shoemaker die nun bereits ihren dritten periodischen und einige nichtperiodische Kometen gefunden haben. Außerdem gehen mehrere Planetoiden auf ihr Konto. Fast gleichzeitig mit 1986b fanden sie auch einen vom seltenen Aten-Typ, einen Erdbahnkreuzer mit 11,5 Monaten Umlaufzeit.

1986c Dieser Komet sorgte zunächst für große Hoffnungen auf seine künftigen Periheldurchgänge. Die Periheldistanz beträgt 0,96 AE (also nahe der Erdbahn) und die Neigung zu dieser auch nur 9°. Der Komet könnte also der Erde nahe kommen und tatsächlich wurde eine Annäherung im November 1997 auf 4 Mio km berechnet. Seine Helligkeit könnte dann etwa 2–3^m erreichen. Es wurde bereits eine neue IHW (International Hartley Watch) erwogen, mit Kometen-Rendezvous-Mission. Aber: Im Dezember 1993 nähert sich P/Hartley 2 dem Jupiter bis auf 0,37 AE. Dadurch verschiebt sich die Bahnneigung auf 13°, Perihelargument und Knotenlänge um 6° und die größte Annäherung an die Erde ist dann nur noch 0,75 AE. Die Helligkeit des Kometen wird 10^m nicht übersteigen.

1986e Für den kalifornischen Amateur Don Machholz ist dies bereits der dritte Komet, aber der erste periodische. Entdeckt wurde er nur 1,5° südlich des Andromedanebels als Objekt 10 Größenklasse. Der Komet bricht den bisherigen Rekord von P/Encke in Bezug auf die kleinste Periheldistanz: Nur 0,13 AE (19,5 Mio km) beträgt sie bei P/Machholz. Außerdem hat kein anderer Komet mit einer Umlaufzeit von kleiner als 20 Jahren eine derartig große Bahnneigung von 60°. Komet P/Machholz ist zu diesen Rekorden erst seit kurzer Zeit in der Lage, 1972 und 1984 kam er sowohl Mars als auch Jupiter nahe und

diese verhalten ihm dazu. Dank der geringen Periheldistanz wird er zwar im nächsten Perihel etwa 1^m erreichen, er ist dabei jedoch nicht sichtbar. Wenn dann die Elongation wieder ausreicht, hat er nicht mehr als die 10. Größenklasse.

1986f Die Wiederentdeckung erfolgte mit dem 60-Zoll Spiegel des Mont Palomar Observatory und CCD-Empfänger. Früher war das aber nicht so: Der Londoner Amateur Edwin Holmes fand ihn 1892 bei der Beobachtung des Andromedanebels. Der Komet war etwas heller als die Galaxie. P/Holmes wurde auch noch 1899 und 1906 gesehen und dann bei einer engen Jupiterpassage aus der Bahn geworfen. Mehr als 50 Jahre war er verschollen bis eine Neurechnung der Bahn durch B. G. Marsden zur Wiederentdeckung im Jahre 1964 führte. Auch 1971 und 1979 konnte er wieder beobachtet werden.

1986k Dieser Komet ist natürlich nicht der berühmte von 1973–74 sondern die dritte Wiederkehr des periodischen 1975 III mit 6,7 Jahren Umlaufzeit.

1986l Die Studentin Christine Wilson machte die Entdeckung bei der Durchsicht von Platten für die neue Palomar Observatory Sky Survey. Bereits die ersten Bahnrechnungen ergaben, daß der Periheldurchgang erst am 20. April 1987 erfolgt. Die Entdeckung war also mehr als 8 Monate vorher erfolgt und der Komet hatte da schon die 10. Größe. Die Sensationspresse hatte wieder einen „Jahrhundertkometen“. Leider ist dem nicht so. In unseren Breiten war der Komet bis Dezember 1986 sichtbar, die Helligkeit stagnierte bei 10^m. Zum Perihel wird er etwa die vierte Größe erreichen aber bei der Deklination von – 70°. Wenn er dann im September 1987 wieder auftaucht ist davon nicht mehr viel geblieben, vielleicht noch 10^m.

1986o Die beiden japanischen Amateure hielten ihre Entdeckung zunächst für einen kleinen Planeten und das Objekt 16. Größe wurde mit der Bezeichnung 1986 UD beim Minor Planet Center registriert. Seki fand aber etwas später eine sehr schwache und diffuse Koma, das Objekt wurde vom Planetoid zum Komet. P/Urata-Nijima steht mit der vorläufigen Bezeichnung 1986o nun hinter 1986n Sorrells, obwohl er eigentlich 2 Tage früher entdeckt wurde.

1986q Auf einer Fotoplatte des 1,2m-Schmidt-Teleskops in Siding Spring (Australien) entdeckte Malcolm Hartley am 5. Februar 1982 gleich zwei Kometen (1982b und 1982c). Bereits die ersten Bahnrechnungen ließen große Ähnlichkeit erkennen, so daß von Anfang an genetische Zusammenhänge vermutet wurden. Wenig später wurde von

Vorläufige Bezeichnung und Name	Entdecker und Institut	Tag, Koordinaten und Helligkeit	Perihelstermin	q	max
1986a • P/Shoemaker 3	Carlyn & Eugene Shoemaker, 0,40m-Schmidt, Mt. Palomar	Jan. 10 9 ^h 34 ^m +20°40'	1986 Dec. 18,6	1,8 AE	13 ^m
1986b • Shoemaker	Diez.	März 4 12 14 +23 40	1986 Feb. 27,9	3,6	15
1986c • P/Hartley 2	Malcolm Hartley, 1,2m-Schmidt, Siding Spring	März 15 11 22 – 7 28	1985 Juni 5,2	1,0	18
1986d • P/Singer Brewster	Siepen Singer-Brewster, 0,46m-Schmidt, Mt. Palomar	Mai 3 14 50 – 6 34	1986 Juni 9,0	2,0	14
1986e • P/Machholz	Don E. Machholz, 29 x 130 Binnokular, San Jose, Cal.	Mai 12 0 41 +38 36	1986 Apr. 23,5	0,1	10
1986f • P/Holmes	James Gibson, 1,5m-Ref. + CCD, Mt. Palomar	Juni 9 2 04 +25 21	1986 März 14,1	2,2	18
1986g • P/Forbes	Diez.	Apr. 8 11 11 + 8 34	1987 Jan. 1,0	1,5	16
1986h • P/Schwassmann-Wachmann 2	Diez.	Juni 20 1 44 + 7 21	1987 Aug. 30,5	2,1	13
1986i • Churyumov-Solodovnikov	K. I. Churyumov, V. V. Solodovnikov, Alma Ata	Juli 14 21 52 – 12 21	1986 Mai 0,5	2,6	13
1986j • P/Comas Solà	Tom Gebets, James Scotti, 0,91m-Ref., Kitt Peak	Juli 30 1 00 – 8 43	1987 Aug. 18,7	1,8	13
1986k • P/Kohnleik	Christine Wilson, 1,2m-Schmidt, Mt. Palomar	Juli 30 21 39 – 7 31	1987 Okt. 29,9	1,8	14
1986l • Wilson	Kurt Birle, 3,5m-Ref. + CCD, Calar Alto	Aug. 4 22 23 +25 15	1987 Apr. 20,8	1,2	4
1986m • P/Gehrig-Skellernp	William Sorrells, 0,4m-Ref., Pleasanton, Cal.	Aug. 12 5 50 +11 24	1987 Juni 18,0	1,0	12
1986n • Sorrells	T. Urata, T. Nijima, 0,3m-Ref., Ojima, Japan	Nov. 1 5 39 +26 51	1987 März 9,8	1,7	9
1986o • P/Urata-Nijima	Mihos Iwano, 0,3m-Ref., Ojima, Japan	Okt. 30 2 00 +18 32	1986 Nov. 22,9	1,4	13
1986p • P/Lovass 2	Peckstein Opa, Ungarn	Nov. 28 1 47 +13 48	1986 Nov. 2,0	1,5	14
1986q • P/dn Tolt-Hartley	James Scotti, 0,91m-Ref., Kitt Peak	Dec. 27 6 57 +25 26	1987 Juni 14,0	1,2	12

S. Nakano festgestellt, daß die Bahn des Kometen-paares Hartley identisch mit der des Kometen du Toit (1945 II) ist. Dieser periodische Komet wurde 1945 entdeckt und trotz der kurzen Umlaufzeit von 5,28 Jahren später nicht wieder beobachtet. Eine große Bahnstörung durch Jupiter ereignete sich im Jahr 1963 (Passage in 0,34 AE Entfernung). Die Teilung des Kometen hat nach Berechnungen von Z. Sekanina gegen Ende des Jahres 1976 stattgefunden.

Vergleich der Bahnelemente:

	1945 II	1982 c
Periheltermin	1945 Apr.	1982 März
	18.7165	30.4450
Periheldistanz	1.249775	1.194664 AE
Exzentrizität	0.587621	0.601961
Umlaufzeit	5.28	5.20 Jahre
Perihelargument	201.5286	251.6724°
Knotenlänge	358.8591	308.5845°
Bahnneigung	6.9192	2.9385°
Epoche	1945 Mai 5.0	---

Lit.: Marsden, B. G., Catalog of cometary orbits. New Jersey 1983. - Fischer, D., Hüttmeister, S., Skyweek 2 (1986) 1-52. - Intern. Astron. Union Circ. 1986, Nr. 4158-4293. - Hamel, J., Kometenentdeckungen 1985. Astron. und Raumf. 25 (1987) 3. - Marsden, B. G., Minor Planet Circulars 1982, Nr. 6890.

KURZBERICHTE



Der literarische Nachlaß Bruno H. Bürgels

Der weitaus größere Teil des literarischen Nachlasses von Bruno H. Bürgel (1875-1948) befand sich seit fast 40 Jahren in der Bundesrepublik Deutschland und konnte jetzt der Bürgel-Gedenkstätte im Astronomischen Zentrum Potsdam übereignet werden. Dank der Bemühungen des Ministeriums für Kultur der DDR und des Entgegenkommens des Ministeriums für Kunst und Wissenschaft des Landes Baden-Württemberg übergab Frau Charlotte Rüfer, ehemalige Sekretärin Bürgels, am 12. Januar 1988 dem Leiter der Gedenkstätte, StR Arnold Zenkert, in Singen a. H. das aus Briefen, Dokumenten, Fotos und vor allem Zeitungsbeiträgen bestehende umfangreiche Material. Zum Nachlaß gehörte auch die vom Bildhauermeister Walter Bullert (Potsdam) geschaffene Original-Totenmaske Bürgels. Bisher konnte nur eine vorläufige Bestandsaufnahme vorgenommen werden, die das reiche und vielseitige Schaffen Bürgels widerspiegelt. Unter den zahlreichen Briefen befinden sich Namen wie Paul Ahnert, Cuno Hoffmeister, Paul Guthnick, Ehm Welk und Manfred von Ardenne. Noch nicht bekannt war, daß das Buch „Der Stern von Afrika“ unter dem Titel „Mit der Raketen-Granate zum Mond“ in bulgarischer Sprache 1929 in Sofia erschienen war. Zu den schönsten Zeugnissen der Wertschätzung Bürgels gehört ein Bild Otto Grotewohls mit dessen Widmung: „Dem Menschenfreund Bürgel in brüderlicher Verbundenheit zum 70. Geburtstag am 14. November 1945 - Ihr O. Grotewohl!“

In der Folgezeit wird die Bürgel-Gedenkstätte Potsdam über die Auswertungsergebnisse publizieren. -dt

Im Sinne Lohrmanns wirken

Die breite Palette von Interessengebieten des Kulturbundes, denen man sich in der Elbstadt widmen kann, wurde Anfang des Jahres durch einen bemerkenswerten Club bereichert.

Nach 150 Jahren vereint der „Lohrmann-Club“ erstmals wieder die Dresdner Freunde der Geschichte von Astronomie, Geodäsie, Kartographie und Meteorologie.

In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts hatte der Universalgelehrte Wilhelm Gottlieb Lohrmann (1796 bis 1840) bereits interessierte Dresdner Honoratioren in einem naturwissenschaftlichen Freundeskreis um sich geschart. Lohrmann war damals u. a. als Direktor der Landesvermessung, als Vorsteher der Technischen Bildungsanstalt und Oberinspektor des Mathematisch-Physikalischen Salons einer der großen Förderer von Naturwissenschaft und Technik. Seine Bemühungen bei der Vermessung Sachsens und der Erstellung genauer Karten wirken wie die Arbeiten zur astronomischen Zeitbestimmung, dem Messen und der Statistik bis in unsere heutigen Tage. So bestimmte er mit einem großen Passageninstrument den Ortsmeridian. Auch ist ihm die Einführung der mitteleuropäischen Zeit in Sachsen zu verdanken. Für seine herausragenden Verdienste auf astronomischem Gebiet, in langjähriger Beobachtungsarbeit schuf er die „Topographie der Mondoberfläche in 25 Sektionen“, tragen die Sternwarte der Technischen Universität Dresden und ein Mondkrater seinen Namen. Neben diesem Wirken ist für uns heute auch Lohrmanns Haltung zur Verbreitung der Kenntnisse aus Wissenschaft und Technik unter der Bevölkerung von Interesse. Als Gründungsmitglied des „Gewerbevereins zu Dresden“, dem Professoren und hohe Offiziere ebenso wie Handwerker und Gewerbetreibende angehören durften, setzte er sich dafür ein, daß die neuesten Erkenntnisse seiner Zeit nicht nur einer privilegierten Schicht einsehbar blieben.

Orientiert am Lebensbild dieses großen Gelehrten treffen sich die etwa 60 Dresdner, unter ihnen Dozenten der Ingenieurschule für Kartographie und Geodäsie, Mitarbeiter des VEB Geodäsie und Kartographie, des Lohrmann-Observatoriums der TU Dresden, des Mathematisch-Physikalischen Salons, der von Ardenne-Sternwarten und der Sternwarte Frantz, einmal im Monat zu ihren vielseitigen Veranstaltungen. Der erste Treff führte die Mitglieder des neuen Kulturbund-Clubs auf die Dresdner Schloßbaustelle, wo sie sich in einer zweistündigen Führung vor Ort mit den Bau- und Vermessungsarbeiten am Wohnsitz der sächsischen Herrscher vertraut machen konnten.

Trafen sich Lohrmann und sein Kreis einst in den vornehmen Häusern Dresdens, bei Schloßherren und Rittergutsbesitzern, so stehen den Freunden der Regional- und Wissenschaftsgeschichte am Ende des 20. Jahrhunderts die besten Gaststätten und Gesellschaftsräume in Kulturstätten der Elbmétropole zur Verfügung. Denn Wissenschaft und Gesellschaft sollen in dem von der Stadtleitung des Kulturbundes finanziell großzügig unterstützten Club genauso zusammengehören, wie zu Lohrmanns Zeiten.

Bisher stehen in jedem Monat interessante Exkursionen und Vorträge im Terminkalender der Clubmitglieder, die in diesem Jahr auch noch einen Abend auf Schloß Radeberg verbringen werden und eine Fahrt ins ZEISS-Großplanetarium in Berlin sich vorgenommen haben.

JÜRGEN HELFRICHT

REZENSIONEN



Astrologie – Todtler der Astronomie?

Der Titel des „akzent“-Büchleins von Dr. J. Hamel scheint nicht ganz glücklich gewählt. Der Autor will doch nicht in erster Linie eine Antwort auf diese Frage geben. Es liegt ihm vielmehr daran nachzuweisen, daß die Astrologie ein gigantisches kulturhistorisches Phänomen ist, das wir nicht mitleidig lächelnd als Sammelsurium von Narreteien, Aberglauben und Betrügereien abtun sollen, obwohl und gerade weil wir ihre Unvereinbarkeit mit unserem wissenschaftlich fundierten Weltbild erkannt haben. Es ist dem Autor auch gelungen, einleuchtend darzulegen, daß Astrologie in vorkapitalistischen Epochen der Menschheitsgeschichte nicht Aberglaube war. Erst die Entdeckung der Gravitation und die Philosophie der „Aufklärung“ im Zeitalter des aufstrebenden Frühkapitalismus haben die grundlegenden Irrtümer der „Sterndeutung“ aufgedeckt und sie als unwissenschaftlich und dem gesellschaftlichen Fortschritt hinderlich enthüllt. Wer die Geschichte der früheren Epochen verstehen will, kommt am Studium der Rolle, die in diesen Zeiten die Astrologie gespielt hat, nicht vorbei. Der Verfasser belegt das mit zahlreichen Dokumenten aus antiken und spätmittelalterlichen Schriften, unterstützt durch zahlreiche, z. T. recht eindrucksvolle Illustrationen.

Wir werden bekanntgemacht mit der „Omenastronomie“ der Priesterastrologen des 2. Jahrtausends v. d. Z., dann mit dem Übergang zur „Geburtsastrologie“, die auf der Berechenbarkeit der Stellung von Mond, Sonne und den fünf bekannten Planeten zur Stunde der Geburt von Königen, Heerführern und Priestern beruhte und eine Vorausschau auf das Schicksal der Herrschenden liefern sollte. So wird deutlich gemacht: Astronomie und Astrologie waren damals durchaus nicht voneinander zu trennen. Die „Chaldäer“ hätten niemals so viel Zeit und Mühe für die Beobachtung der Gestirne aufgewendet, wären sie nicht nur Astronomen sondern zugleich auch Astrologen gewesen.

Zu einem Lehrsystem entwickelt wurden Astronomie und Astrologie in der Epoche des „Hellenismus“, als die griechischen Philosophen mit dem sich über Jahrhunderte erstreckenden Beobachtungsmaterial des alten Vorderen Orients bekannt wurden. Die Krönung dieser Entwicklung stellen die beiden großen Werke des Ptolemäus dar: Die Vollendung des geozentrischen Weltbildes im „Almagest“ und die bis in Details gehende Konstruktion des astrologischen Regelwerkes im „Tetrabiblos“. Mit dem Inhalt des Letzteren werden wir in Hamels Büchlein gründlich bekannt gemacht. Wie tief dieses Regelwerk in den Alltag der Menschen eindringen konnte, zeigt der Verfasser an vielen Beispielen und Zitaten aus dem reichhaltigen Quellenmaterial, das er gründlich ausgewertet hat.

Die wichtigsten Termini der Astrologie sind klar und verständlich erläutert. Wer die einschlägigen Kapitel sorgfältig gelesen hat, weiß nun, was es mit Horoskopen, Tierkreiszeichen, sogen. „Häusern“ und „Aspekten“ sowie Planetenkonstellationen auf sich hat.

Als einen Mangel empfindet es der Rezensent allerdings, daß der bedeutsame Unterschied zwischen Sternbild und Tierkreiszeichen zwar kurz erwähnt, nicht aber klar und ausreißend genug dem Leser deutlich gemacht wird. Wer aber über Astrologie einen fruchtbaren Dialog führen will, muß sowohl über die Präzession als auch über die so unterschiedliche Ausdehnung der Sternbilder im

Gegensatz zu den Tierkreiszeichen Bescheid wissen. Es muß ihm auch bekannt sein, daß die Ekliptik 13 Sternbilder berührt, und das seit Jahrhunderten.

Eindringlich schreibt der Autor über die uralte Ahnung der Einheit des Kosmos und des Eingebundenseins in diese Einheit als einer Quelle der Astrologie. In diesem Zusammenhang wäre die Rolle, die der Name durch alle Zeiten spielte, zu würdigen gewesen. Der Mensch ist bekanntlich das einzige Geschöpf auf unserem Planeten, das in der Lage ist, allen Dingen in seiner Umwelt und auch jedem Gestirn einen Namen zu geben. Daraus erwächst seit eh und je die Vorstellung, daß sich im Namen das Wesen offenbare. Dies ist eine Quelle zahlreicher Fehlschlüsse, die uns primitiv erscheinen mögen, gegen die aber auch in der Gegenwart bei weitem nicht alle Menschen gefeit sind. Der Rezensent hat das in manchen Diskussionen erfahren. So wurde z. B. gesagt: Saturn, das war doch in der Mythologie der böse Gott, der seine Kinder verschlang? Folglich muß auch der Planet, der den Namen dieses Gottes trägt, allen denen Unglück bringen, in deren Horoskop er eine dominierende Rolle spielt. Das wird verständlich, wenn man bedenkt: Rationales Denken wird von Vielen nur dort konsequent praktiziert, wo es im Beruf und im Alltag anders nicht geht.

Die Stellung Johannes Keplers zur Astrologie wird durch mehrere Zitate treffend belegt. Daß die ausführlich wiedergegebenen beiden Wallenstein-Horoskope Keplers und ihre Fehlprognosen nicht zu einer Widerlegung der Astrologie verwendet werden können, ist sicher dem Autor wie dem Rezensenten bewußt. Hoffentlich wird allen Lesern bei der Lektüre klar, daß die Astrologen der Gegenwart kein Recht haben, sich auf Kepler zu berufen.

Die im Büchlein erwähnten Rudolfinischen Tafeln Keplers waren nur deshalb allen früheren Ephemeriden an Genauigkeit weit überlegen, weil Kepler als Erster den Mut gehabt hatte, zu beweisen, daß die über fast zwei Jahrtausende herrschende These „alle Himmelskörper bewegen sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in Kreisen“ aufgegeben werden muß. Bekanntlich hatte Copernicus an dieser These noch festgehalten.

In Hamels Werk wird viel in Wort und Bild über Kometenfurcht berichtet; mit Interesse und Amüsement zu lesen und zu betrachten. Doch drängt sich die Frage auf, ob Kometenerscheinungen als Gegenstand der Astrologie zu betrachten sind. Auf keinen Fall dürfen sie, wie geschehen, mit den Sonnen- und Mondfinsternissen gleichermaßen behandelt werden. Der Autor belehrt uns ja, daß Kometen in der Antike und im Mittelalter nicht für Himmelskörper, sondern für giftige und entzündliche Dämpfe in der Erdatmosphäre gehalten wurden. Im Gegensatz zu Tycho und Kepler hat selbst noch Galilei an dieser Auffassung festgehalten. Kometenerscheinungen konnten nicht vorausgesagt, Kometenbahnen bis zum Ende des 17. Jh. nicht berechnet werden. Sonnen- und Mondfinsternisse dagegen konnten und können ohne größere Schwierigkeit recht genau vorausberechnet werden. Die sog. „Sarosperiode“ war Astronomen und Astrologen schon viele Jahrhunderte vor Beginn unserer Zeitrechnung bekannt. Man benutzte sie mit Erfolg noch bevor die Ursache der Finsternisse erkannt war. So konnten Sonnen- und Mondfinsternisse in den astrologischen Lehrsystemen einen Platz finden, die Kometen hingegen nicht.

Mit Recht wird hervorgehoben, welche große Rolle die vermeintlichen Einwirkungen auf das Wettergeschehen, vor allem vom Mond, aber auch von den Planeten in der Astrologie gespielt haben und spielen. In diesem Zusammenhang wäre doch wohl auf den „Hundertjährigen Kalender“ einzugehen gewesen? Auf ihn schwören bekanntlich auch bei uns noch Tausende. Er beruht auf astrologischen Thesen, und es wäre gut gewesen, die Leser über ihn aufzuklären.

Die im letzten Kapitel besprochenen „solarterrestrischen Beziehungen“ können einen eindeutigen Beweis für die Unwissenschaftlichkeit der astrologischen Statistiken liefern. Diese müßten nämlich, hätten sie auch nur das Geringste mit der Realität zu tun, die elfjährige Periode der Sonnenaktivität widerspiegeln, was keineswegs der Fall ist. Darauf hinzuweisen, wäre gewiß von Nutzen gewesen.

Allen an Kulturgeschichte interessierten Lesern gibt das Büchlein auf engem Raum viele wertvolle Informationen. Sicher werden auch die Darlegungen über die Verflechtung der Astrologie mit der ökonomischen Entwicklung und mit der Philosophie mit Interesse aufgenommen werden. Für eine wirklich erfolgsversprechende Diskussion mit astrologischen Deutungen und Prognosen mehr oder weniger zugänglichen Menschen kann das mit viel Forscherarbeit erstellte Werk leider keine wesentliche Hilfe geben. Hier klafft nach wie vor in unserer populärwissenschaftlichen Literatur eine Lücke. Wann wird sie geschlossen werden?

WOLFGANG BÜTTNER

Jürgen Hamel: Astrologie – Tochter der Astronomie?
Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin 1987 (Akzent; 85).
Zech.: Werner Ruhner, 1. Aufl., 128 S., 4,50 M.

Sternbilder, Sternsagen

Das Buch ist viel reichhaltiger als man zunächst beim Lesen des Titels vermuten könnte. Natürlich sind hier, und zwar in seltener Fülle, Mythen und Legenden zu Sternbildern zusammengestellt. Aber schon dann wird der Titel ungenau, denn es finden sich außerdem Sagen um Sonne, Mond und Planeten, ja sogar die Planetoiden werden kurz berücksichtigt. Ein sehr wesentlicher Teil des Buches wird von den astronomischen Beschreibungen der Sternbilder und darin enthaltener lohnender Beobachtungsobjekte bestimmt. Schon aus dieser kurzen Beschreibung mag ersichtlich werden, daß es sich, obwohl ohne Farbabbildungen, um ein im besten Sinne farbiges Buch handelt, das für breite Leserkreise bestimmt ist.

Die zehnsseitige Einleitung bietet einen Einblick in die ältere und neuere Geschichte der Benennung von Sternbildern einschließlich einer kurzen Darstellung der auf die Sterne selbst angewendeten Nomenklatur. Dann folgt der Hauptteil des Buches, die Beschreibung von 50 mit der Mythologie verbundenen Sternbildern. Vor dem Auszug in die antike Sagenwelt stehen jeweils recht eingehende Beschreibungen der Sternbilder mit Hinweisen auf schöne Doppelsterne, Sternhaufen und Nebel, Veränderliche, Radanten von Meteorströmen, besondere dort stattgefundenen Ereignisse (wie helle Novae, Kometen) und vieles andere mehr. Die Texte werden durch kleine Sternkarten unterstützt. Diese kleinen Meisterwerke populärer Himmelsdarstellung sind eine Fundgrube für jeden, der in der Öffentlichkeitsarbeit steht und attraktive Beobachtungsabende gestalten muß. Der Autor hat hier offenbar reiche Erfahrungen, denn er weiß genau, wie man heute am besten bei interessierten Bevölkerungskreisen ankommt. So vergißt er z. B. bei der Behandlung des Kugelsternhaufens M 13 nicht die Erwähnung der berühmten Funksprüche im Rahmen des SETI-Programms. Laufend werden Informationen über nötige Beobachtungstechniken und über die Beobachtbarkeit überhaupt gegeben, wobei durch die Bearbeiter der deutschsprachigen Ausgabe eine Anpassung an die Beobachtungsverhältnisse in der DDR vorgenommen wurde. Es ist anzunehmen, daß selbst dem nicht vorge-

bildeten Leser nach diesen Beschreibungen interessante Beobachtungen gelingen können.

Die Mythen und Legenden stellen sich als Schuffahrt durch die gesamte antike Sagenwelt dar. Besonders ergiebig zeigen sich dabei natürlich solche Sternbilder wie Herkules und Stier oder die um Orion versammelte Sternbildgruppe. Für den, der die geschliffenen deutschen Übersetzungen griechischer Sagen kennt, offenbaren sich in der Erzählweise leichte Schwächen, sprachliche Inhomogenitäten. Übersetzer und Bearbeiter waren angesichts der hier bestehenden Maßstäbe in einer nicht beneidenswerten Lage. Es ist die Mühe spürbar, die gerade auf diesen Teil der deutschen Ausgabe verwendet wurde. Erläuternde und ergänzende Fußnoten, z. B. mit Hinweisen auf andere bekannte Versionen einer Sage oder Verbindungen zu in diesem Buch nicht enthaltenen Mythen, belegen das sofort.

Keinen wird es wundern, wenn es dem Verfasser nicht gelungen ist, zu Sternbildern wie Luftpumpe, Dreieck oder Mikroskop atemberaubende Mythen aufzutreiben. Mit weiteren 35 Sternbildern sind sie in einem Kapitel zusammengefaßt, das nur astronomische Beschreibungen enthält. In je einem Kapitel über die Milchstraße und Sonne, Mond und Planeten kommen dann noch einmal die Sagen in den Vordergrund. Von einer Liste aller Sternbilder sowie einem sehr ausführlichen Sachwörter- und Namensverzeichnis wird das Buch beschlossen.

Einen großen Teil ihrer Anhänger hat die Astronomie wohl bekommen, weil sich unter dem Zauber des gestirnten Himmels Wissenschaft und Phantasie, Tatsachen und Mythen auf einzigartige Weise verbinden. Den treuen Freunden der Astronomie wird das Buch die Besinnung auf diese schöne Komponente ihres Hobbys oder Berufes bringen. Und breitete Leserkreise haben hier die Gelegenheit, sich unter fast virtuoser phantasie- und poesievoller Führung der Astronomie zu nähern.

ANDREAS DILL

Angel Bonov: Sternbilder, Sternsagen. Mythen und Legenden um Sternbilder. 1. Aufl., Urania-Verlag, Leipzig, Jena, Berlin, 1986, 304 S., 134 Ill., Preis 21 Mark, Best.-Nr. 6540723.

Sehenswertes am Sternenhimmel

Wir wollen nicht verhehlen, daß in letzter Zeit eine ganze Reihe populärwissenschaftlicher Bücher zur Astronomie erschienen sind, die dem Amateur Gelegenheit zur Einarbeitung in die praktische Himmelsbeobachtung geben. Die vom Fachbuchverlag Leipzig vorgelegte Übersetzung aus dem Russischen von F. J. Sigel tritt diesen Büchern zur Seite.

Bevor der Autor zu seinem eigentlichen Anliegen, der Beschreibung der beobachtbaren Objekte kommt, geht er unter der unglücklich gewählten Überschrift „Betrachtung des Sternenhimmels“ kurz auf die Physik der Sterne, Extragalaktik und Kosmologie ein. Hierbei haben sich einige Unzulänglichkeiten eingeschlichen. Z. B. wird die Materiedichte nicht immer in der gleichen Größeneinheit angegeben und auf S. 37 die elektromagnetische Strahlung unvollständigerweise nur als „...“ als das Licht, das die Sterne ausstrahlen ...“ bezeichnet. Auch der Abstand unserer Sonne vom galaktischen Zentrum und die Kreisbahngeschwindigkeit am Ort der Sonne bedürfen einer Aktualisierung.

Im Abschnitt „Wie beobachtet man die Sternbilder“ werden Grundlagen des Sehens und der astronomischen

Optik wiedergegeben, wobei die praktische Seite der Beobachtung leider zu kurz kommt. Nach den Grundlagen zur „Orientierung am Sternenhimmel“ informiert der Autor in lebendigem Stil auf etwa 200 Seiten in allgemeinverständlicher Form über die Sternbilder unserer Breiten, d. h. über die in ihnen auffindbaren auffälligsten und interessantesten Objekte (wichtige Doppelsterne, Veränderliche, Sternhaufen, planetarische und diffuse Nebel, Galaxien), wobei eingefügte Daten und Bemerkungen zur Entdeckungsgeschichte einiger Objekte auflockernd wirken. Ein kurzer Beitrag ist dem Sternenhimmel über die Antarktis gewidmet. Die Einteilung in Zirkumpolarsternbilder und jahreszeitlich gegliederte Sternbilder erleichtert dem Neuling das Auffinden der vorgestellten Himmelsbereiche bei seinen nächtlichen Übungen. Der Autor hat sich bewußt auf Objekte beschränkt, die mit dem bloßen Auge bzw. in kleinen Instrumenten wahrnehmbar sind. Den Planeten, Kometen, Meteoriten und künstlichen Raumflugkörpern ist leider nur ein kurzer Abschnitt gewidmet. Dafür wird die Beschreibung der Mondoberfläche auf nahezu ein Fünftel des Buches ausgedehnt.

Es war die erklärte Absicht des Verfassers, Anregungen für eigene praktische Himmelsbeobachtungen zu geben. Dazu heißt es in der Einleitung: „Dem Lesen der Erläuterungen im Text müssen die Beobachtungen folgen“. Hält sich der Leser daran, dann wird dieses Büchlein dazu beitragen, „... die Freude des unmittelbaren Kontaktes mit der Natur“ erlebbar zu machen.

Kurzum: Ein preiswertes Buch, das jungen Amateuren durchaus empfohlen werden kann und auch in Bibliotheken zu finden sein wird. Die Druckwiedergabe der Fotos ist allerdings enttäuschend und läßt oft nicht mehr als eine Groborientierung zu.

WOLFGANG KÖNIG

Sigel, Felix Jurjewitsch; Sehenswertes am Sternenhimmel. Ein Führer zum Kennenlernen des Sternenhimmels. Verlag MIR Moskau, VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1. Auflage, 1986, 296 S., 84 Abb., 125 mm × 200 mm, Pappband, Preis: 10,- M., Bestell-Nr.: 5470292

Galilei, Ausgewählte Werke

Die Tatsache, daß endlich die Werke Galileis in einer handlichen Auswahl zur Verfügung stehen, ist ein solches Verdienst, daß man der Herausgeberin A. Mudry und dem Verlag nur den wärmsten Dank und herzlichste Glückwünsche übermitteln kann. Galilei – im Physik- und Astronomieunterricht, sein Einfluß auf Astronomie, Physik und Weltanschauung, das Für- und Wieder seines Verhaltens vor der Inquisition, Brechts Galilei in der deutschen Literatur – aber: Woher sollte man bislang den authentischen Galilei nehmen? Hier klappte ein ebenso merkwürdiger, wie tiefer Widerspruch, der nun gelöst ist. Knapp 450 Seiten Galilei-Texte (z. T. in deutscher Erstübersetzung), dazu Auszüge aus den Inquisitionsprotokollen und die Biografie des Gelehrten von seinem Schüler Viviani schaffen endlich Abhilfe. Nun ist Galilei greifbar, studierbar und besser begriffbar geworden.

Natürlich sind die großen Werke vertreten, der „Sidereus Nuncius“, der „Dialogo“ und die „Discorsi“ (beide in klug gewählten Auszügen), aber auch kleinere, wie der Brief an M. Welser über die Sonnenflecken (1612); der für das Verständnis der theologischen Auseinandersetzungen, in die Galilei hineingezogen wurde, grund-

sätzliche Brief an B. Castelli (1613); seine Frühwerke „Die Waage“ (1586) und die Lektion über Dantes Hölle (1588), die uns heute seltsam anmutet, aber auch ein Stück Galilei ist; die Einführung in seine „Mechanik“ (1593) sowie der geradezu schwankhafte Dialog über den Neuen Stern von 1604 (1605). Die Persönlichkeit Galileis tritt in den 119 Briefen von, an und über Galilei in den Vordergrund, auch findet man hier wichtige ergänzende Informationen zu seinem Werk. Gesonderte Erwähnung verdient der ursprünglich als Vorwort für eine nicht erschienene Ausgabe des „Dialogo“ gedachte Text des Nestors der Wissenschaftsgeschichte unseres Landes, Georg Harig – teilweise selbst schon ein bemerkenswertes Dokument der Wissenschaftsgeschichte.

Galileis „Ausgewählte Werke“, dieses Prädikat verdient die vorliegende Edition, ist natürlich keine historisch-kritische Ausgabe (die „Editione Nazionale“ seiner Werke umfaßt 20 Folio-Bände), aber der Sorgfalt der Herausgeberin und dem Entgegenkommen des Verlages ist es zu danken, daß ein Werk entstand, das auch Ansprüchen an eine wissenschaftliche Benutzung gerecht wird. Dazu tragen bei die Anmerkungen (einschl. eine kurze Einführung in das jeweilige Werk), Literaturverweise und ein ausführliches Personenregister. Auch die 54 Abbildungen, zahlreiche Skizzen im Text, die 35 Seiten „Annäherung an Galileo Galilei“ der Herausgeberin sowie die gesamte Ausstattung mit einigen gestalterischen „Extras“ führen dazu, daß man die Bände gern in die Hand nimmt.

Wer künftig sachkundig über Galilei reden möchte, kommt an dieser rundum gelungenen Edition nicht vorbei.

J. HAMEL

Galileo Galilei, Schriften-Briefe-Dokumente. Herausgegeben von Anna Mudry. 2 Bde., 438 + 333 S., zahlr. Abb., Verlag Rütten & Loening Berlin 1987, Best.-Nr. 6183682, Preis 29,80 M

Geschichte der Kometenforschung

Der vorliegende Band enthält vier Beiträge zur Geschichte der Kometenforschung: F. Gehlhar, Kometen, Weltbild und Wissenschaftsentwicklung; J. Hamel, Gottfried Kirch und die Kometentheorie des 17. Jhs.; S. Koge, Johann Georg Palitzsch und die Entdeckung des Halleyschen Kometen 1758 und D. B. Herrmann, Der Beitrag der Astrophysik zur Erforschung der Kometen im 19. Jh.

Die Beiträge stellen einige markante Ereignisse der Wissenschaftsgeschichte dar: Die Rolle der Kometen im Werk antiker Astronomen bis hin zu I. Newton und E. Halley; die Durchsetzung der Erkenntnis der kosmischen Natur der Kometen im 17. Jh.; die Entdeckung des Halleyschen Kometen 1758 und die Person von J. G. Palitzsch (mit neu gefundenen Materialien) sowie die ersten Forschungsergebnisse spektroskopischer Untersuchungen an Kometen zwischen 1862 und 1910. (Bezug nur über die herausgebende Einrichtung, Alt-Treptow 1, Berlin, DDR 1183.) JÜRGEN HAMEL

Geschichte der Kometenforschung. Vortr. u. Schr. d. Archendhold-Sternwarte Nr. 66 (1987), 64 S., 15 Abb., ISBN 3-86021-001-7, Preis 4,- M.

Lehrheftreihe „Geofernerkundung“

Die Lehrheftreihe „Geofernerkundung“ reicht inhaltlich von den physikalisch-mathematischen Grundlagen der Fernerkundung bis zu nutzerspezifischen Anwendungen und gliedert sich in 16 einzelne Lehrhefte. Sie ist eine wertvolle Ergänzung zum erläuternden Bildband „Geofernerkundung“. Die einzelnen Hefte behandeln folgende Themen: H 1 – Physikalische und mathematische Grundlagen, H 2 – Photogrammetrische Grundlagen, H 3 – Methoden und Geräte zur Gewinnung von Fernerkundungsdaten, H 4 – Methoden und Geräte der Verarbeitung von Fernerkundungsdaten, H 5 – Methodik der Analyse und Interpretation, H 6 – Geologie/Lagerstättenkunde, H 7 – Geomorphologie, H 8 – Meteorologie, H 9 – Ozeanologie, H 10 – Wasserwirtschaft, Hydrologie, Umweltschutz, H 11 – Landwirtschaft, Meliorationswesen, H 12 – Forstwirtschaft, H 13 – Territorialplanung, Landnutzung und Landeskultur, H 14 – Stadt-, Dorf- und Landschaftsplanung, H 15 – Topographische und thematische Kartographie in großen und mittleren Maßstäben, H 16 – Das Satellitenbild in der Atlaskartographie.

Der Preis pro Lehrheft beträgt einheitlich M 3,50. Diese Lehrhefte sind zu beziehen über: Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen, Bereich Lehrmaterial, Teplitzer Straße 16, Dresden, 8020. MANFRED WOCHÉ

Geofernerkundung

Der vom VEB Hermann Haack herausgegebene erläuternde Bildband will mit der Vielfalt von Fernerkundungsmethoden in verschiedenen Nutzerbereichen bekanntmachen.

Nach einem an den Anfang gesetzten Bildverzeichnis werden dem Leser in einer nur 6-seitigen Einführung Meßverfahren der Geofernerkundung vorgestellt. Diese Einführung könnte durchaus etwas umfangreicher ausfallen. Tiefgründigere Informationen zu den physikalischen Grundlagen der Fernerkundung kann der interessierte Leser jedoch der Lehrheftreihe zur Geofernerkundung entnehmen.

Der umfangreiche Bildanhang mit Erläuterungen versucht, in 70 Farb- und Schwarzweißbildern, davon 27 durch andersweitige Veröffentlichungen meißt schon bekannte Kosmosaufnahmen der Erde aus Entfernungen bis zu 36000 km als auch 43 Luftbildaufnahmen des Territoriums der DDR ab 450 m Höhe aufwärts, dem Leser angewandte Fernerkundungsmethoden nahezubringen. Die Bildanordnung ist abwechslungsreich und folgt keinem strengen Schema. Die Legende zu jedem Bild enthält neben den Bildaufnahmedaten eine von Fachspezialisten verfaßte Bildinterpretation. Die Qualität der Bilder und Bildbearbeitungen lassen beachtliche Unterschiede erkennen, die jedoch in der jeweiligen Aufnahme- und Bildbearbeitungstechnik als auch in der nutzerspezifischen Bildbearbeitung begründet sind. So fällt z. B. die Orientierung bei den Bildern 9, 10 und 11 nicht ganz leicht. Dem Bildteil folgen eine kurze Vorstellung von 14 in der DDR produzierten Gerätesystemen, die bei der Gewinnung, Verarbeitung und Interpretation von Luft- und Kosmosaufnahmen eingesetzt werden.

Ein Verzeichnis ausgewählter weiterführender Literatur schließt den Bildband ab.

Dem Verlag gebührt Dank für die gelungene Gestaltung dieses kleinen, handlichen, erläuternden Bildbandes, der in Verbindung mit der Lehrheftreihe Geofernerkundung für viele Leser eine Fundgrube an Informationen darstellt.

MANFRED WOCHÉ

Autorenkollektiv: Geofernerkundung. Luft- und Kosmosbilder in ihrer Bedeutung für Wissenschaft und Volkswirtschaft, Erläuternder Bildband. VEB Hermann Haack, Geographisch-Kartographische Anstalt, Gotha, 1983, 1. Auflage, 119 S., 84 Farb- u. Schwarzweißbilder, 230 mm × 165 mm, Bestell-Nr.: 9662433, Preis: 32,00 M.

*

Der Mensch und die Planeten

Der Autor behandelt in diesem Buch Wechselwirkungen des Lebens (insbesondere des Menschen) mit der Erde. Beginnend mit der Entstehung des Planetensystems diskutiert er Fragen der Entstehung des Lebens, der Beeinflussung der Lebensvorgänge auf der Erde durch die Erde selbst, die Sonne und den Mond. Auch Fragen der Astrologie werden angeschnitten. Die Beeinflussung der Lebensvorgänge auf der Erde werden u. a. durch die Kapitel „Das magnetische Feld der Erde“, „Wie beeinflusst das Wetter den Menschen“ und „Die biologische Wirkung der Erdelektrizität“ dargelegt.

MANFRED WOCHÉ

Lauterbach, Robert: Der Mensch und die Planeten. 1. Auflage, Leipzig; Jena: Urania-Verlag, 1987. – 120 S., 43 Illustrationen, Bestell-Nr.: 6541275 – Preis: M 7,80.

Verkaufe Refr. 63/840 u. 50/540 f. 390 M u. 190 M. Schriftlich an Volker Hospotka, Uttewalder Str. 6, Dresden, 8021.

Verkaufe N 120/850 u. Sucher (450 M); N 90/650 (200 M) u. 60°-Obj.-Prisma (100 M); Astrokamera 4,5/180 m. 6 × 9-Kassetten (150 M); kl. Mont. (100 M); Obj. 3,6/420 (150 M); Rohrtubus f. kl. SK oder 3,6/420 (150 M). – Daniel Arndt, S.-Allende-Str. 27, Magdeburg, 3034.

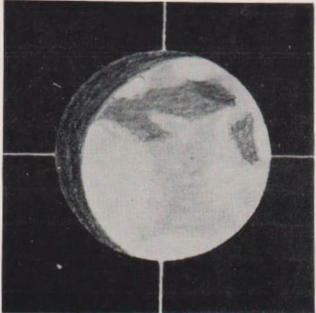
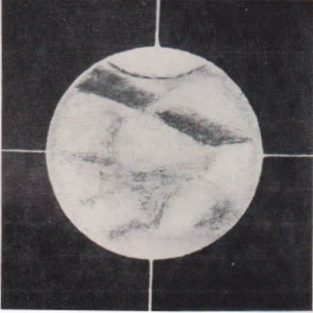
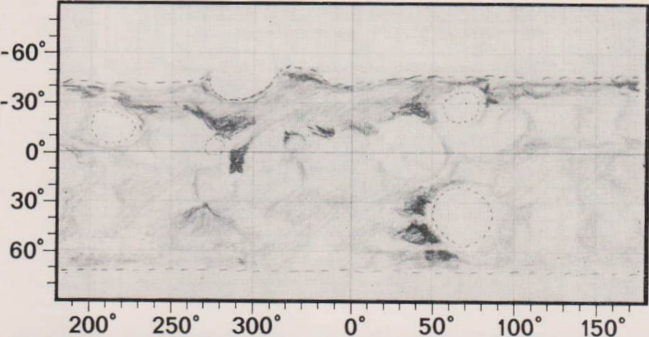
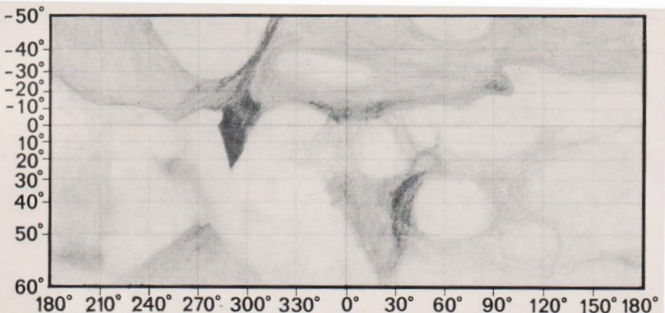
Suche 80/1200 AS-Objektiv und 4-0 Okular. – Gerh. Dohrn, Havelstr. 23, Böhne, 1831.

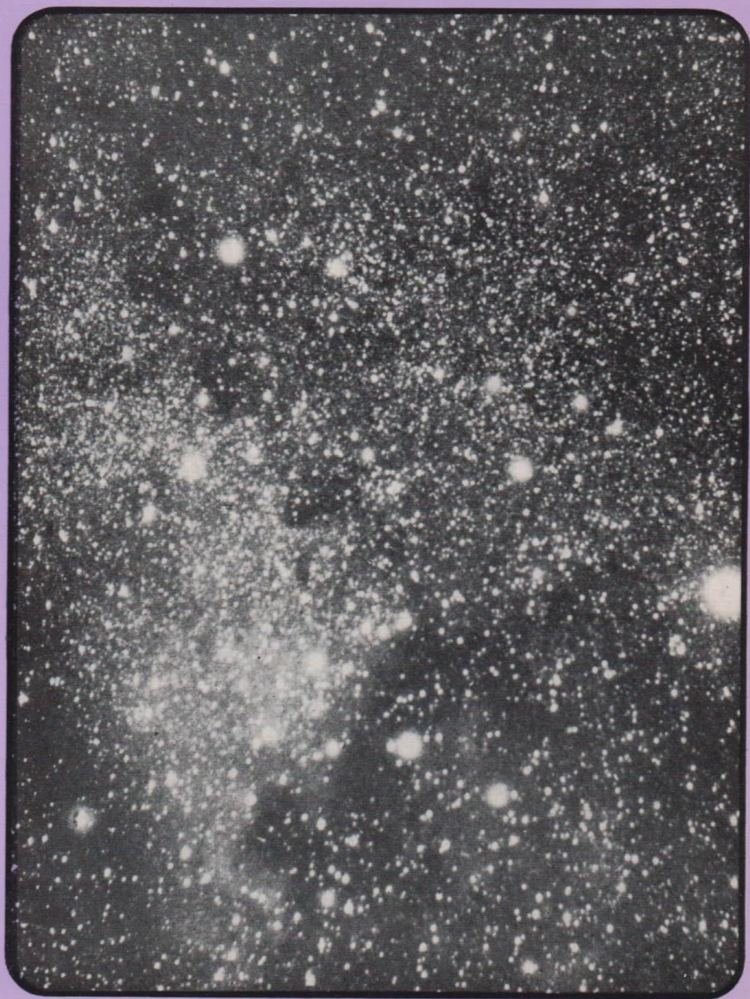
Vorschau auf Heft 4/1988

Zur Stiftung der „Cuno-Hofmeister-Medaille“ ● Das Supernovaphänomen ● VIKING, der erste schwedische Satellit ● Was ist Raumfahrt? ● Zum 300. Todestag Georg Samuel Dörfels ● DATA-Reihe: Die Perigäums- und Apogäumsabstände des Mondes

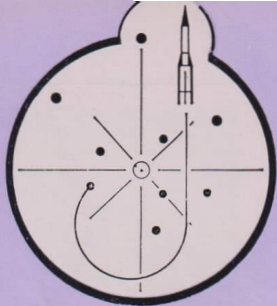
Unsere Autoren

Dr. K.-H. Tiemann, Springbornstr. 14, Berlin, 1197
Dr. R. Beck, Gebr.-Wright-Str. 27, D-5300 Bonn 1
Fr.-E. Rietz, Skladanowskystr. 1, Berlin, 1110
H.-D. Naumann, Str. der Thälmannpioniere 19, Radeberg, 8142
J. Helfricht, Grundstraße 40, Dresden, 8054
Dr. W. Götz, ZIAP, AdW/DDR, Sternwarte Sonneberg, 6400
A. Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
E. Mädlow, Weinmeisterhornweg 1, D-1000 Berlin 20
H. Berger, Gruben 27b, Scharfenberg, 8251
E. Arlt, Berliner Str. 41, Potsdam, 1560
Ina Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570
K. Kirsch, O.-Schwarz-Str. 27, Jena-Winzerla, 6908
R. Noack, Großenhainer Str. 12, Dresden, 8060





Astronomie UND Raumfahrt

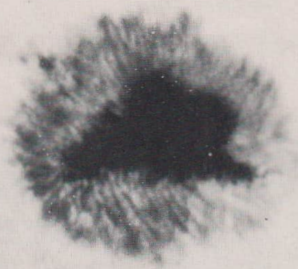


ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1988

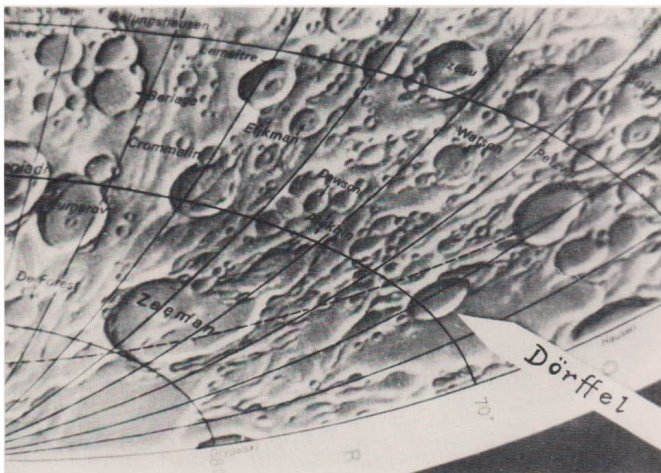
4



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Avers (li.) und Revers (re.) der 4 cm großen „Cuno-Hoffmeister-Medaille“, die am 22. Nov. 1987 erstmalig und am 26. Feb. 1988 zum zweiten Male verliehen wurde an Dr. Paul Ahnert, Sonneberg, und an Hans-Joachim Blasberg, Dresden. Siehe dazu auch unseren Tagungsbericht Seite 123. (Fotos: Inge Häusele)



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. S.
Marx; – **Verantwortl. Redakteur:**
Ol. Helms Albert
Astronomie: Prof. Dr. sc. S. Marx,
Dipl.-Phys. W.H. Äppl; – **Raum-**
fahrt: Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,
Uwe Schmalzing; – **Philoso-**
phie/Geschichte: Dr. J. Hamel; –
Amateure: Ing. A. Grünberg,
Dipl.-Phys. J. Rendtel, Str. A.
Zenkert, Dr. B. Zill; – **Rezen-**
sionen: Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Schr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsstz:

9030 Crimmitschau, PSF 61
Straße der Jugend 8,
Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1988 mit 6 Hefen.
Bezugspreis im Abonnement,
zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M.
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 Lizenznum-
mer 1490 des Presseamtes beim
Vorsitzenden des Ministerrates
der DDR. Artikel-Nr. (EDV)
523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Grube, Crimmitschau

Manuskripte sind in doppelter
Ausfertigung (Durchschlag) an
den Redaktionsstz einzusenden.
Für unverlangte Einsendungen
wird keine Haftung übernommen.
Die Redaktion behält sich vor,
Beiträge zu kürzen bzw. zu be-
arbeiten.

Der Nachdruck der in Astrono-
mie und Raumfahrt veröffent-
lichten Beiträge ist nur mit Zu-
stimmung der Redaktion ge-
stattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

Inhalt

26. Jahrgang (1988) Heft 4

Siegfried Marx: Zur Stiftung der „Cuno-Hoffmeister-Medaille“	98
Siegfried Marx: Das Supernovaphänomen – dargestellt am Beispiel von SN 1987A	100
Jörg Böhner: VIKING – der erste schwedische Satellit	106
SIDC und AKS: Sonnenfleckenrelativzahlen März/April 1988	110
Antonin Rükl: Neue Namen auf dem Mond	111
Andreas Dill: Mars. Große Opposition 1988	112
Elvira Pitzner: Georg Samuel Dörfel	114
J. A. F. de Rijk: Die Möglichkeit breitenunabhängiger Sonnen- nennungen	118

DATA – für den rechnenden Sternfreund

Jean Mecus: Die Apogäum- und Perigäumabstände des Mondes (I)	120
---	-----

Kurzberichte

Seine Hoffnung war Gemeinsamkeit • Energija noch stärker	112
Die X. Tagung der Amateurastronomie • Meteor-Konferenz	123
Bezirksfachtagung in Zittau • Neue Perle der Oberlau- sitz	124
Tätigkeitsbericht für 1986/87 des AK Sternbedeckungen • Leserbrief zum Heft 4/1987	125

Astronomischer Büchermarkt	126
--------------------------------------	-----

Rezensionen • Annotationen	127
--------------------------------------	-----

Vorschau auf Heft 5/1988 • Anschriften unserer Autoren	128
--	-----

Anzeigen	114, 125, 128
--------------------	---------------

Redaktionsschluß: 20. Juni 1988

Auslieferung an den PZV: 00001988

Bildseiten

Titelbild: „Sonnenflecken porträtiert“, so könnte man die wert-
vollen Sonnenaufnahmen – vom Mitglied des Arbeitskreises
SONNE (AKS) Harald Paleske aus Langendorf, 4851 – dank
ihrer sichtbar gemachten Feinstruktur in der Photosphäre be-
titeln. Man beachte die Penumbra und die deutlich sichtbar ge-
wordene Granulation – obwohl die Reproduktion hier nur einen
Teil dessen erkennen läßt, was das Original zeigt. Die Aufnahme
entstand am 17. 8. 1987 unter Verwendung eines Sonnenprismas
bei 1/1000 s Bel.-Zeit. Alle weiteren Daten zur Aufnahme und zur
Aufn.-Technik s. Bildseiten II und III.

2. Umschl.-S. oben: Die vom Präsidialrat des Kulturbundes der
DDR für hervorragende amateurastronomische Arbeit gestiftete
„Cuno-Hoffmeister-Medaille“. Lesen sie dazu den Leitartikel.
unten: Die Lage des von J. H. Schröter benannten Mondkraters
„Dörfel“ an der Librationsgrenze im Südost-Quadranten hinter
der Linie Hausen-Drygalski. Lesen Sie dazu ab Seite 114!

3. Umschl.-S.: „Das schöne Amateurfoto“ von R. Noack, Ama-
teursternwarte Gönnsdorf, Großenhainer Str. 12, Dresden, 8060:
Die Schildwolke mit M11 und Satellitenspur.

4. Umschl.-S.: Die verwirklichte „Möglichkeit einer breitenun-
abhängigen Sonnenuhr“ durch den Autor unseres Beitrages
S. 118.



Dr. rer. nat. h. c. Paul Ahnert
(Repro: Inge Häusele)

Zur Stiftung der „Cuno-Hoffmeister-Medaille“

SIEGFRIED MARX

Im November 1987 erhielt Dr. h. c. Paul Ahnert anlässlich seines 90. Geburtstages als erster die vom Kulturbund der DDR gestiftete „Cuno-Hoffmeister-Medaille“.

Wer war Cuno Hoffmeister? Diese Frage können alle älteren Berufs- und Amateurastronomen schnell beantworten, aber den jüngeren fällt es sicher schwer, denn er verstarb bereits vor 20 Jahren, am 2. Januar 1968.

Wenn man die Worte, die über diesem Beitrag stehen und mit denen sich Cuno Hoffmeister 1948 in einem Artikel zur Popularisierung der Astronomie in der Zeitschrift „Die Sterne“ an seine Berufskollegen wandte, liest, erkennt man sofort, daß er ein großer Förderer der Amateurastronomie war und die Arbeit der Amateurastronomen hoch schätzte. Als Cuno Hoffmeister im Januar 1968 starb, war er ein international bekannter, anerkannter und hoch geschätzter Wissenschaftler. In der DDR wurde seine umfangreiche wissenschaftliche Leistung anerkannt mit der Wahl zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR, der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig und der Leopoldina zu Halle. Seine Leistungen wurden 1952 mit dem Nationalpreis gewürdigt und 1954 mit dem Vaterländischen Verdienstorden. Bis zu seinem Tode war Cuno Hoffmeister Direktor der schon damals weltbekannten Sternwarte

Sonneberg, die heute zum Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR gehört.

Ein wesentlicher Grund für die hohe Wertschätzung der Amateurastronomie durch Cuno Hoffmeister war, daß er seine Beschäftigung mit der Astronomie selbst als Amateur begann. Aufgrund einer schlechten Wirtschaftslage seiner Eltern mußte Cuno Hoffmeister die Oberrealschule mit der Untersekunda-Reife verlassen und den Beruf eines Spielwarenkaufmanns erlernen. Seine Freizeit widmete er aber der Astronomie und führte mit der Beobachtung von Meteoren, Kometen und dem Zodiakallicht typische amateurastronomische Arbeiten aus. Da mit dem 1. Weltkrieg das Geschäft der Eltern total zum Erliegen kam und Cuno Hoffmeister aus gesundheitlichen Gründen vom Militärdienst befreit war, konnte er nun sein Hobby zum Beruf machen. 1915 begann er als Hilfsassistent an der Sternwarte Bamberg zu arbeiten. In dieser Zeit wurden bereits die thematischen Wurzeln für das heutige Arbeitsgebiet der Sternwarte Sonneberg gelegt. Der Leiter der Sternwarte Bamberg, Hartwig, führte Cuno Hoffmeister in das Gebiet der Veränderlichen Sterne ein, das bis zu seinem Tode seine zentrale Forschungsaufgabe war und noch heute alle Mitarbeiter der Sternwarte Sonneberg beschäftigt.

Habt Verständnis für die Bestrebungen des Liebhabers und achtet ihn nicht gering, denn er sucht auf seine Weise, in seinen engeren Grenzen, der gemeinsamen Sache zu dienen. Vielleicht hat er diesem oder jenem von Euch sogar etwas voraus: seine Begeisterung.

Cuno Hoffmeister

Um eigene, selbständige wissenschaftliche Arbeiten durchzuführen, benötigte er aber die entsprechende Ausbildung. Er ging deshalb als 28jähriger noch einmal in die Oberrealschule Sonneberg und holte sein Abitur nach. Ein ungewöhnlicher Schritt für die damalige Zeit. Er zeigt aber den großen Willen von Cuno Hoffmeister und seine enorme Zielstrebigkeit. Diese Eigenschaften waren typisch für das gesamte Leben von Cuno Hoffmeister.

Nach bestandenen Abitur begann Cuno Hoffmeister das Studium an der Universität Jena, das er 1927 als 35jähriger mit der Promotion abschloß. Parallel zum Studium betrieb er den Aufbau seiner Sternwarte, denn schon in Bamberg hatte er sich vorgenommen, eine eigene Sternwarte aufzubauen. Im elterlichen Haus hatte er zwar eine kleine Beobachtungsstation, die

aber keine Erweiterungsmöglichkeiten bot. Mit der ihm typischen Zielstrebigkeit gelang es ihm, nach komplizierten Verhandlungen mit dem Land Thüringen, der damaligen Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaften und der Stadt Sonneberg, 1925 auf dem 638 m hohen Erbsibühl nördlich der Stadt die offizielle Sternwarte der Stadt Sonneberg aufzubauen. Sie bestand im ersten Schritt aus einem einzigen Gebäude mit einer 4,5 m-Kuppel. Die wissenschaftlichen Leistungen von Cuno Hoffmeister waren aber schon damals so bekannt und vor allem anerkannt, daß bereits 1930 seine Sternwarte eine Abteilung der bekannten Sternwarte Babelsberg wurde. Cuno Hoffmeister hat jede sich bietende Möglichkeit für den Ausbau der Sternwarte genutzt und dafür auch umfangreiche persönliche Mittel eingesetzt. So wurde aus dem beschriebenen Anfang im Jahre 1925 eine Sternwarte mit zwei lichtelektrischen 60 cm-Teleskopen, einem Schmidt-Teleskop von 40 cm Öffnung, zwei 40-cm-Astrographen und einer fotografischen Himmelsüberwachungsanlage.

Entscheidend für die große internationale Anerkennung der Sternwarte Sonneberg ist aber nicht die Zahl der Instrumente, sondern die wissenschaftliche Leistung, die damit erbracht wurde. Diese basiert auf dem großen Ideenreichtum von Cuno Hoffmeister, seinem enormen Beobachtungsfließ und seiner Fähigkeit, seine Begeisterung für die Astronomie, insbesondere für die beobachtende Astronomie, auch auf seine Mitarbeiter zu übertragen. Diese Hoffmeistersehe Atmosphäre ist durchaus heute noch in der Sternwarte Sonneberg zu spüren.

Zur Dokumentation der großen wissenschaftlichen Leistung von Cuno Hoffmeister und seiner Sternwarte sollen nur wenige Beispiele dienen. Ausgehend von seiner Bamberger Zeit, hat sich Cuno Hoffmeister zeit seines Lebens mit der Untersuchung der Veränderlichen Sterne beschäftigt, und dies ist heute noch das Forschungsthema der Sternwarte. Die Untersuchung der Veränderlichen Sterne hat eine große Bedeutung für die Astronomie, denn die Veränderlichkeit ist meist Ausdruck besonderer Entwicklungsphasen im Leben eines Sternes. Man denke in diesem Zusammenhang nur an die spektakulären Veränderlichen: Novae und Supernovae. Die Untersuchung der Verteilung der Veränderlichen Sterne läßt Aussagen über den Aufbau der Galaxis zu. Die Untersuchung der speziellen Delta-Cephei-Sterne wurde eine ganz wichtige Grundlage für Entfernungbestimmungen außerhalb der Galaxis. An der Sternwarte Sonneberg wurden bis zum Tode von Cuno Hoffmeister

10375 Veränderliche Sterne, die meisten von ihm selbst, entdeckt. Das war ein Drittel aller damals bekannten Veränderlichen Sterne. Für die überwiegende Mehrheit dieser Sterne wurde die Periode und die Amplitude ihrer Veränderlichkeit bestimmt und vor allem Besonderheiten des Lichtwechsels untersucht. Dieses Material ist heute eine wichtige Basis für stellarstatistische Betrachtungen und Untersuchungen der Sternentwicklung.

Die Grundlage für dieses bedeutende Ergebnis ist die von Cuno Hoffmeister begründete systematische fotografische Himmelsüberwachung. Schon 1968 lagen mehr als 100000 fotografische Himmelsaufnahmen in Sonneberg vor, heute sind es 210000. Das ist die zweitgrößte Plattensammlung, die es auf der Erde gibt und die ein bedeutendes kulturhistorisch und wissenschaftliches Dokument der Geschichte des Sternhimmels ist. Schon in sehr vielen Fällen wurde diese Plattensammlung herangezogen, um das Verhalten von Sternen, die heute plötzlich (oft unvorhergesehen) Besonderheiten zeigen, in der Vergangenheit zu überprüfen und daraus Schlußfolgerungen für die Ursachen der heutigen Besonderheiten zu ziehen.

Die große wissenschaftliche Leistung allein reicht aber noch nicht aus für die Stiftung einer Cuno-Hoffmeister-Medaille durch den Kulturbund der DDR. Cuno Hoffmeister war neben seiner hervorragenden wissenschaftlichen Tätigkeit immer ein großer Förderer der Amateurastronomie und vertrat die Meinung, daß der Wissenschaftler auch „die Rolle des Mittlers“ übernehmen muß. Als der Kulturbund gegründet wurde, sah Cuno Hoffmeister in dieser Organisation sofort die Möglichkeit, das Vermitteln von wissenschaftlichen Erkenntnissen in ihm zu realisieren. Unmittelbar nach Gründung des Kulturbundes in Sonneberg wurde Cuno Hoffmeister ein engagiertes Mitglied. Da auch die Amateurastronomen der DDR im Kulturbund organisiert sind, war Cuno Hoffmeister ihnen immer ein zuverlässiger Berater.

Das Einende zwischen Berufs- und Amateurastronomen sollte im Sinne Cuno Hoffmeisters die Begeisterung beider für die Astronomie sein. Diese anzuregen, als Basis herausragender astronomischer Leistungen, soll ein Ziel der Cuno-Hoffmeister-Medaille sein.

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich bei Dr. Wolde-mar Götz, dem jetzigen Leiter der Sternwarte Sonneberg, der wohl nicht zufällig Mitglied des Präsidialrates des Kulturbundes der DDR ist, für die Überlassung vieler Informationen über Cuno Hoffmeister bedanken.

Das Supernovaphänomen - dargestellt am Beispiel von SN1987 A

SIEGFRIED MARX

Im Jahre 1934 begannen W. Baade und F. Zwicky die Sternexplosionen Supernovae zu nennen und wiesen auf der Suche nach den Ursachen auf den Gravitationskollaps und die Bildung der 1932 von L. Landau theoretisch vorhergesagten Neutronensterne hin.

Seit dem Aufleuchten der Supernova in der Großen Magellanschen Wolke am 23. Februar 1987 sind eine große Anzahl von Arbeiten über diese „Sternexplosion“ erschienen. In folgendem soll ein kurzer zusammenfassender Überblick über die SN 1987A gegeben werden.

Um die Supernova vom 23. Februar 1987 in die Gesamtheit der Supernovaerscheinungen einordnen zu können, werden zuerst einige typische Eigenschaften der Supernovae vorgestellt. Insgesamt wurden bisher ca. 500 Supernovae beobachtet. Davon konnten etwa 100 näher untersucht und typische Unterschiede erkannt werden. Schon aus der Betrachtung der Lichtkurve ergeben sich zwei unterschiedliche Grundtypen (s. Abb. 1). Die Supernovae vom Typ I zeigen Die Tabelle 2 macht Unterschiede in den phy-

Abb. 1: Schematische Lichtkurven der Supernovae von Typ I und II. Helligkeit in Größenklassen unter Maxima.

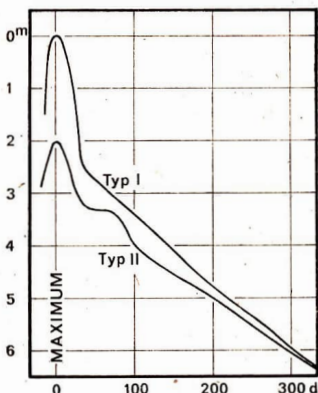


Tabelle 1: Absolute Maximalhelligkeiten von Supernovae in Größenklassen

	Typ I	Typ II
Mpg (niedrigste)	-17.8 ± 0.2	-15.9 ± 0.2
Mpg (höchste)	-19.5 ± 0.3	-17.7 ± 0.3

nach der Maximumhelligkeit einen glatten Abstieg, während bei den Supernovae vom Typ II in der Abstiegphase Wellen und Stufen auftreten. Auch in den maximalen Absoluthelligkeiten unterscheiden sich die beiden Supernovatyphen um etwa zwei Größenklassen, wie aus Tabelle 1 ersichtlich. Diese Absoluthelligkeiten wurden mit einer Hubble-Konstanten von 100 km s⁻¹ Mpc⁻¹ berechnet.

Tabelle 2: Physikalische Parameter von Supernovae

	Methode	Typ I	Typ II
Temperatur im Maximum	UBV Spektren	16000 K 15000 K bis 20000 K	28000 K >20000 K
Leuchtkraft im Maximum	UBV	4 × 10 ⁴³ erg s ⁻¹	2 × 10 ⁴² erg s ⁻¹
abgestoßene Masse	UBV SNE Spektren	1 M _⊙ 1.5–2 M _⊙	0.7 M _⊙ 3 M _⊙
Expansionsgeschwindigkeit	UBV SNE	11000 km s ⁻¹ 10000 km s ⁻¹ bis 13000 km s ⁻¹	3000 km s ⁻¹ 6000 km s ⁻¹ bis 7000 km s ⁻¹

Die Tabelle 2 macht Unterschiede in den physikalischen Parametern der beiden SN-Typen deutlich. Die Mehrheit der Informationen wurden aus UBV-Beobachtungen erhalten. Dies ist in der Spalte „Methode“ durch den Hinweis „UBV“ kenntlich gemacht. Die Kennzeichnung „SNE“ weist darauf hin, daß die Untersuchungen von Supernovaresten (z. B. Krebs-Nebel oder Cygnus-Ring) Basis der Ergebnisse sind. Wenn Spektralbeobachtungen die entscheidenden Daten geliefert haben, ist das durch die Bemerkung „Spektren“ angegeben.

Von Interesse ist auch die Populationszugehörigkeit der Supernovae. Aus Tabelle 3 ist zu entnehmen, daß es auch hier signifikante Unterschiede zwischen beiden Supernovatyphen zu geben scheint. So kommen z. B. die Supernovae vom Typ I in allen Galaxientypen vor, die vom Typ II nur in Spiralsystemen. Typ I-Explosionen scheinen auf weniger massereiche, Typ II-

Tabelle 3: Populationszugehörigkeit der Supernovae

	Typ I	Typ II
Elterngalaxie	alle Typen	Spiralsysteme
Ort innerhalb der Galaxie	keine bevorzugte Position (eventuell Scheibe)	Spiralarme bevorzugt
Altersgruppe	ältere Population	junge Population
Sternmasse	weniger massereiche Sterne	massereiche Sterne

Tabelle 4: Präsupernovae

	Typ I	Typ II
Vorläuferstern	keiner bekannt	SN 1970g in M101 SN 1980 in NGC 1255
Hinweise aus SNR	Wasserstoffmangel Helium häufig	normale chemische Zusammensetzung
Hinweise aus Statistik und Theorie auf Vorläuferstern	Weißer Zwerg Doppelsternsystem	weit entwickelter Stern mit mehr als 10 Sonnenmassen

Explosionen auf massereiche Sterne zurückzugehen. Gerade in diese Aussage und auch in die Hinweise auf den Vorläufer einer Supernova, die Präsupernova, die in Tabelle 4 zu finden sind, gehen aber schon theoretische Überlegungen ein, denn man erkennt aus Tabelle 4 auch, daß für die Typ I-Supernovae kein Vorläuferstern bekannt ist, und auch die beiden Fälle für die Typ II-Supernovae sind unsicher. Von großer Bedeutung sind die Unterschiede in den Spektren der beiden Supernovatypes. In der Tabelle 4 ist nur der markanteste erwähnt. So deuten die Spektren der Typ I-Supernovae auf einen Wasserstoffmangel hin, während die Typ II-Spektren eine „normale“ chemische Zusammensetzung zeigen, wie man sie in der Sonnenumgebung beobachtet. In den Spektren der Typ I-Supernovae findet man Emissionen von ionisiertem Kalzium, Eisen, Stickstoff, Kohlenstoff und Helium sowie von neutralem Helium, Natrium und Magnesium. 200 Tage nach dem Maximum treten dann auch verbotene Linien auf, z. B. vom Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff. In den Spektren der Typ II-Supernovae sind die Balmerlinien des Wasserstoffs sehr stark neben Emissionen, die man auch in den Typ I-Spektren findet.

Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die zu erwartende Häufigkeit der Supernovae, die deutlich unterschiedlich für die verschiedenen Galaxientypen ist. Die Tabelle zeigt das mittlere Intervall in Jahren zwischen dem Aufleuchten von zwei Supernovae. Am häufigsten kommen sie danach in den Sb- und Sc-Spiralen vor, am seltensten in den Irregulären Sternsystemen. Als Entdecker der SN 1987A gilt Shellen (vgl. AuR 3/87, S. 105 und 5/87, S. 158). Er begann am 24. Februar 1987 um 1.26 (UT) am Las Campanas Observatory eine fotografische Aufnahme der Großen Magellanschen Wolke, die er unmittelbar danach entwickelte und den „Neuen Stern“ um 5.31 (UT) erkannte. Nachträglich

Tabelle 5: Häufigkeit der Supernovae in verschiedenen Galaxientypen

E	Sa	Sb	Sc	Irr
330	500	60	50	1000

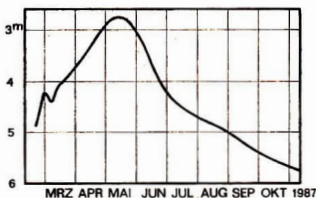


Abb. 2: Lichtkurve der SN 1987A. Scheinbare visuelle Helligkeit.

stellte sich heraus, daß die Supernova schon auf früheren Aufnahmen am Siding Spring Observatory erfaßt worden ist, und als frühester optischer Nachweis gilt der 23. Februar 1987, 10.38 (UT). Bereits ab 24. Februar 1987, 19.12 (UT) widmete der UIR-Satellit 80% seiner Meßzeit diesem „Neuen Stern“, der uns Kunde von einer Sternexplosion vor 160 000 Jahren in der Großen Magellanschen Wolke brachte.

Aus der Lichtkurve in Abbildung 2 geht hervor, daß die Supernova einen sehr langen Helligkeitsanstieg hatte (vgl. AuR 6/87, Titelbild) und erst Mitte Mai ihre Maximalhelligkeit erreichte. Diese betrug im visuellen Spektralbereich 2,8 Größenklassen, woraus mit der Entfernung der Großen Magellanschen Wolke eine visuelle absolute Helligkeit von $-16,1$ Größenklassen folgt. Da die Lichtkurve in Abbildung 2 nur einen Überblick über den Helligkeitsverlauf von SN 1987A geben soll, sind keinesfalls alle bekannten Helligkeitsmessungen berücksichtigt. Im Farbverhalten zeigt SN 1987A eine schnelle Veränderung von Blau nach Rot. Diese Tatsache kommt auch in dem schnellen Temperaturabfall zum Ausdruck (s. Abb. 3). Während die Temperatur am 1. März 1987 noch 10 000 K betrug, war sie am 1. April 1987 schon auf weniger als 5000 K gesunken. Daraus kann man auf eine sehr schnelle Ausdehnung der Hülle schließen. Im gleichen Zeitraum nahm die Leuchtkraft von etwa 40×10^6 Sonnenleuchtkräften auf mehr als 100×10^6 Sonnenleuchtkräften zu. Die Zunahme der Leuchtkraft, trotz Abnahme der Temperatur, war nur möglich durch die schnelle Vergrößerung der strahlenden Oberfläche, d. h. die Radiuszunahme. Der Zusammenhang dieser drei Größen (Leuchtkraft L , Radius R , Temperatur T) ist gegeben durch $L \sim R^2 \cdot T^4$. Die Radiuszunahme muß die Temperaturabnahme kompensieren.

Von sehr großer Bedeutung für die Untersuchung von Supernovae sind spektroskopische Beobach-

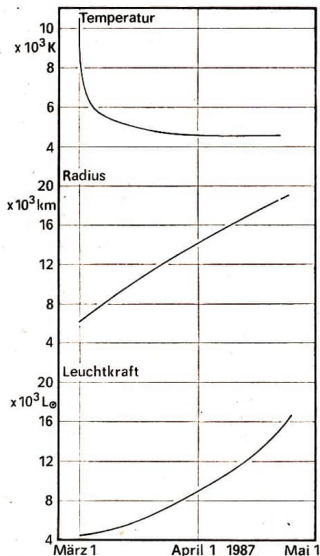


Abb. 3. Temperatur, Radius und Leuchtkraft von SN 1987A in Abhängigkeit von der Zeit.

tungen, da sie Aussagen über physikalische Parameter und die chemische Zusammensetzung erlauben. In Abb. 4 sind Beispiele für Spektren von SN 1987A wiedergegeben. Wichtige Informationen aus diesen Spektren sind u. a. die starke Existenz der Balmerlinien (H_α , H_β) in Emission. Am kurzwelligen Flügel der Emissionslinien treten die gleichen Linien in kräftiger Absorption auf. Dieses unmittelbare Nebeneinander von Emissionslinie und blau-verschobener Absorptionslinie ist als P-Cygni-Profil bekannt und typisch für eine expandierende Hülle. Die Absorptionslinien werden der Strahlung von der expandierenden Hülle, deren absorbierende Materie sich auf den Beobachter zu bewegt, aufgeprägt; deshalb blau verschoben. Aus der Linienverschiebung kann man Rückschlüsse auf die Expansionsgeschwindigkeit ziehen. Die Abbildung 5 macht deutlich, daß die bestimmte Expansionsgeschwindigkeit vom 25. Februar zum 10. März 1987 sehr schnell von 12000 km s^{-1} auf 6000 km s^{-1} fällt. Die Ursache für diese Be-

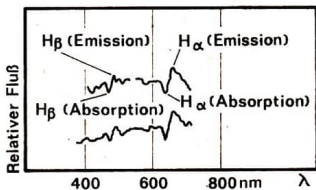


Abb. 4: Spektren von SN 1987A.

obachtung liegt in der Ausdehnung der Hülle und der damit verbundenen Abnahme der Dichte der Hüllmaterie. Dadurch wird die Hülle durchsichtiger, und mit der Zeit werden immer tiefere Schichten der Hülle beobachtet. Die Geschwindigkeitskurven geben also keine zeitliche Veränderung der Expansionsgeschwindigkeit, sondern die Geschwindigkeitsschichtung in der Hülle wieder. Die Abbildung macht weiterhin deutlich, daß die Durchsichtigkeit der Hülle auch von der Wellenlänge, bei der beobachtet wird, abhängt, denn für einen bestimmten Zeitpunkt erhält man für die drei Balmerlinien unterschiedliche Geschwindigkeiten, d. h., man sieht in unterschiedliche Tiefen der Supernovahülle. Bereits am 10. April 1987 wurde erstmals Röntgenstrahlung im Bereich zwischen 20 und 130 keV von SN 1987A entdeckt. Dieser Nachweis gelang mit dem Röntgenspektrometer HEXE (High Energy X-ray Experiment), das vom Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Astrophysik München-Garching gebaut wurde und auf der sowjetischen Raumstation MIR fliegt. Die beobachtete Leistung der harten Röntgenstrahlung von SN 1987A betrug $3 \times 10^{31} \text{ Watt}$. Es gibt zwei Erklärungsmöglichkeiten für die Röntgenstrahlung. Einerseits kann

Abb. 5: Expansionsgeschwindigkeit von SN 1987A in Abhängigkeit von der Zeit.

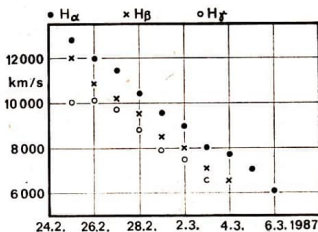


Tabelle 6: Typ der Supernova vom 23. Februar 1987

absolute Helligkeit	—16,1 mag	Typ II
Spektrum	starke Balmerlinien	Typ II
Expansionsgeschwindigkeit	6000 bis 12000 km s ⁻¹	Typ II
Vorläufer	Einzelstern mit 13 M _☉	Typ II
Elterngalaxie	Irregulär	

sie vom stellaren Rest der Supernovaexplosion kommen. Dann müßte die Hülle aber am 10. April 1987 bereits durchsichtig gewesen sein. Das ist sehr unwahrscheinlich.

Andererseits wurde beim Sternkollaps das radioaktive Kobaldisotop mit der Ordnungszahl 56 gebildet. Dieses Isotop des Kobalts sendet Gammastrahlung aus, die durch die dichte Hülle „hindurchsickert“. Dabei verliert sie durch Streuprozesse Energie und verläßt die Hülle als harte Röntgenstrahlung.

Eine andere interessante Tatsache wurde von Astronomen des Harvard Observatory durch Speckle-Beobachtungen nachgewiesen. Nur 0,060 Bogensekunden von SN 1987A entfernt erkannten sie ein helles Objekt mit einer scheinbaren Helligkeit von 6,5 Größenklassen. In einer Entfernung von 50 kpc entsprechen 60 Millibogensekunden 3000 AE. Dieses mysteriöse Objekt kann erst mit der Supernova entstanden sein, anderenfalls wäre es bei der großen scheinbaren Helligkeit schon früher bekannt gewesen. Der Nachweis des Nachbarn von SN 1987A gelang bei der Wellenlänge der H_α-Strahlung und bei den Wellenlängen von 533 nm und 450 nm. Es gibt zwei Erklärungsmöglichkeiten für dieses helle Objekt. Es kann durch die Reflexion des Supernovablitzes an einer Wolke reflektierender Partikel entstanden sein. Aus dem Abstand des Objektes von SN 1987A, der Helligkeit des Supernovablitzes und der Helligkeit des beobachteten hellen Fleckes ergibt sich für das Objekt eine Ausdehnung, die mit der Speckle-Methode aufzulösen wäre. Dies ist aber nicht gelungen.

Die andere Möglichkeit ist, daß gasförmige Materie durch die energiereiche UV-Strahlung und

eventuell Röntgenstrahlung des Supernova-ausbruchs ionisiert wurde und das Leuchten durch die Rekombination entsteht.

Von großer Wichtigkeit für das Erklären des Supernovaphänomens ist der Vorläuferstern. Schon wenige Tage nach der Entdeckung von SN 1987A wurde dafür der Stern Sanduleak —69202 angegeben. Es ist ein B 3 I-Stern mit 13 bis 14 Sonnenmassen, einer effektiven Temperatur von 16000 K und einer Leuchtkraft von 1.1×10^5 Sonnenleuchtkräften.

Wenn man alle bekannten Informationen über SN 1987A zusammenfaßt, folgt daraus, daß es eine Supernova vom Typ II war. Tabelle 6 zeigt, daß nahezu alle Tatsachen dafür sprechen. Lediglich das Auftreten in einer irregulären Galaxie spricht nach Tabelle 3 dagegen. Von den bisher in irregulären Galaxien entdeckten 30 Supernovae wurden sechs als Typ I identifiziert, und 24 sind unidentifiziert. Auch darunter könnten Typ II-Supernovae sein, so daß mit SN 1987A eventuell erstmals eine Typ II-Supernova in einer irregulären Galaxie nachgewiesen wurde.

Zu den Besonderheiten von SN 1987A gehört, daß sie auch durch Neutrinobeobachtungen nachgewiesen werden konnte. In Tabelle 7 sind die bekannt gewordenen Beobachtungen zusammengestellt. Hier soll nur ein Aspekt dieser Neutrinonachweise diskutiert werden. In jedem Fall traten die Neutrinoereignisse über ein Zeitintervall von mehreren Sekunden (6 bis 13) auf. Aus der Theorie des Kollapsvorganges im Sterninneren folgt aber, daß die dabei entstandenen Neutrinos innerhalb von zwei Sekunden emittiert werden. Bei Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit müssen sie dann auch innerhalb von zwei Sekunden ankommen. Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit setzt voraus, daß Neutrinos keine Ruhemasse haben. Ankunftsintervalle von mehr als zwei Sekunden besagen demzufolge, daß Neutrinos eine Ruhemasse besitzen. Aus den beobachteten Zeitintervallen bei SN 1987A und der Voraussetzung der Gültigkeit der Theorie ergeben sich für die Neutrinos Ruhemassen zwischen $8 \text{ eV}/c^2$ und $28 \text{ eV}/c^2$. Die Neutrinobeobachtungen

Tabelle 7: Neutrinobeobachtungen von SN 1987A

Zeitpunkt	Detektor	Anzahl, Dauer und Energie der Impulse
1987 Febr. 23, 25 ^h 52 ^m (UT)	Montblanc Neutrino-Detektor Kosmosforschung Moskau	5 Impulse innerhalb 7 sec
1987 Febr. 23, 7 ^h 35 ^m (UT)	Kosmos- u. Geophysik Turin Kamiokande-II-Detektor Japan, Universität Niigata Universität Pennsylvania	7 MeV < E < 12 MeV 12 Impulse innerhalb 13 sec 10 MeV < E < 35 MeV
1987 Febr. 23, 7 ^h 41 ^m (UT)	Irvine-Michigan-Brookhaven Detektor, USA	8 Impulse innerhalb 6 sec 20 MeV < E < 40 MeV

Tabelle 8: Entwicklung eines Sternes von 15 Sonnenmassen

	Temperatur [K]	Dichte [g cm ⁻³]	Dauer	Radius [km]
Wasserstoffbrennen (H → He)	3 × 10 ⁷	6,0	1,2 × 10 ⁷ J	3,2 × 10 ⁶
Heliumbrennen (He → C, O)	1,6 × 10 ⁸	1,3 × 10 ²	1,4 × 10 ⁶ J	2,2 × 10 ⁷
Kohlenstoffbrennen (C → Ne, Mg ...)	6,2 × 10 ⁸	1,7 × 10 ³	8,8 × 10 ⁴ J	3,7 × 10 ⁸
Neonbrennen (Ne → Mg, Si ...)	1,3 × 10 ⁹	1,6 × 10 ⁶	7 J	3,9 × 10 ⁸
Sauerstoffbrennen (O → Si, S ...)	1,9 × 10 ⁹	9,7 × 10 ⁶	1,7 J	3,9 × 10 ⁸
Siliziumbrennen (Si → Fe, Ni)	3,1 × 10 ⁹	2,3 × 10 ⁸	4 Tage	3,9 × 10 ⁸

sind allerdings mit einem beträchtlichen Unsicherheitsfaktor behaftet. So wurde z. B. das erste Neutrinoereignis nur im Montblancetunnel beobachtet, aber von den anderen Detektoren nicht nachgewiesen.

Die Erklärung des gesamten Supernovaphänomens ist nur im Zusammenhang mit der Sternentwicklung möglich. Es sollen deshalb in aller Kürze drei notwendige Grundgedanken der Sternentwicklung erläutert werden, die für die Erklärung des Supernovavorganges wichtig sind.

Die Existenzzeit (t) eines Sternes wird durch das Verhältnis von Energievorrat und Energieverbrauch bestimmt. Den Energievorrat gibt die Masse (M), der Energieverbrauch kommt in der Leuchtkraft (L) zum Ausdruck

$$t = \frac{M}{L}$$

Ein empirisches Beobachtungsergebnis für Hauptreihensterne ist, daß die Leuchtkraft etwa der 3. Potenz der Masse proportional ist:

$$L \sim M^3$$

Aus diesen beiden einfachen Beziehungen folgt, daß die Lebensdauer eines Sternes dem Quadrat seiner Masse umgekehrt proportional ist:

$$t \sim \frac{1}{M^2}$$

d. h., die Existenzzeit der Sterne nimmt mit zunehmender Masse der Sterne quadratisch ab; massereiche Sterne entwickeln sich schneller als massearme.

Der Lebensinhalt eines Sternes ist die Freisetzung von Energie durch Kernfusion und die damit verbundene Produktion immer höherer Elemente. Der einfachste und gleichzeitig ergiebigste Fusionsvorgang mit Energiefreisetzung ist die Verschmelzung von Wasserstoff zu Helium. Aus Helium kann durch Verschmelzung dann Kohlenstoff aufgebaut werden, usw. Durch diese Fusionsvorgänge können die Elemente bis zum Eisen gebildet werden, da bei

den Elementen, die schwerer als Eisen sind, von Element zu Element die Bindungsenergie zunimmt und demzufolge zur Fusion Energie zugeführt werden muß. Bei der Fusion von Wasserstoff zu Helium ist die Energieausbeute am größten, mit jedem weiteren Schritt zu höheren Elementen wird sie immer geringer, bis sie schließlich beim Eisen Null wird. Wie weit die Entwicklung im Stern kommt, d. h. welche Elemente in seinem Inneren gebildet werden können, hängt von seiner Masse ab, da zur Verschmelzung immer schwererer Elemente immer höhere Temperaturen benötigt werden und diese nur durch die Kontraktion aufgrund der Gravitation erzeugt werden können. Höhere Temperaturen verlangen größere Massen.

Zu den typischen Phasen, die ein Stern während seiner Entwicklung durchläuft, gehört zu Anfang der Protostern, die embryonale Phase, in der sich der Stern durch Kontraktion aus der interstellaren Materie bildet. Das Hauptreihenstadium folgt nach dem Protostern und ist die längste Phase im Leben eines Sternes. Sie ist durch die ergiebige Energiequelle der Wasserstofffusion charakterisiert. Die Riesen- bzw. Überriesenphase, in denen die Fusionen zu immer schwereren Elementen wegen der immer geringeren Energiefreisetzungsraten in immer kürzeren Zeiten ablaufen, folgt nach dem Hauptreihenstadium. Typische Endstation der Sternentwicklung, in denen keine Fusionsvorgänge mehr stattfinden, sind die Weißen Zwerge und die Neutronensterne. Welches Endstadium ein Stern erreicht, bestimmt ebenfalls seine Masse.

Wenn Modelle des Supernovavorganges aufgebaut werden sollen, muß unbedingt berücksichtigt werden, daß mit einer sehr kurzen Zeitskala die hohe Energie von 10⁴³ bis 10⁴⁴ Joule umgesetzt werden muß. Es ist auch zu erwarten, daß für die beiden Supernovatypen unterschiedliche Modelle notwendig sind. Ein wesentliches Argument dafür ist z. B. die unterschiedliche Wasserstoffhäufigkeit in Typ I- und Typ II-Supernovae.

Geht man von der Energie aus, so sind die Fusionsvorgänge der leichten Elemente zwar sehr ergiebig, die Zeitskalen aber zu lang. Bei der Verschmelzung von schweren Elementen unmittelbar vor der Eisengruppe sind die Zeitskalen zwar sehr klein, die freigesetzte Energie ist aber zu gering für einen Supernovavorgang. Aus diesen Überlegungen folgt, daß die Verschmelzung von Kohlenstoff und Sauerstoff zu schweren Elementen sowohl ausreichend Energie liefert als auch genügend kurze Zeitskalen hat.

Diese Bedingungen erfüllen Weiße Zwerge in bezug auf die stoffliche Zusammensetzung. Es ist ausreichend Kohlenstoff und teilweise Sauerstoff im Sternzentrum vorhanden mit einer Dichte von 10^6 g cm^{-3} , umgeben von Helium. Die Masse der Weißen Zwerge ist mit maximal 1,4 Sonnenmassen aber zu gering, um durch Gravitationskontraktion die Zündtemperatur für das Kohlenstoff- bzw. Sauerstoffbrennen zu erreichen, d. h., es muß nach einer Möglichkeit gesucht werden, das explosive C-O-Gemisch zu zünden. Dafür gibt es folgende Modellvorstellung.

Ausgangspunkt ist ein Doppelstern. Es soll sich um zwei Sterne mittlerer, aber – und das ist ganz wichtig – unterschiedlicher Masse handeln. Dann entwickelt sich der massereichere Stern schneller und kommt, während der massärmeren Stern noch im Hauptreihenstadium ist, bereits zu der Riesenphase. Durch das Wachsen des Durchmessers erreicht der massereichere Riesenstern in dem Doppelsternsystem die Rochesche Grenzfläche, und es beginnt Masse zur massärmeren Komponente überzufließen. Durch diesen Masseverlust wird aus dem Roten Riesen ein Weißer Zwerg ohne weitere Entwicklung. Ein C-O-Kern ist von Helium umgeben. Durch den Massegewinn beschleunigt sich aber nun die Entwicklung der früher massärmeren Komponente. Jetzt entwickelt sich dieser Stern zum Riesenstern, erreicht durch die Ausdehnung die Rochesche Grenzfläche, und es strömt Masse zum Weißen Zwerg zurück. Durch diesen Massegewinn kommt es für den Weißen Zwerg zur Temperaturerhöhung und damit zum Zünden des explosiven C-O-Gemisches.

Neuere Rechnungen und Computersimulationen zeigen, daß bei großem und schnellem Masseinfall und sofortigem Zünden des C-O-Gemisches der gesamte Stern zerrissen werden kann. Bei Supernovaeexplosionen bleibt aber neben der explosiv abgestoßenen Hülle ein Neutronenstern zurück. Deshalb wird angenommen, daß der Masseinfall geringer ist, es nicht sofort zum Zünden des C-O-Gemisches kommt, sondern vorerst nur die Heliumhülle zündet. Diese brennt nach innen durch, und erst jetzt zündet die C-O-

Quelle und stößt nun explosiv die Hülle, in der noch viel Helium ist, ab. Das erklärt die Überhäufigkeit von Helium in den Supernovae vom Typ I, die mit dem Modell der Doppelsternentwicklung erklärt werden kann.

Für die Supernova vom Typ II gibt es eine andere Modellvorstellung. Die Kernenergiequelle ist zwar sehr ergiebig, aber nicht unerschöpflich. Bei Sternen von mehr als zehn Sonnenmassen können in den Zentralgebieten alle Elemente bis zum Eisen aufgebaut werden, dann ist aber durch Kernfusion keine Energiefreisetzung mehr möglich. Tabelle 8 zeigt, daß die Zeitskalen beim Brennen der schweren Elemente immer kürzer werden. Am Ende dieser Entwicklung hat der Stern einen Radius, der größer als der Marsbahnhalbmeser ist, und einen Nickel-Eisen-Kern von ca. zwei Sonnenmassen. Die einzige Energiequelle ist jetzt die Gravitationsenergie; der Stern kontrahiert in seinem Inneren sehr schnell. Das Elektronengas ist die einzige Kraft, die sich noch gegen die Gravitationskontraktion stellt. Die Drücke werden aber so groß, daß die Elektronen in die Atomkerne gepreßt werden, wo sie sich mit den Protonen zu Neutronen vereinigen. Nun kollabiert das Sterninnere ohne Gegenwirkung. Die Folge ist, daß die äußeren Schichten in Sekundenschnelle nachstürzen. Bei einem Stern von 15 Sonnenmassen dauert der Kollaps etwa 0,4 Sekunden. Damit kommt noch brennbares Hüllenmaterial in Gebiete hoher Temperatur, was eine explosionsartige Energiefreisetzung zur Folge hat. Eine Stoßwelle läuft vom Kerngebiet zurück und stößt die Außengebiete des Sternes ab, in denen noch Wasserstoff und Helium sind. Zurück bleibt der zentrale Neutronenstern.

Nach diesem Modell ist die Ursache für eine Supernova vom Typ II ein einzelner, massereicher Stern, in dessen Zentralregionen keine energiefreisetzenden Fusionsvorgänge mehr möglich sind.

Die Supernova SN 1987A hatte alle Merkmale einer Typ II-Supernova (s. Tabelle 6), und auch der Vorläuferstern, Sanduleak-69202 war ein massereicher Überriese von 13 bis 14 Sonnenmassen der Leuchtkraftklasse I.

Die Supernova SN 1987A hat viel zum Verständnis des Supernovaphänomens beigetragen, aber auch manche neue Fragen aufgeworfen.

Lit.: [1] Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars (John Wiley and Sons, 1983). – [2] Supernovae (Reidel Publishing Company 1977). – [3] Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaft und Technik (Springer-Verlag 1983). – [4] Astronomy and Astrophysics Vol. 177 (1987) L1, L5, L9, L13, L17. – [5] Journal of the British Astr. Society Vol. 97 Nr. 3. – [6] Sky and Telescope 1987 S. 470, S. 477, S. 582, S. 594. – [7] ESO Messenger Nr. 47. – [8] Sterne und Weltraum 1987 S. 199, S. 388, S. 612, S. 672.

VIKING - der erste schwedische Satellit

JÖRG BÜCHNER

Am 22. 2. 1986 um 1:44 UT wurde Viking, der erste schwedische Satellit, mit einer Ariane 1-Rakete in Französisch-Guyana gestartet. Dies war der Höhepunkt eines ehrgeizigen Unternehmens: Würden die mit neuester Technik ausgerüsteten fünf Gerätekomplexe den Erwartungen der Forscher genügen und der Satellit seine projizierten Parameter erreichen? Immerhin ging es auch um die Bestätigung der schwedischen Potenz auf dem Hochttechnologiektor. Ein in Rekordzeit von weniger als vier Jahren nach den Vorstellungen der Wissenschaftler in nationaler Verantwortung hergestellter Raumflugkörper hatte den Beweis seiner Leistungsfähigkeit anzutreten.

Inzwischen ist klar – Viking war eine der erfolgreichsten Unternehmen zur Erforschung des polaren Plasmas. Dabei konnten noch nicht einmal alle von Viking durchgeführten Messungen einer wissenschaftlichen Bewertung unterzogen werden!

Wissenschaftliche Aufgaben

Als die schwedischen Wissenschaftler in Kiruna, Uppsala und Stockholm Anfang der 80er Jahre begannen, ihren ersten eigenen Forschungssatelliten zu entwerfen, gingen sie von der territorialen Situation und der damit verbundenen besonderen Forschungstradition Skandinaviens aus: Die Atmosphäre über dem nordskandinavischen Festland ist bevorzugtes Zielgebiet für Ströme geladener Teilchen solaren Ursprungs. Die Flugbahnen dieser in ihrer Gesamtheit „Plasma“ genannten elektrischen Ladungsträger verlaufen überwiegend entlang magnetischer Feldlinien. Über sie ist Skandinavien direkt mit dem Schweif der Erdmagnetosphäre verbunden. Dort werden in unregelmäßigen, bisher nicht vorhersagbaren Abständen explosionsartig gewaltige Energien freigesetzt, die die installierte Leistung aller Kraftwerke der Erde weit übertreffen. Diese Explosionen führen zu einer Aufheizung des Plasmas und zur Erzeugung hochenergetischer Teilchen („Interbol erforscht die Magnetosphäre“, AuR 3/1987).

Die seit Menschengedenken auffälligste Manifestation von Strömen geladener Teilchen in die Erdatmosphäre sind die Polarlichter, deren

Schönheit und Faszination wir, Bewohner mittlerer Breiten, meist nur vom Hörensagen kennen. Für die skandinavischen Völker bilden sie jedoch seit Jahrtausenden einen ständigen Begleiter. Kein Wunder, daß Skandinavien wesentlich zur Erforschung des Polarlichts beitrug! Unvergessen sind die Werke von Celsius, Birkeland und Angström. In den letzten Jahrzehnten wurde diese Tradition unter anderen durch Hannes Alfvén fortgesetzt. Er war ein großer Erneuerer der Plasmaphysik, wurde mit dem Nobelpreis geehrt und ist noch heute am Stockholmer Königlich-Technologischen Institut tätig. Für das Viking-Projekt hat er sich sehr eingesetzt, denn im Ergebnis seiner langjährigen Tätigkeit war er zur Auffassung gelangt, eine Korrektur verschiedener grundlegender Ansichten in der Plasmaphysik sei notwendig. Vikings Aufgabe bestand denn auch nicht nur darin, die komplizierte Plasmadynamik in der Aurorazone (von „aurora borealis“ = Nordlicht) zu erforschen, sondern auch darin, Beiträge zur physikalischen Grundlagenforschung zu leisten. Satellitenexperimente im erdnahen Raum bieten hierfür einzigartige Voraussetzungen; im Unterschied zu den heißen Laborplasmen können kosmische direkt, aus ihrem Inneren heraus, diagnostiziert werden. Durch derartige, sog. *in situ* Untersuchungen sollte Viking unter anderem helfen, den Mechanismus der oberhalb der Aurorazone vermuteten Beschleunigung geladener Teilchen aufzuklären. Hierzu wurde der Satellit auf eine Bahn gebracht, die Messungen im bisher ungenügend erforschten Höhenbereich von 6000 bis 13000 km oberhalb der Aurorazone ermöglichte (Vorgänger waren S3-3: 8000 km und DE-1: 23500 km). Die energetischen Teilchenströme werden dadurch direkt meßbar, Rückschlüsse auf eine Nachbeschleunigung möglich.

Eine weitere wichtige Aufgabe für Viking war die Erforschung der Teilchenströme zwischen der Magnetosphäre (= äußere Plasmahölle der Erde) und der Ionosphäre oberhalb der Aurorazone. Sie bilden einen Abschnitt des Weges solaren Plasmas in die Erdatmosphäre und geben Zeugnis von der erdumspannenden Plasmazirkulation. Empfindliche Magnetometer in der Erdumlaufbahn ermöglichen ihre Registrierung.

Ein weiterer wichtiger Forschungsgegenstand von Viking waren Plasmawellen. Im Unterschied zu festen Körpern oder Flüssigkeiten sind Plasmen wenig stabil. Geringe Anstöße, wie sie praktisch ständig auftreten, genügen, um über große Entfernungen wirkende Schwingungen zu erzeugen, die geladene Teilchen erfassen und erhebliche Energien übertragen können. Theorie-

tische Forschungen geben hierfür eine Vielzahl Hinweise. Über die wahre Natur der sog. Plasmaturbulenz können aber nur direkte Messungen Antwort geben. Bedingung ist eine hohe zeitliche Auflösung und gleichzeitige Messung aus räumlich gut voneinander getrennten Positionen. Bereits vor einigen Jahren wurde bekannt, daß sich oberhalb der Polargebiete ein natürlicher Sender sog. auroraler Kilometerstrahlung befinden muß, der in einem bisher nicht näher verstandenen Zusammenhang mit ionosphärischen Störungen steht. Viking erhielt die Aufgabe, die Feinstruktur dieser Radiostrahlung näher zu untersuchen sowie nach ihren Mechanismen und Quellen zu forschen.

Jahrzehntelang glich die Suche nach Zusammenhängen zwischen Auroraerscheinungen, die in der Regel zu verschiedenen Zeiten und an unterschiedlichen Orten beobachtet wurden, einem gigantischen „puzzle“, von dem immer wichtige Teile zu fehlen schienen. Was verstreuten Einzelbeobachtungen verborgen blieb, sollte nun Viking aufdecken: Aus seiner Position hoch über der Aurorazone konnte dieser Satellit die gesamte räumliche Entfaltung und zeitliche Evolution des Polarlichtes, also des erhöhten Teilcheneinflusses, mit einem Male registrieren und gleichzeitig Aussagen über Art und Stärke der Partikel treffen.

Gerätechnik

Eine derart umfangreiche Aufgabenstellung mußte von den Technikern unter harten Vorgaben verwirklicht werden: Um das Startgeld einzusparen, sollte Viking als Beigabe eines kommerziellen Raumkörpers, des französischen Fernerkundungssatelliten SPOT gestartet werden. Die maximale Nutzlast der Ariane-I begrenzte die Masse von Viking auf nicht viel mehr als 500 kg. Die ungewöhnliche Lage Vikings, der sich beim Start zwischen der Trägerrakete und SPOT befand, bestimmte die flache Form des Satelliten: Viking mißt 2 m im Durchmesser, ist aber nur etwa 50 cm hoch. Die Schnittstelle zum französischen Satelliten ist einer Standard-Schnittstelle von Ariane nachgestaltet, so daß Viking für SPOT „unsichtbar“ blieb. Da Viking ein Protosatellit bleiben sollte, d. h. nur für einen Start gebaut wurde, sowie um seine Entwicklungskosten in Grenzen zu halten, mußten möglichst existierende Teillösungen integriert werden.

Traurige Erfahrungen bei früheren elektrischen und magnetischen Messungen im Weltraum veranlaßten die Konstrukteure von Viking außerdem zu besonderer Sorgfalt gegenüber Fragen der

magnetischen und elektrischen Reinheit des Satelliten: So sorgte man durch eine spezielle Beschichtung für eine gut leitende Satellitenoberfläche, was zu einer schnellen Verteilung der ständig, u. a. durch die wissenschaftlichen Geräte, erzeugten elektrischen Ladungen führt, die die Messungen ansonsten empfindlich stören könnten.

Die Entwicklung von Geräten unter solch harten Randbedingungen war nur unter Einsatz modernster Technologien, vor allem der Mikroelektronik möglich. In einigen Fällen beschränkt man den Weg internationaler Kooperation, der größte Teil der Technik wurde jedoch von der schwedischen Raumfahrtindustrie selbst entwickelt. Das UV-Kamerasystem stammt von einer Gruppe um Dr. Murphree und Dr. Shephard (Universität von Calgary, Kanada). Es nutzt Erfahrungen mit einem ähnlichen Gerät, das bereits auf dem Satelliten Dynamics Explorer erfolgreich tätig war. Das Magnetometer, eines der diffizilsten kosmischen Meßgeräte überhaupt, stammt aus dem Laboratorium für Angewandte Physik (APL) der Johns Hopkins Universität (USA). Aus Schweden selbst stammen neben der kompletten Satellitenkonstruktion durch die nationale Weltraumkorporation die Gerätekomplexe für die E-Feld-Messungen (Königlich-Technologisches Institut Stockholm), das Plasmawellengerät (Ionosphärenlaboratorium Uppsala) und die Plasma- und Teilchenmeßgeräte (Geophysikalisches Institut Kiruna). Die beiden letztgenannten Einrichtungen sind übrigens seit kurzem Bestandteil des neugegründeten Schwedischen Instituts für Weltraumforschung.

Die einzelnen an Bord von Viking installierten Geräte sind ihren Aufgaben nach in fünf Gruppen eingeteilt (V1–V5, V für Viking).

V1: Teilchenbeschleunigung erfolgt durch elektrische Felder. Um ihre Ausprägung in situ zu erforschen, wurde Viking mit vier je 40 m langsenkrecht zur Spinachse des Satelliten ausge-spannten Drähten ausgestattet, an deren Ende Plasmasensoren befestigt waren. Zwei zusätzliche 4 m lange Stangen in Richtung der Spinachse ergänzten das System der E-Feld-Messung derart, das durch Messung des Potentialunterschieds zwischen je zwei der sechs Enden eine Messung des vollen Feldvektors durchgeführt werden konnte. Ein Probenpaar diente dazu, Plasmadichteschwankungen zu registrieren, die Aufschluß über räumliche Feinstrukturen und Plasmaturbulenzen bieten. Das V1-Gerät wurde unter Leitung schwedischer Wissenschaftler im Königlich-Technologisches Institut Stockholm entwickelt. Es erlaubt die Erfassung von 106 vollen Vektoren je Sekunde.

V2: Magnetometer zur Erfassung feinsten Magnetfeldstörungen, die Aufschlüsse über Stromflüsse und Wellen im Plasma geben, gehören zur Standardausrüstung wissenschaftlicher Raumflugkörper. Ihre hohe Empfindlichkeit führt aber auch zu extremen Anforderungen, denen zu genügen nur wenige Wissenschaftlergruppen in der Welt heute in der Lage sind. So griff man auf eine bewährte Konstruktion des Laboratoriums für angewandte Physik der John Hopkins Universität in Laurel, USA, zurück. Um nicht künstlich erzeugte, sondern ungestörte Weltraummagnetfelder zu messen, sind besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich, unter anderem eine hohe magnetische Reinheit des Satelliten und die Anbringung der Magnetometer an Stangen. Bei Viking waren die in drei Richtungen orientierten, vollständigen Vektoren messenden Magnetometer an einer 2 m langen eigenen Stange befestigt. Die zeitliche Auflösung des V2 genannten Magnetometers entsprach der hohen Meßfrequenz von V1.

V3: Der Messung der Geschwindigkeit und Flugrichtung der Elektronen und Ionen diente das in Kiruna gefertigte Gerät V3. Es erlaubte Messungen in einem weiten Energie-, Winkel- und Massenbereich, von wenigen eV bis 300 keV (Elektronen) bzw. 40 keV (Ionen).

V4: V4L hieß der Komplex zur Messung niederfrequenter (bis 10 kHz) Plasmaschwingungen, aber auch der Plasmadichte (Uppsala - Ionosphärenobservatorium). Durch Nutzung der von V1 ausgespannten Drähte, die eine Basis von insgesamt 80 m bilden, wurde erstmals eine direkte Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit niederfrequenter Plasmawellen möglich. **V4H** aus dem dänischen Kosmosforschungsinstitut in Lyngby diente der Erforschung hochfrequenter Wellen (bis 512 kHz), also insbesondere der auroralen Kilometerstrahlung.

V5: Ein besonderer Clou des Unternehmens war eine hochauflösende CCD-Fernsehkamera, die im ultravioletten Spektralbereich (125–140 nm und 134,5–190 nm) alle 20 (= Spin-Periode) bis 80 Sekunden vollständige Bilder der gesamten Polarkappe aufnahm. Die Abbildungen, die direkt auf die Erde übersandt wurden, ließen Strukturen mit einer Ausdehnung von weniger als 50 km erkennen. Die hohe Zeitauflösung dieser Kamera macht sie zu einer absoluten Neuheit auf dem Gebiet der kosmischen Überwachung der auroralen Dynamik.

Die hohen Zeitaufösungen aller Geräte stellten immense Anforderungen an das Datenübertragungssystem des Satelliten. Durch die für seine wissenschaftlichen Aufgaben optimierte

Bahnlage mit einem Apogäum von 13527 km, einem Perigäum von 817 km und einer Bahnneigung von 98°80 befand sich Viking 120 bis 150 Minuten, das heißt 45–55% der Umlaufperiode (262 Minuten), in günstiger Position oberhalb der Polarkappe. Bei der anfallenden Datenmenge arbeitete man nicht wie sonst üblich mit einem Zwischenspeicher an Bord. Alle Meßdaten wurden unmittelbar und direkt zur Erde übermittelt. Die Übertragungsrate der Telemetrie betrug 55 kbit/s, davon fast 50 kbit/s ausschließlich für die Meßdaten der wissenschaftlichen Geräte, bedeutend mehr als bei früheren Satelliten. Davon war für den Wellenkomplex V4 mehr als die Hälfte reserviert, wenn nicht gerade die CCD-Kamera im Regime höchster Zeitauflösung betrieben wurde, das 31 kbit/s benötigte. Eine weitere Neuerung: Im Situationszentrum, das im schwedischen Weltraumstützpunkt Esrange eingerichtet war, konnte die jeweils diensthabende Wissenschaftlergruppe sofort die expresseverarbeiteten Daten durchsehen. Je nach Situation gab diese Gruppe, per Telefon, der nur durch eine Glaswand von ihr getrennten Steuerungsgruppe Anweisungen zur Änderung des Meßregimes oder der Neuverteilung der Telemetrikkapazität, worauf dann der Bordcomputer umprogrammiert wurde.

Bei 5,5 Erdumkreisungen pro Tag, 8 Monaten voller und 6 Monaten reduzierter Aktivität bedeutete das den Anfall einer Datenmenge von etwa 80 Gbytes. Ausgedrückt ergäbe das etwa 40 Millionen Schreibmaschinenseiten oder eine komplette Bibliothek von vielleicht 50 000 Bänden. Die von der Telemetriestation empfangenen Daten sind deshalb nicht auf Papier, sondern auf 3500 Magnetbändern hoher Schreiddichte (1600 bpi) gespeichert. 1/30 dieser Daten wurden anschließend zusammen mit Bahnpositionen und anderen physikalischen Parametern auf 120 Bänder kopiert, woraus wiederum sogenannte quick look-Übersichten angefertigt wurden. Alle Geräte entsprachen den wissenschaftlichen Erwartungen. Auch der Satellit erreichte seinen Schöpfern zur Ehre. Länger als ursprünglich geplant erfüllte er sein Forschungsprogramm, bis im November 1986 ein Kurzschluß an Bord auftrat. Dies belastete die Energieversorgung über Gebühr, so daß ein Gerät nach dem anderen abgeschaltet werden mußte, bis Viking schließlich im Mai 1987 als steuerungsunfähig aufgegeben wurde.

Erste Ergebnisse

Die wissenschaftliche Auswertung der Vikingmessungen ist im vollen Gange. Durch eine gründ-

liche Vorbereitung des Programms, das eine Koordinierung mit skandinavischen Radaranlagen zur Ionosphärensondierung, optischen Himmelsüberwachungen und Starts von Forschungsraketen vorsah, sowie durch die schnelle Verarbeitung der einlaufenden Datenmengen liegen jedoch bereits jetzt eine Reihe erster Ergebnisse des Projekts vor.

Zur grundsätzlichen Situation von Viking ist festzustellen: Die Hauptarbeitsperiode der Unternehmung lag, insbesondere nach der Startverschiebung auf 1986, in einer Phase minimaler Sonnenaktivität. Dies ist ein Novum gegenüber früheren Polarsatelliten, deren Messungen vorwiegend aus Zeiten hoher Aktivität stammen. Damit erfassen sie zwar häufig, wie zu erwarten, äußerst stürmische Ionosphärenbedingungen, jedoch erwiesen sich diese als nur schwer zugänglich für eine wissenschaftliche Analyse. Der Grund hierfür liegt in der für hohe Aktivität charakteristischen Überlagerung unterschiedlicher Abläufe, die eine klare Trennung von Ursache und Wirkung einzelner Prozessketten verhindern. Während verhältnismäßig ruhiger Perioden lassen sich dagegen eher Ereignisse beobachten, die voneinander gut isoliert sind und eine Verfolgung ihrer Entwicklung in Raum und Zeit erlauben.

Einen unschätzbaren Fundus bieten für diesen Zweck die von Viking aufgenommenen Polarlichtbilder. Ihre räumliche und zeitliche Auflösung stellen alles bisher Dagewesene in den Schatten (langjähriger Rekordhalter: DE-1 der NASA). Mit freundlicher Genehmigung Dr. Shepherds, des Geräteverantwortlichen für die Kamera, sind zwei der Aufnahmen auf Bild-Seite I wiedergegeben. Bild 1 zeigt eine aus etwa 10000 km aufgenommene Gesamtdarstellung des Auroraovals, deutlich sichtbar als Ring heller Leuchterscheinungen, von der Kamera im Ultraviolettlicht aufgenommen, zur visuellen Auswertung hier gelb gefärbt.

Mit dem zweiten Bild wollen wir ein Beispiel der aufsehererregenden Ergebnisse von Viking demonstrieren: Es zeigt die Momentaufnahme einer sich am 25. März 1986 mit hoher Geschwindigkeit westwärts ausbreitende Polarlicht-„Woge“. Dieses Ereignis wurde zur gleichen Zeit mit Hilfe mehrerer skandinavischer Bodenprogramme wie EISCAT (westeuropäischer Ionosphärenradar), einem Magnetometersystem, einem Netz zur Messung der Absorption kosmischer Strahlung, von Gesamthimmelskameras und anderen Geräten intensiv untersucht. Es handelte sich um einen doppelten magnetosphärischen Teilsturm, der jeweils um 19.03 Uhr und 20.20 Uhr Weltzeit eine westwärts „rollende“

Polarlicht-Woge auslöste. Um 20.50 Weltzeit passierten jene die Polarlicht-Woge erzeugende Partikelströme Viking, wo sie von allen an Bord zur Verfügung stehenden Geräten in höchster zeitlicher Auflösung registriert wurden. Mit dieser Entdeckung bewährte sich auch das neuartige „Kampagnen“-Konzept, das die Konzentration aller verfügbaren Diagnostik auf vorher festgelegte physikalische Aufgaben vorsah und während etwa der Hälfte der Datenempfangsperiode von 9,5 Monaten angewandt wurde.

Wissenschaftler aus aller Welt diskutieren derzeit das Ereignis vom 25. März 1986 sowie weitere von Viking gesammelte Fakten und entwickeln mit ihrer Hilfe Modelle, die den Ablauf magnetosphärischer Stürme beschreiben sollen. Schon heute ist klar, daß der mit Hilfe von Viking untersuchte Verlauf isolierter magnetosphärischer Stürme die Hypothese von der Sturm-auslösung durch Instabilität des Magnetosphärenschweifs stützen, wie sie durch eine im Zentralinstitut für Astrophysik der AdW in Potsdam, gemeinsam mit dem Institut für Kosmosforschung/Moskau, entwickelte Theorie beschrieben wird.

Durch Nutzung der langen Drahtausleger von V1 gelang den Experimentatoren von V4L zum ersten Mal eine direkte Messung der „Phasengeschwindigkeit“ niederfrequenter Plasmaschwingungen. Dieses Ergebnis bietet einen Schlüssel zum Verständnis der tatsächlich im Plasma angeregten Turbulenzen, über die bisher nur indirekte Aussagen möglich waren. Die hierzu notwendigen Rechnungen sind jedoch sehr aufwendig, so daß man auf die endgültigen Resultate wohl noch eine Weile warten müssen. Interessant ist auch die Nutzung der 80-m-Basis zur Messung der Geschwindigkeit der Ausbreitung von Plasmadichteeinsenkungen durch Langmuirsonden. Unter Verwendung der schnellen Echtzeitdatenübertragung gelang dadurch die Entdeckung von „Blasen“ geringer Dichte im Plasma, die, ähnlich Seifenblasen, mit hoher Geschwindigkeit nach oben steigen.

V1 wies außerdem starke, nach oben gerichtete elektrische Felder nach, die eine Potentialdifferenz von etwa 1 kV über mehrere 100 km erzeugen und Elektronen auf entsprechende Energien in Erdrichtung beschleunigen. Als Quellen dieser starken Felder wird entweder die Ausbildung schwacher sogenannter elektrischer Doppelschichten vermutet, über deren Natur im kosmischen Plasma allerdings so gut wie noch nichts bekannt ist, oder die Erzeugung nichtlinearer Wellen, sog. Solitonen.

Mit V4H wurden erstmals Feinstrukturen der auroralen Kilometerstrahlung (AKR) aufgelöst.

Eine genaue Ortsbestimmung des intensiven breitbandigen elektrostatischen Rauschens ließ exakte Rückschlüsse auf das AKR-Quellgebiet zu. Danach entsteht diese Strahlung in etwa 8000 km Höhe. Gemeinsam mit gleichzeitig von V3 aus durchgeführten Elektronenmessungen bieten sie Hinweise darauf, daß oberhalb der AKR-Erzeugungsgebiete eine Nachbeschleunigung von Elektronen auf Energien um 10 keV stattfindet. Die hochaufgelösten Teilchenspektren von V3 erbrachten eine große Vielfalt der gemessenen Winkelverteilungen. Sie sind in einem solchen Maße verschieden, daß sie wohl nur durch unterschiedliche Beschleunigungs- und Heizungsmechanismen erklärt werden können. Besonders schwer zu deuten ist die von Viking nachgewiesene Teilchenbeschleunigung senkrecht zu den Magnetfeldlinien und in Höhen unterhalb 30000 km. Auf der Grundlage ihrer Viking-Messungen schlugen die Kirunaer Wissenschaftler um Dr. Lundin inzwischen ein neues Klassifikationschema auroraler Plasmateilchen vor.

Interessante neue Erkenntnisse ergab Viking auch bezüglich des sog. magnetosphärischen Horns. Es handelt sich hierbei um ein Gebiet der polnahen Magnetosphäre, dessen Magnetfeldlinien zum Sonnenwind hin offen sind. Da das Apogäum von Viking meist auf der dem Sonnenwind zugekehrten Tagseite der Erde lag und nur langsam in die Äquatorebene driftete, eignete sich der Satellit besonders zur Klärung einiger bis heute ungelöster Fragen des direkten Eindringens solarer Partikel in die aurorale Atmosphäre. Durch V3 auf Viking konnte gezeigt werden, daß diese Teilchen in Erdnähe nicht nachbeschleunigt werden und mit der für den Sonnenwind typischen Energie von mehreren 100 eV in die Erdatmosphäre eindringen. Dabei findet durch Konvektion eine Geschwindigkeitsaufspaltung (-dispersion) der Ionen statt, während sich die Elektronenflüsse isotrop, also richtungsunabhängig ausbreiten.

Für die in der Vergangenheit oft mit dem Horn identifizierten Kluft-Region dagegen wurden bedeutend höhere Teilchenenergien sowie Positionen und ausbruchsartige Erscheinungen nachgewiesen, die eine direkte Verbindung mit den Beschleunigungsgebieten im Magnetosphärenschweif nahelegen. Diese Ergebnisse wurden erst durch den mit hoher Meßfrequenz arbeitenden V3-Komplex möglich, der auch bei einer Satellitengeschwindigkeit von mehreren km/s noch eine hohe Raumauflösung zuläßt.

Eine weitere Premiere durch Viking betraf die erste gleichzeitige Messung von Plasmadriften in allen drei Raumrichtungen.

Dank der Verwendung neuester technischer Lösungen erbrachte Viking somit trotz seiner geringen Masse eine ganze Reihe von Ergebnissen, die teilweise vor ihrer Interpretation noch die Anwendung komplizierter Auswertungsmethoden auf der Erde erfordern, so auch den Vergleich mit gleichzeitigen Messungen von anderen Satelliten und von Bodenobservatorien aus. Dies erfordert eine enge internationale Kooperation von Fachleuten aus aller Welt. An diesen Arbeiten sind auch Wissenschaftler aus der DDR aktiv beteiligt.

Sonnenfleckenzahlen März und April 1988

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center, Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE (AKS) des KB der DDR

d	März		April	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	68	72	110	129
2	66	72	96	125
3	72	85	94	131
4	77	88	74	85
5	59	84	66	71
6	61	73	62	69
7	65	74	84	95
8	67	75	92	102
9	49	58	115	125
10	36	39	107	127
11	20	24	115	130
12	39	43	118	134
13	53	60	120	137
14	62	73	138	155
15	63	75	145	169
16	78	88	148	192
17	99	128	144	181
18	88	108	137	169
19	105	119	108	140
20	85	93	88	119
21	81	88	79	93
22	76	88	72	87
23	74	93	48	57
24	83	96	30	39
25	92	101	44	46
26	89	105	44	49
27	103	137	36	46
28	109	122	43	46
29	104	120	30	44
30	108	117	44	58
31	120	133		

Mittel	75,8	88,1	88,0	105,0
--------	------	------	------	-------

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Neue Namen auf dem Mond*

ANTONIN RÜKL

Die Namen der Mondformationen sind ein praktisches Hilfsmittel für eine schnelle Orientierung. Die lunare Nomenklatur hat sich als eine Kommunikationsmethode erwiesen, eine Art Stenographie, durch die wichtige Oberflächeneinheiten angesichts ihrer Eigennamen unmittelbar anschaulich werden. Auch die weniger bedeutenden Einzelheiten lassen sich so benennen, daß man nicht zu langen Beschreibungen ihrer absoluten oder relativen Lage Zuflucht zu nehmen braucht.

Zu allererst wurden Oberflächenformationen auf dem Mond durch die Schöpfer der ersten Mondkarten in der Mitte des 17. Jahrhunderts benannt. Der Jesuit Giovanni Battista Riccioli, der 1651 ein Werk namens *Almagestum Novum* herausgab, legte das Fundament für das heute gebräuchliche Nomenklatursystem. Das Buch enthält eine Mondkarte, deren Formationen vom Autor selbst benannt worden waren. Riccioli führte seine Nomenklatur auf Mondkarten früherer Beobachter zurück. Von einem dieser Vorgänger, dem polnischen Astronomen Hevelius in Danzig, übernahm er die Idee, die Kettengebirge auf dem Mond nach irdischen Gebirgszügen zu benennen und die dunklen Gebiete als Maria, das heiße Meere, zu bezeichnen. Dem Beispiel der Mondkarte des Langrenus von 1645 folgend, gab Riccioli einer Reihe von Kratern die Namen von Astronomen seiner Zeit, des Mittelalters und des Altertums.

Die Nomenklatur der Mondformationen wurde durch die deutschen Wissenschaftler Schröter (*Selenographische Fragmente*, 1791 und 1802) sowie Beer und Mädler (*Der Mond*, 1837) weiterentwickelt. Sie ergänzten Ricciolis System nicht nur durch die Hinzufügung vieler neuer Namen, sondern führten auch ein Verfahren ein, mit dem kleine Krater durch Großbuchstaben lateinischen Alphabets und einzelne Berge durch griechische Kleinbuchstaben bezeichnet wurden. Die erste international verbindliche Nomenklatur wurde erst im Jahre 1935 vereinbart. Dieses einheitliche System der Namen auf dem Mond wurde durch die britische Wissenschaftlerin Mary A. Blagg und den österreichischen Selenographen Karl Müller im Auftrage der Internationalen Astronomischen Union zusammengestellt. Sie veröffentlichten es 1935 unter dem Titel „Benannte Mondformationen. Katalog und Karte“. Seither ist die IAU die einzige Autorität, die über Änderungen und Ergänzungen der Mondnomenklatur zu befinden hat. Eine Weiterentwicklung ergab sich aus der

Intensivierung der raumfahrttechnischen Mondforschung und den damit verbundenen Kartierungsprojekten. Im Jahre 1961 beschloß die IAU die ersten Namen für Formationen auf der erdabgewandten Seite des Mondes, die von der Sonde Luna 3 fotografiert worden war. Eine weitere Neuerung war – neben der Annahme von 66 neuen Namen – der auf der XII. Generalversammlung der IAU 1964 gefaßte Beschluß, alle Bezeichnungen für Formationen außer den Kraternamen zu latinisieren. Auf dem XIV. Kongreß der IAU in Brighton wurden insgesamt 513 Namen für Formationen auf der erdabgewandten Seite des Mondes angenommen.

Bis 1973 erfolgten verschiedene Ergänzungen, Streichungen und Änderungen in der Liste der benannten und der nur mit einem Buchstaben bezeichneten Formationen. Auf der XV. Generalversammlung der IAU in Sydney 1973 wurden jedoch neue Akzente gesetzt. Alle Buchstabenbezeichnungen für untergeordnete Krater und Erhebungen und auch alle Bezeichnungen von Rillen mit römischen Ziffern sollten aufgegeben und durch Eigennamen ersetzt werden. Dieser Vorstoß ging auf die Forderung der NASA zurück, Namen für die Formationen auf der neuen LTO-Serie großmaßstäblicher Kartenblätter zur Verfügung zu stellen (LTO: Lunar Topographic Orthophotomap). Das macht jedoch Hunderte neuer Namen erforderlich. Seit der IAU-Entscheidung von 1973 wurden mehr als 120 Buchstabenbezeichnungen durch solche neuen Namen ersetzt.

Viele Kartographen und andere Nutzer des Systems zeigten sich jedoch mit der Reform von 1973 unzufrieden. Sie empfanden die Buchstabenbezeichnungen als wesentlichen Teil der gesamten Mondnomenklatur und forderten, ihn in das System der anderen Benennungen einzubeziehen. Viele Buchstabenbezeichnungen waren fast 150 Jahre lang in Gebrauch gewesen und in einer umfangreichen Literatur fixiert. Hier sei nur an den bekannten Krater Mösting A., den Fundamentpunkt nahe der Mondmitte, erinnert.

Der Druck seitens der Praktiker bewog 1976 die IAU, einzulenken und das System der Namen auf dem Mond zu modifizieren. Jedoch einigte man sich auf die Festlegung, offiziell nur das System der namentlichen Bezeichnungen anzuerkennen. So enthalten seit 1976 die Mondkarten neben den neuen Formationsnamen auch wieder in Klammern die alten Buchstabenbezeichnungen. Viele der neu benannten Krater erscheinen wegen ihrer geringen Ausdehnung gar nicht auf kleinmaßstäblichen Karten. Einzelne sind jedoch eindeutig auszumachen, zum Beispiel

Zum Beitrag S. 106: VIKING

Abb. 1: Das nördliche Polarlichtoval – aufgenommen aus etwa 10000 km Höhe im ultraviolett Licht durch eine kanadische CCD-Kamera auf dem schwedischen Satelliten Viking; Farbumsetzung und Eintrag der Uferlinien des Festlands wurden nachträglich vorgenommen.

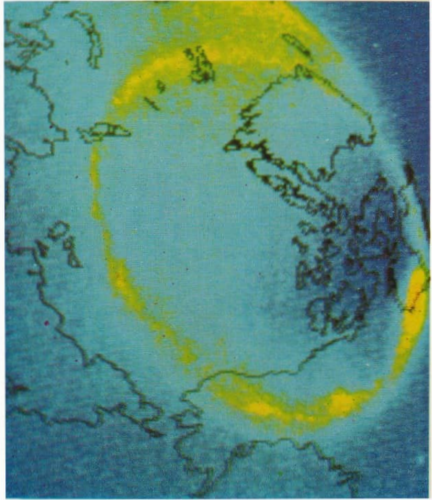
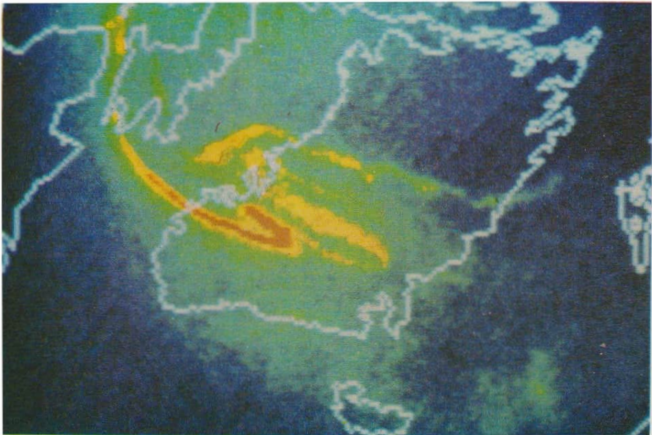


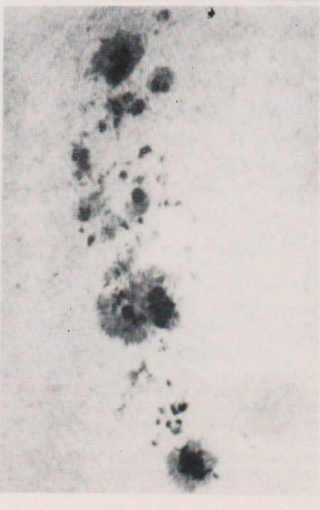
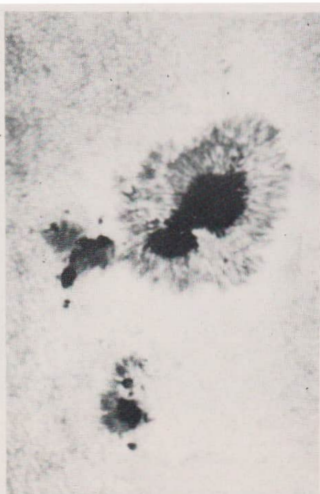
Abb. 2, wie 1: Zu sehen ist eine sich gerade mit hoher Geschwindigkeit westwärts ausbreitende Polarlicht-„Woge“.

Beide Bilder wiedergegeben mit freundlicher Genehmigung Dr. Shepherd von der Universität Calgary, Kanada.





„Sonnenflecken porträtiert“. Fortsetzung (incl. Bildseite III) unseres Bildberichtes über H. Paleskes fotografische Arbeit, die die Anerkennung der Fachastronomen vom Sonnenobservatorium „Einsteinurm“ des ZIAP der AdW der DDR findet. Die Aufnahme dieser Bildseite entstand am 22. 8. 1987 mit einer Äquivalentbrennweite von 35 m (gleiche wie beim Titelbild) unter Zuhilfenahme eines Sonnenprismas mit 1/1000 s Bel.-Zeit.



links oben: Langgezogene Fleckengruppe mit zahlreichen Flares und gut erkennbarer Granulation am 12. 6. 1988. Die Aufnahme entstand um 12:10 MEZ mit 30 m Äquivalentbrennweite.

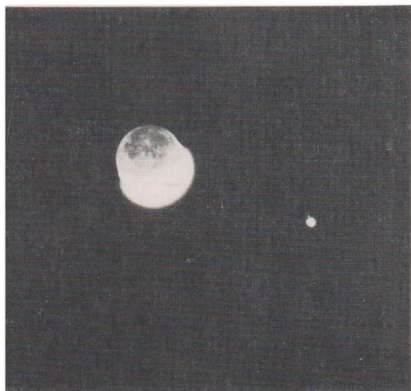
rechts oben: Diese Aufnahme um 9:47 MEZ ist nur ein Beispiel aus einer Serie von vier gleich guten Fotos, die am 18. 6. 1988 entstanden. Bei dieser und der nächsten Abbildung betrug die λ -Brennweite 40 m. Auch hier ist die „faserige“ Struktur der Penumbra erkennbar. Das verwischene Aussehen am rechten Rand des Hauptfleckes rührt von Materie in größeren Höhen her, die über die Umbra des unteren Nebenfleckes nachweisbar ist.

links unten: Diese am 16. 4. 1988 entstandene Aufnahme zeigt, daß die Sonnenmaterie im Bereich der Flecken entlang magnetischer Feldlinien strömt. — Alle Aufnahmen wurden mit einem Refraktor 150 2670 auf MAs-Film (6×6) bei 1/1000 s Belichtung gewonnen. Sie werden der Fach-astronomie zu weiterer Auswertung zugeleitet. In einem der nächsten Aufl-Hefte wird H. Palsteke über seine Praxis schreiben.





Komet Liller (1988a) in scheinbarer Nähe von η und χ Persei am 23. 4. 1988. Aufgenommen wurde von 2.55 bis 3.10 MEZ bei sehr gutem seeing mit einem 4 200-Objektiv auf NP 27-KB-Film. Der Beobachter war Axel Haubeiß, PF 12, Ringleben, 5101.



Die untere Abbildung zeigt die Konstellation von Mond (im Alter von 3 Tagen; $k = 0,08$) und Jupiter am 1. 2. 1987. Beachtlich ist die Erkennbarkeit lunarer Oberflächenformen im Bereich des „aschgrauen Lichtes“ infolge der herrschenden guten meteorologischen Bedingungen. Aufgenommen mit Pentacon 4/300 auf NP 27 und in R 09 (1+100) entwickelt (47 min lang). Der Bildautor G. Vetterlein (Am Rathaus 4, Meuselwitz, 7404) beklagt den zunehmend störenden Einfluß der Natriumdampfleuchten der Straßenbeleuchtung auf die astrofotografische Amateurarbeit.

Große Oppositionen werden immer größer

Zur Zeit verändern sich die Bahnen von Erde und Mars so, daß sich beide Planeten immer näher kommen können. Zwar nimmt die Exzentrizität der Erdbahn ab, so daß sich ihre mittlere Apheldistanz verkleinert. Die Exzentrizität der Marsbahn nimmt gleichzeitig aber weit stärker zu, weswegen das „Zurückweichen“ des Aphels der Erdbahn mehr als ausgeglichen wird. Begünstigend wirkt außerdem, daß die Bahnneigung des Mars gegen die Ekliptikebene abnimmt und sich der Winkel zwischen den Apsidenlinien verkleinert. So werden wir gleich zu Beginn des nächsten Jahrhunderts die größte Annäherung des Mars an die Erde seit Menschengedenken erleben. Doch auch dieser Rekordwert wird Jahrhunderte später übertroffen werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Rekorde größter Erdnähe des Mars bis zum Jahr 3010

Datum	Entfernung (AE)	scheinbarer Marsdurchmesser
2003 08 27	0.37271	25'11
2287 08 28	0.37224	25.15
2650 09 03	0.37199	25.16
2729 09 08	0.37198	25.16

Die große Opposition 1988

Wenn auch das Jahr 1988 keine Rekorde dieser Art bieten kann, verdient die aktuelle Opposition des Mars höchste Beachtung: Sie bietet uns Mitteleuropäern die unbestreitbar günstigsten Beobachtungsbedingungen des Mars während des 20. Jahrhunderts. Die Opposition findet am 28. September, 4^h24^m MEZ bei einer Deklination von $-2^{\circ}07'$ statt! Die größte Annäherung an die Erde am 22. September, 4^h MEZ (0.39314 AE) läuft sogar noch 20' weiter nördlich ab. Nur selten hat der Mars für uns während einer großen Opposition einen so langen Tagbogen und erreicht dabei Kulminationshöhen über 35°. Und wenn man daran denkt, daß wir Ende September oft stabile spätsommerliche Schönwetterlagen haben (Altweibersommer), sollte genügend Motivation für die gute Vorbereitung zur Beobachtung dieses von Mars gebotenen Schauspiels entstanden sein.

Diese Vorbereitungen erfolgen am günstigsten im Kreise der Fachgruppen für Astronomie auf der Grundlage des Kalenders für Sternfreunde 1988 unter Berücksichtigung der vorhandenen Instrumente. Hier soll nur noch auf folgendes aufmerksam gemacht werden:

Oberfläche

Ende September neigt uns der Mars seine Südhälfte zu, so daß wir einen guten Blick auf

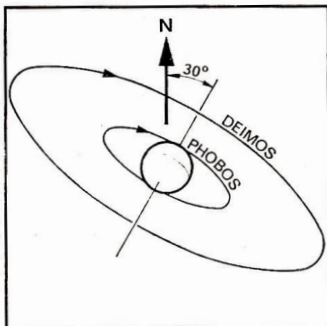


Abb. 1: Die scheinbaren Bahnen der Monde Phobos und Deimos zur Zeit der Marsopposition 1988 (22. September)

die südliche Polkappe bekommen. Allerdings befindet sich die Polkappe im Abtauen, denn am 11. September ist für die Südhemisphäre des Mars Sommeranfang. Nach Erfahrungen bei zurückliegenden Perihelpositionen kann es gerade dann zu Störungen kommen, die die Beobachtung der Marsoberfläche behindern. Gemeint sind die Staubstürme, mit denen besonders von Anfang September bis Ende Dezember gerechnet werden muß. Die Identifikation lokaler atmosphärischer Trübungen setzt gute Kenntnisse der Albedoformationen voraus, wie man sie sich z. B. aus A. Rükls Taschenatlas Mond-Mars-Venus aneignen kann (Albedokarte im Hintervorsatz). Daraus kann man z. B. ableiten, daß in der Oppositionszeit die markanten Albedoformationen um Syrtis Major gegen Mitternacht auf der erdzugewandten Seite des Mars stehen. Es wird interessant und reizvoll sein zu beobachten, ob es wie 1971 zur Ausbildung eines globalen Staubsturmes kommen wird, der damals innerhalb weniger Tage aus dem Mars eine völlig strukturlose rötliche Kugel machte.

Die Marsmonde

Phobos und Deimos gehören sicher nicht zu den gängigen Beobachtungsobjekten für den Liebhaberastronom. Wenn sich mit dem Schulfernrohr auch Oberflächendetails des Mars sichtbar machen lassen, bestehen bei den beiden Marsmonden mit diesem Gerät keinerlei Aussichten auf eine erfolgreiche Beobachtung. Phobos und Deimos werden Ende September etwa die visuellen Helligkeiten 10^m und 11^m erreichen und

Tabelle 3: Zeiten jeder 3. größten östlichen Elongation des Phobos und jeder östlichen Elongation des Deimos vom 15. 9. bis 15. 10. 1988

Datum 1988	Phobos MEZ	Deimos MEZ	Datum 1988	Phobos MEZ	Deimos MEZ
09 15	15 h 1	10 h 6	10 01	21 h 4	20 h 0
16	14.1	16.8	02	20.3	—
17	13.0	23.1	03	19.3	02.3
18	12.0	—	04	18.3	08.6
19	11.0	05.4	05	17.2	14.8
20	09.9	11.6	06	16.2	21.1
21	08.9	17.9	07	15.1	—
22	07.8	—	08	14.1	03.4
23	06.8	00.2	09	13.0	09.7
24	05.7	06.4	10	12.0	15.9
25	04.7	12.7	11	10.9	22.2
26	03.6	19.0	12	09.9	—
27	02.6	—	13	08.9	04.5
28	01.6	01.2	14	07.8	10.7
29	00.5	07.5	15	06.8	17.0
	23.5				
30	22.4	13.8			

kommen so in die Reichweite vieler mittelgroßer Amateurgeräte. Das eigentliche Problem ist aber, sowohl für visuelle als auch für fotografische Beobachtungen, die Blendwirkung der sehr nahen und hellen Marsscheibe. Sehr erleichternd können hier Vorrichtungen in der Art eines Koronographen sein, dem Erfindungsreichtum des Amateurs sind dabei wenig Grenzen gesetzt. Unabhängig davon sollten aber Besitzer (oder Nutzer) von Instrumenten mit Öffnungen größer als 150 mm in Nächten mit klarem, dunklem Himmel und ruhiger Luft durchaus ihr Glück an diesen sehr anspruchsvollen Beobachtungsobjekten versuchen. Dem Auffinden und der Identifikation der Marsmonde dienen die Angaben in Tabelle 3. Aus ihnen lassen sich mit den bekannten Umlaufzeiten von Phobos (7h39min) und Deimos (30h18min) auch die nicht gegebenen günstigen größten Elongationen abschätzen. Die scheinbaren Bahnen der Monde zur Oppositionszeit werden in Abbildung 1 gezeigt.

Hinweis der Redaktion: Sternfreunde, die ihre Mars-Beobachtungen exakt protokollieren oder die gute Fotos gewonnen haben und diese einer gemeinsamen Auswertung zuführen wollen, senden diese an den zuständigen Vertreter im „Arbeitskreis Planeten“: Hermann Berger, OT Gruben 27b, Scharfenberg, 8251.

Lit.: [1] *Astronomical Almanac for the year 1988*, Washington 1987. — [2] *Meeus: Astronomical Tables of the Sun, Moon, and Planets* Richmond/Va, 1983.

Verkaufe wegen Spezialisierung visuelle und fotografische astronomische Beobachtungsinstrumente. Liste mit frankiertem Rückumschlag anfordern! — Wolfgang Roloff, Dorfplatz 9, Birkholz, 3511.



Handwritten signature: "Georg Samuel Dörfel"

Georg Samuel Dörfel

Betrachtungen über eine historische Persönlichkeit

ELVIRA PFITZNER

Es ist eine gute Tradition und fast selbstverständlich, daß historische Persönlichkeiten, deren Leistungen dem wissenschaftlichen Fortschritt dienen, geehrt werden. Anlaß für diesen Beitrag sind der 300. Todestag (6. 8. 1988) und der 345. Geburtstag (11. 10. 1988) des Plauener Gelehrten Georg Samuel Dörfel. Grund genug, Wirken und Forschen Dörfels, welches teilweise im Widerspruch zu den Ansichten seiner Zeit stand, zu betrachten.

Sollen aber Leben und Schaffen einer Persönlichkeit verstanden werden, ist es unumgänglich, diese im Zusammenhang mit der Zeit und den örtlichen Besonderheiten zu sehen.

Als G. S. Dörfel 1643 in Plauen geboren wurde, tobte noch der Dreißigjährige Krieg, der 1648 endete. Deutschland war für lange Zeit in viele Klein- und Kleinststaaten zersplittert. Nur sehr schwer konnten die furchtbaren Folgen des Krieges überwunden werden. Der eingetretene Rückstand gegenüber den westeuropäischen Ländern Holland, England und Frankreich in politischer,

wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Hinsicht war bedeutend. Die Entwicklung der Produktivkräfte war erheblich gestört, die Machtpositionen der Fürsten erstarbt. Besonders katastrophal waren die Gegensätze zwischen Armut und Reichtum zwischen Unwissenheit und Bildung. Nur zögernd konnte sich das aufstrebende Bürgertum formieren.

Erst 1650 läuteten die neuen Glocken der Johanniskirche, die 1635 abbrannte und 1649 wieder aufgebaut war, in Plauen die neue Zeit ein, fast zwei Jahre nach dem Westfälischen Frieden. In der Bevölkerung waren die schrecklichen Erinnerungen der letzten 40 Jahre noch lange wach. Zwei größere Pestepidemien, 1613 und 1633, eine Feuersbrunst 1635, Hungersnöte, 6 Belagerungen mit Plünderung, Mord und Zerstörungen fielen über die Vogtlandstadt her. Die vorteilhafte geografische Lage Plauens als Knotenpunkt wichtiger Fernstraßen, die das Unheil zusätzlich begünstigt hatte, wirkte jetzt fördernd auf das sich langsam ordnende öffentliche Leben. Die erste sächsische Postordnung und die vorrangige Instandsetzung der Straßen und Brücken, beides 1661, sorgten mit dafür, daß der frische Geist der Aufklärung fortschrittliche Kräfte schnell erreichte und stark beeinflusste. In weiten Kreisen der Bevölkerung waren Ergebenheit und Unwissenheit noch tief verwurzelt. Das geozentrische Weltbild galt trotz neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse infolge der vorherrschenden konservativen religiösen Bildung und Erziehung als unantastbar. Die „Obrigkeit“ achtete darauf, daß Rat der Stadt und alle im kirchlichen sowie öffentlichen Dienst tätigen Personen nicht zuviel Spielraum hatten.

Dörffels Eltern, die Ratstochter Maria Dörfel, geb. Tröger, der Vater Friedrich Dörfel, Lehrer und später Pfarrer, gehörten dem kleinen, fortschrittlichen Denkens offenen Kreisen des Plauer Bürgertums an. Sie erzogen den Sohn schon früh zu Verantwortung, Wahrheits- und Menschenliebe sowie zur genauen Naturbeobachtung. Georg Samuel sollte Nachfolger seines Vaters werden [5].

Nach dem Besuch der Lateinschule studierte er in den Jahren 1658/59 bis 1667 in Leipzig und Jena Theologie, Sprachen, Mathematik und Astronomie. Hier erhielt er entscheidende Impulse, die sein weiteres Leben bestimmten. Leipzig als Messe- und Universitätsstadt bot ausgiebig Gelegenheit, neue Ideen, Informationen und Literatur zu erhalten. Die Verbindungen nach Leipzig behielt Dörfel bis zum Lebensende bei. In Jena wirkte Prof. Erhard Weigel, dessen Ruf als Fachmann und Pädagoge wie ein Magnet die fortschrittliche akademische Jugend anzog. Die weltoffene Atmosphäre, seine z. T. in deut-

scher Sprache gehaltenen Vorlesungen, reger Gedankenaustausch und eine sich anbahnende Freundschaft zu seinem Lehrer, die bis zu Dörfels Tod hielt, formten den jungen Studenten. Drei Marksteine weisen seine erfolgreichen Studienjahre aus: Frühjahr 1662 Bakkalaureat der Freien Künste in Leipzig, Frühjahr 1663 philosophische Magisterwürde in Jena und Anfang 1667 Bakkalaureat der Theologie in Leipzig.

Die Plauer Jahre von 1667 bis 1684 waren von aufopferungsvoller beruflicher Tätigkeit geprägt. Neben anderen umfangreichen Amtsgeschäften hielt er pro Jahr bis zu 100 Predigten, die meisten in deutscher Sprache. Der Theologe und Kenner des Hebräischen erarbeitete unter anderem ein neues Handbuch zur Erleichterung des Lesens der Bibel. Als Vertreter seines Vaters, als Landdiakon in Straßberg und Oberlosa, danach als Pfarrer der Johanniskirche mit zeitweiser Betreuung der umliegenden Gemeinden Stöckigt, Altensalz und Neundorf sowie als fürsorglicher Familienvater blieb ihm nur wenig Freizeit. Disziplin, echter Forscherdrang, Zielstrebigkeit und stetes Weiterbilden waren für Dörfel charakteristisch. Die günstige Verbindung nach Leipzig ermöglichte Schriftenaustausch, Erwerb wissenschaftlicher Literatur und Kennenlernen seiner Zeitgenossen.

Die Sorgfalt und Umsicht, mit welcher er berufliche Arbeiten vorbereitete, durchführte und auswurte, galt auch seinen astronomischen Freizeitinteressen. Die Beobachtung des Sternenhimmels mit teils selbstgebaute Instrumenten nahm einen breiten Raum seiner dienstfreien Zeit ein. Um nicht mit den Vorgesetzten und den ihm anvertrauten Gläubigen in Konflikt zu geraten, aber auch als Ausdruck seiner Bescheidenheit, mag er wohl sein Pseudonym „M. G. S. D.“ verwendet und entsprechende kurze Formulierungen in seine Schriften eingebaut haben. In den besonders schöpferischen Jahren von 1678 bis 1684 reiften seine astronomischen Arbeiten vom Protokollieren zur wissenschaftlichen Ausarbeitung [11].

Ein Grundproblem seines Lebens war der Widerspruch zwischen verbindlicher theologischer Lehrmeinung und den aus Literatur und Beobachtung erhaltenen gegensätzlichen astronomischen Fakten. In seinen Arbeiten grenzt er beide Bereiche deutlich voneinander ab. Die heliozentrische Planetentheorie ist für ihn jedoch Grundlage der Forschung – außerhalb aller Diskussion. Ein solcher Standpunkt war für die Gelehrten seiner Zeit durchaus nicht selbstverständlich.

Von 1684 bis zu seinem Tode 1688 arbeitete und lebte G. S. Dörfel in Weida/Thüringen. Er wurde als Superintendent nach dort berufen. Auch diese Jahre waren von rastlosem Schaffen

gekennzeichnet, wobei sein humanistisches Wirken besonders deutlich wurde. Trotz harter Schicksalsschläge verlor er nie den Mut und die Freude am Leben. Zweimal verlor Dörfel durch frühen Tod seine Ehefrau (1677 und 1686), hatte gegen Kleinmut und Bevormundung zu kämpfen und fand nicht immer Verständnis bei den Behörden für seine große Familie (9 Kinder aus drei Ehen). Die wissenschaftliche Tätigkeit setzte er fort, ebenso den regen Gedankenaustausch. Soweit bisher bekannt, unterhielt Dörfel mit E. Weigel (Jena), G. Kirch und J. A. Ihle (beide Leipzig) bis zuletzt einen intensiven Briefwechsel.

G. S. Dörfel starb im Alter von noch nicht 45 Jahren in Weida. In der dortigen Stadtkirche ist noch heute sein Bildnis auf einem Hängeepitaph zu betrachten.

In zahlreichen Arbeiten kleineren Umfangs ist uns Dörfels Schaffen überliefert. Meist sind es Druckschriften, deren schnelles Erscheinen Absicht war, und Mitteilungen in Briefen. Sie zeugen von großer Sachkenntnis, Aktualität und Vielseitigkeit des Verfassers und weisen ihn als Analytiker aus. Spekulation und abwertende Polemik finden sich nicht in seinen Arbeiten, aber Humor und auch Ironie. Hier ein Beispiel aus seiner Schrift über den Kometen von 1682 P/Halley: „... Ach, was können bei so bösen Zeiten und bösen Leuten die ungewöhnlich vielen Kometen anderes als Böses bedeuten? Die Spezialia fürwitzig zu forschen über Wen, Wo, Wenn und Was für Unglück kommen soll, läßt man billig anstehen ...“ [2]. Gerät Dörfel bei seinen Forschungen an für ihn unüberwindbare Schranken, so tritt an Stelle einer wissenschaftlichen Lösung sein christlicher Glaube: „... Kometen von Gott, Zeichen, vor dem man keine Furcht haben soll ...“ In der Arbeit über ein beobachtetes „Mondwunder“, eine Haloerscheinung, schreibt er: „... Daher, so lange die Wissenschaft der wahren Ursachen nicht sattem vorhanden, noch zugänglich, wird auch dieses Phaenomen ein Mond-Wunder können heißen werden ...“ [3]. Auch ist er klug genug, Fragen der angrenzenden Wissenschaften den entsprechenden Fachleuten zu überlassen. Ein Zitat aus seiner Auswertung der Beobachtung einer Feuerkugel vom August 1683 lautet: „... Ob und wie es nun mit Generation [die Entstehung; d. Red.] eines solchen angezündeten Körpers, in einer Höhe von etlich und 30. bis 40. Meilen über der Erde, weit über der ordentlichen Luft=Revier, natürlich zugehe, überlaße ich denen Herrn Physicis ...“ [4].

Die Leistungen des Plauener Gelehrten betreffen mehrere Wissenschaftsbereiche, besonders aber die Astronomie. Eine Folge dieser Tätig-

keit ist die Kritik an spekulativen Ansichten seiner Zeitgenossen. So lehnt er Aussagen ab, die von scheinbaren Positionen eines Kometen und dessen Schweifrichtung auf irdische Ausgangsorte und von dort drohende Gefahren hinweisen sollen. Er erkannte, daß beobachtete Kometen, deren Parallaxe er vermaß oder aus der Literatur entnahm, nicht der irdischen Lufthülle angehörten – folglich auch nicht „über einem Orte geschwebet“ haben [7]. Dörfels bedeutendste Leistung ist die Konstruktion der Bahn des Kometen von 1680/81, wobei er zeigte, daß diese eine Parabel sei, in deren Brennpunkt das Zentrum der Sonne steht. Wenn sowohl Planeten, als auch Kometen ihren Brennpunkt im Zentrum der Sonne haben, müssen sie verwandt sein, einem gemeinsamen System angehören (verborgene Gleich-Artung). Auch konnte er die unerklärlichen Unregelmäßigkeiten der Erscheinungsbilder dieses Kometen mit dessen zweimaligen Erdannäherung begründen. Diese Ansichten waren damals völlig neu, Dörfel wußte es und stellte sie zur Diskussion [1].

Seine Beobachtungskunst erlaubte es, trotz weniger guter Instrumente beachtliche Werte zu erreichen. Mit den Resultaten der Besten verglich er seine Rechnungsergebnisse. Er bediente sich der neuesten Sternkarten und der genauesten Mond- und Planetentafeln. Die Beobachtung einer totalen Mondfinsternis ist ihm Anlaß, über die bestehenden Mondbahntheorien zu schreiben. Hierin äußert Dörfel die Ansicht, daß die unterschiedlichen Bewegungen des Mondes ihre Ursache in der Lage des Brennpunktes der Mondbahn haben könnten, in welchem nicht die Sonne steht. Durch Beobachtung und Rechnung beweist er, daß die Tafeln von Flamsteed-Horrox die genauesten Werte geben. Eine lateinische Abhandlung über eine neue Methode der Entfernungbestimmung eines Objektes von der Erde belegt, daß Dörfel auch auf mathematisch-theoretischem Gebiet zu brauchbaren Ergebnissen kam. Diese Arbeit veröffentlichte er 1685. Seine Methode hatte das Ziel, eine neue Möglichkeit zu geben, wie aus der Beobachtung scheinbare Höhe und Azimut, hieraus die wahren Höhen- und Horizontalparallaxe, die wahre Höhe, die Deklination, der wahre Meridianabstand, die Parallaxe in Deklination und Rektaszension und die Entfernung des Objektes vom Erdmittelpunkt am Beispiel eines Kometen näher bestimmt werden können. Diese Arbeit ist offenbar eine Fortsetzung und abschließende theoretische Durchdringung des Problems der Bestimmung der Kometenörter, wie sie Dörfel in seiner Publikation über den großen Kometen von 1680/81 schon verwendete und daraus die Bahn für diesen Himmelskörper ableitete.

Eine weitere bedeutende Leistung ist die astronomische Beobachtung einer Feuerkugel vom 12./22. 8. 1683 [4]. Beobachtungsberichte aus verschiedenen Orten nahm er als Grundlage zu einer Höhenberechnung. Durch Parallaxenmessung und Rechnung bewies G. S. Dörfel, daß dieses Objekt vor dem Niederfallen zuerst weit außerhalb der irdischen Lufthülle auftauchte. Eine weitere Höhenbestimmung einer anderen Feuerkugel vom 9./19. 7. 1686 deren Beobachtungsdaten er in Kirchs Ephemeriden von 1688 [9] fand, fertigte er Ende 1687 an. Vor Dörfel war es nur Montanari, der an der Feuerkugel vom 21./31. März 1676 eine Höhenbestimmung vornahm. Planeten, den Mond und Sternbedeckungen durch den Mond sowie atmosphärische Erscheinungen beobachtete Dörfel exakt. Aber bevorzugte Beobachtungsobjekte waren die Kometen, deren Erscheinungsbilder ihn offenbar fasziniert haben. Ein Zitat aus seiner ersten Schrift über den Kometen von 1680/81 mag einen kleinen Einblick in den inneren Zwiespalt im Schaffen dieses „Freizeit-astronomen“ geben: „...Christliche Gemüter dürfen ruhig Kometen anschauen und ihre Gedanken haben; es seien in gewissem Verstand alle Kometen gut“.

Um das Bild über Dörfels Leistungen abzurunden, seien weitere kleine Beiträge in zeitlicher Reihenfolge erwähnt.

Mit seiner Arbeit über die Schwere erlangte er die philosophische Magisterwürde. Deutsch, das zu seinen Lebzeiten als Gelehrtensprache keinesfalls üblich war, und auch in Kirchen nur vereinzelt auftrat, war ihm in Wort und Schrift Mittel, um breiteste Kreise zu erreichen. Seine Arbeit über die hebräischen Akzente weist auf eine Möglichkeit hin, wie durch Erforschung einer anderen Sprache und deren Grammatik auf Analogiefälle geschlossen werden kann. Sein Wirken als Humanist, das ihm als Pfarrer die besondere Zuneigung der einfachen Bevölkerung brachte, mag die Betrachtung über die Persönlichkeit Dörfel abschließen.

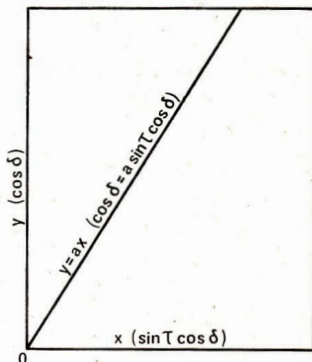
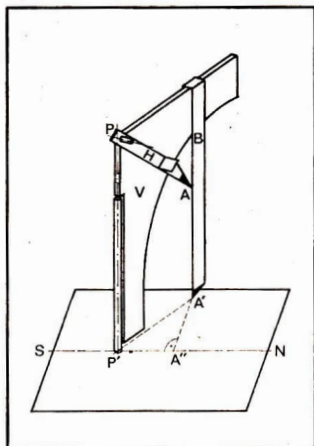
In welchem Maße die Arbeiten Dörfels bei seinen Zeitgenossen bekannt waren und wirkten, ist bisher schwer zu erfassen. Zwar wurden seine Druckschriften auf den Leipziger Messen vertrieben, andererseits setzte während und nach dem Erscheinen eines Kometen (1652, 1661, 1664, 1665, 1672, 1677, 1680/81, 1682) eine wahre Flut von kleinen, meist theologisch und astrologisch orientierten Deutungsschriften ein. Nur langsam und teilweise sehr versteckt vollzog sich in diesem Rahmen ein bedeutsamer, bis heute nur in Ansätzen analysierter Prozeß des Fortschritts, der zur Wende in der Kometenforschung führte [8].

Erst im 18. Jahrhundert erkannten französische Gelehrte den Wert seiner Arbeiten, ebenso einige deutsche Astronomen. So benannte J. H. Schröter ein ihm bisher unbekanntes Mondgebirge an der Librationsgrenze nach Dörfel. Die Erhebungen liegen im Südostquadranten hinter der Linie Hausen-Drygalski (s. Karte der Mondrückseite, 2. Umschl.-S.).

In der Folgezeit entstand eine allgemeine Verwirrung um die Anerkennung der Dörfelschen Leistungen. Unkenntnis seiner Arbeiten mag an erster Stelle stehen. Meist wurde nur ein Satz aus seiner Schrift über den Kometen von 1680/81, oft in unangemessener Auslegung, zitiert oder abgeschrieben. Es ist bedauerlich, daß die sehr in die Tiefe gehende Arbeit des Plauener Gymnasialoberlehrers C. Reinhard [12] über Magister Georg Samuel Dörfel, so gut wie nicht zur Kenntnis genommen wurde. Hierin geht der Verfasser auf die Quellen zurück und gibt Auszüge aus Dörfels Arbeiten und Briefen wieder. Die Schriftstellerin Elfriede Lenk-Hahnebach zeichnete in ihrem Roman „Die wahre Bahn“ [10] ein Lebensbild Dörfels nach. Die Forschungsarbeiten von J. Merkel und R. Gerlach [6] leisten einen wesentlichen Beitrag.

In Plauen und Weida ist das Andenken an Dörfel über drei Jahrhunderte wach geblieben. Es ist das Verdienst der Freunde des Kulturbundes in beiden Städten, daß das Interesse an Dörfel neue Nachforschungen auslöste. Die Dörfelforschung ist noch nicht abgeschlossen, sie wird über die Grenzen Plauns und Weidas hinausführen.

Lit.: [1] Dörfel, G. S.: *Astronomische Betrachtung des Großen Cometen/Welcher im ausgehenden 1680. und angehenden 1681. Jahre ... erschienen*. Plauen 1681. – [2] Ders.: *Elffertige Nachricht von dem neuen Cometen, welcher am 15. August dieses 1682. Jahres zum erstenmal ist gesehen worden*. Plauen 1682. – [3] Ders.: *Neues Mond-Wunder, wie solches den 24. Jenner dieses angehenden 1684. Jahres zu Plauen ... gesehen worden*. Plauen 1684. – [4] Ders.: *Consideratio Globi ardentis*, Lipsiae, Francof. ad Viadr. & Jenae A. 1683 d. 12. Aug. vesp. observati./Betrachtung der brennenden Kugel, wie sie abends am 12. Aug. 1683 in Leipzig, Frankfurt/Oder und Jena beobachtet wurde/. Univers.-Bibl. Leipzig, Hschr.-Abt. Ms. 0333^a. – [5] Dorschner, J./R. Möller: *Georg Samuel Dörfel – ein fast vergessener Astronom des 17. Jh.* In: *Sterne* 59 (1983) 5, 259–269. – [6] Gerlach, R.: *Bedeutende Männer aus Thüringens Pfarrhäusern*. 1956, S. 121–132. – [7] Hamel, J.: *Die Kometen im Weltbild der Antike und des Mittelalters*. In: *Sterne* 60 (1984) 6, 347–356. – [8] Ders.: *Gottfried Kirch und die Kometentheorie des 17. Jahrhunderts*. In: *Geschichte der Kometenforschung*. Vortr. u. Schr. Archenhold-Sternw. Nr. 60. Berlin-Treptow 1987, S. 19–27. – [9] Kirch, G.: *Annus VIII. Ephemeridum motuum coelestium ad annum aerae Christianae 1688*. Leipzig o. J. – [10] Lenk-Hahnebach, E.: *Die wahre Bahn*. Berlin 1960. – [11] Pfitzner, E.: *Georg Samuel Dörfel und der große Komet von 1680/81*. In: *Sterne* 59 (1983) 5, 270–279. – [12] Reinhard, C.: *Magister Georg Samuel Dörfel*. In: *Mitt. Altertumsverein Plauen*. 1882.



◀ Abb. 2

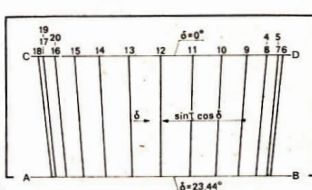
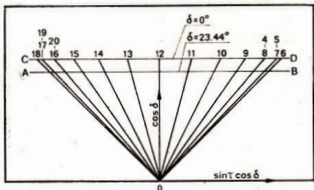
▲ Abb. 3

berührt wird. Die Linie $A'A''$ steht senkrecht zur Nord-Süd-Linie und entspricht $\sin \alpha \cos \delta$.

Es gibt einige Möglichkeiten, um den zweiten Teil der Gleichung $\sin \tau \cos \delta$ zu lösen. Ich möchte nur eine erläutern, die einwandfreie Stundenlinien liefert und die ein Minimum an Konstruktionsschwierigkeiten verursacht.

In Abb. 3 wird $\cos \delta$ auf der y -Achse und $\sin \tau \cos \delta$ auf der x -Achse aufgetragen. Bei einem konstanten Stundenwinkel (τ) ist $\cos \delta = a \sin \tau \cos \delta$ eine Gerade durch O . In Abb. 4 sind die Stundenlinien für $\tau = 15^\circ$ (13° u. 11°), für $\tau = 30^\circ$ (14° u. 10°) usw. konstruiert. In Wirklichkeit befindet sich $\delta_\odot$ immer zwischen 0° und $23,5^\circ$, für unser Vorhaben sind nur die Stundenlinien zwischen AB und DC von Interesse. Um die Ablesung zu erleichtern, können wir die vertikale Skala vergrößern, ohne dabei das Verhältnis zwischen τ und δ zu verändern.

In Abb. 5 ist die vertikale Skala 10mal unterteilt. Damit erhalten wir ein geeignetes Netz, das für τ und δ immer das Produkt $\sin \tau \cos \delta$ ergibt.



◀ Abb. 4

▲ Abb. 5

Verbindung der Produkte $\sin \tau \cos \delta$ und $\sin \alpha \cos \delta$

Möglich ist folgendes Verfahren: Zu ermitteln ist τ , wenn δ , h und a bekannt sind (Abb. 6, s. 4. Umschlags.). Das Gerät ist nach der N-S-Richtung (Grundplatte, s. Abb. 2) ausgerichtet. Die Stundenlinien befinden sich auf einer Platte, die entlang der N-S-Richtung verschoben werden kann.

Auf der Platte befinden sich keine Datumslinien (δ). Es ist vorteilhafter, eine Datumskala am Rande der Platte anzubringen, um einen transparenten Läufer mit einer Datumslinie verwenden zu können.

Um τ zu finden, verfahren wir wie folgt:

- 1) Horizontale Aufstellung des Gerätes in der Nord-Süd-Richtung.
- 2) Drehen der Azimutplatte, bis der Schatten so schmal wie möglich wird.
- 3) Drehen der Höhenvorrichtung, bis der Schatten der Achse auf das Zentrum der kleinen Projektionsfläche fällt.
- 4) Verschieben der senkrechten Vorrichtung, bis diese das Ende der Höhenvorrichtung berührt.
- 5) Verstellen der Datumslinie des Läufers auf den Tag der Beobachtung.

6) Bewegen der Stundenlinien-Platte, bis die Datuminie unter die senkrechte Vorrichtung gelangt. Dieser Punkt zeigt τ an, da dort $\sin \tau \cos \delta = \sin \alpha \cos \lambda$.

Angebrachte Verbesserungen am Instrument

An dem gegenwärtigen Instrument sind einige Verbesserungen vorgenommen worden. So werden z. B. Höhe und Azimut optisch mittels einer Fresnel-Linse gefunden, und bei einer symmetrischen Anordnung der Stunden-

linien zu 12^h wird nur die Hälfte der Stundenlinien benötigt, was mechanisch durch eine halbautomatische 180° -Drehung im oberen Instrumententeil bewirkt wird. Auf diese Weise wird bei gleicher Dimensionierung des Instruments die Genauigkeit verbessert. Außerdem ist der Stundenzeiger direkt mit der Höhenvorrichtung durch einen Scherenmechanismus verbunden. Ein Kompaß mit Libelle gewährleistet die richtige Orientierung des Gerätes.

Aus dem Englischen übersetzt von Arnold Zenkert.



für den rechnenden Sternfreund

Die Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes

JEAN MEEUS

Teil 1: Verteilung

Bei einer bestimmten Bevölkerungsgruppe beträgt die Länge der erwachsenen Männer im Mittel 163 cm. Es ist deutlich, daß die Länge der meisten Männer dieser Gruppe vom gemittelten Wert wenig abweicht: Zwerge von z. B. 120 cm oder Riesen von 205 cm werden sehr selten vorkommen. Die Längen sind, wie man sagt, „normal“ verteilt. Die Verteilung der Längen hat in ihrer Mitte ein Maximum, die mittlere Länge kommt am häufigsten vor (Abb. 1).

Andere Beispiele von Verteilungen mit einem Maximum finden wir z. B. in der Meteorologie. Die mittlere Lufttemperatur von Uccle im Oktober beträgt $10,0^\circ\text{C}$. Für den Zeitraum 1901–1983 ist die Verteilung der Oktobermittel in Tab. 1 und Abb. 2 verzeichnet. Ein weiteres Beispiel, die jährlichen Niederschlagsmengen für Uccle, ist in Tabelle 2 und Abb. 3 zu finden.

Allerdings sind auch andere Verteilungen möglich. Der mittlere Abstand zwischen den Mittelpunkten von Erde und Mond ist $a = 384\,400$ km. Die Exzentrizität der

Tabelle 1: Verteilung der mittleren Lufttemperatur in Uccle, Oktober, 1901–1983

Temperatur in Grad	Anteil der Fälle
6,0–6,9	2
7,0–7,9	3
8,0–8,9	9
9,0–9,9	20
10,0–10,9	20
11,0–11,9	19
12,0–12,9	9
13,0–13,9	0
14,0–14,9	1

Tabelle 2: Verteilung der jährlichen Niederschlagsmenge in Uccle 1901–1983

Niederschlag in mm	Anzahl der Fälle
400–499	1
500–599	4
600–699	9
700–799	24
800–899	23
900–999	16
1000–1099	6

Mondbahn beträgt gemittelt $e = 0,0549$. Daraus folgt:

mittlerer Perigäumabstand $a(1 - e) = 363\,290$ km

mittlerer Apogäumabstand $a(1 + e) = 405\,504$ km

Die Bewegung des Mondes wird jedoch durch die Anziehungskraft der Sonne merklich gestört (in viel geringerem Maße auch durch die Planeten). Darum werden sich sowohl die Perigäum- als auch die Apogäumabstände voneinander sehr unterscheiden. Man betrachte dazu beispielsweise die Zahlen im Kalender für Sternfreunde 1986, S. 44–55. Der kleinste Abstand von der Erde wird am 7. Oktober z. B. 367 000 km, während er am 2. Dezember 358 000 km erreicht.

Wer aber meint, daß die mittleren Perigäum- bzw. Apogäumabstände am häufigsten vorkommen, der irrt.

▼ Abb. 1

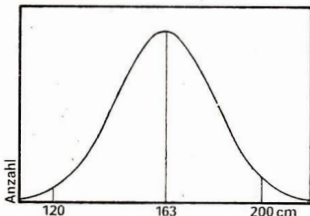
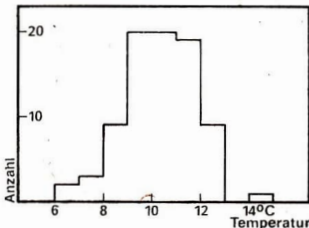


Abb. 2 ►



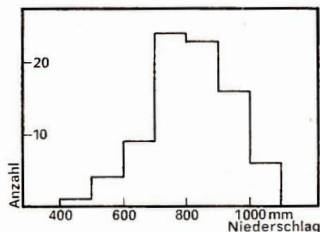


Abb. 3

Prof. Dr. Hantzsche (Berlin) richtete unsere Aufmerksamkeit auf die Tatsache, daß beide Verteilungen je zwei Maxima aufweisen (s. AuR 23 (1985) 4, S. 79). Wir haben daraufhin alle Perigäum- und Apogäumabstände seit 1924 exakt berechnet (Tab. 3). Die für die Jahre 1976 bis 2005 gegebenen sind bereits in unserem Buch *Astronomical Tables of the Sun, Moon, and Planets* (Willmann-Bell 1983) publiziert worden. Für den Zeitraum 1924 bis 2005 ist die Verteilung der Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes in Tab. 3 und den Abbildungen 4 und 5 gegeben. Wie man sieht, kommen die extremsten (kleinsten und größten) Perigäum- und Apogäumabstände am häufigsten vor. Hier nun die Erklärung dieser auf den ersten Blick überraschenden Tatsache: Tatsächlich ist es ganz normal, daß beide Verteilungen zwei Spitzen haben, dazu sind nicht einmal komplizierte Himmelsmechanische Betrachtungen nötig. Der Perigäumabstand $q = a(1 - e)$ der Mondbahn kann die Rolle eines Bahnelementes übernehmen. Man kann damit schreiben

$$q = q_0 + \text{Summe von Störungstermen}$$

wobei q_0 der mittlere Perigäumabstand ist. Ein Störungsterm ist eine periodische Funktion (Sinus eines bestimmten Argumentes mit einer bestimmten Amplitude). Nehmen wir zunächst an, daß nur ein Störungsterm vorhanden ist.

Abb. 4: Verteilung der Perigäumabstände des Mondes im Zeitraum von 1924 bis 2005.

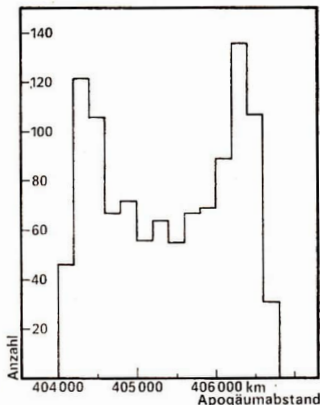
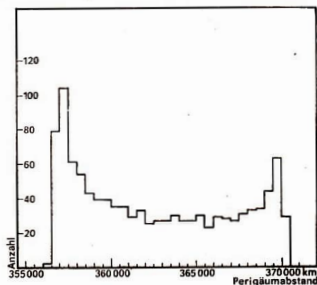


Abb. 5: Verteilung der Apogäumabstände während derselben Periode.

$$q = q_0 + e \sin(a + bT)$$

wobei T die Zeit und a, b, e Konstanten sind. Die Werte von q in der Nähe der Extrema $q_0 + e$ und $q_0 - e$ werden dann häufiger vorkommen als die mittleren Werte von q_0 , da sich der Sinus in der Nähe seiner äußersten Werte (+1 und -1) viel langsamer ändert als in der Nähe seines Mittelwertes 0. Aus dem gleichen Grund sehen wir die Jupitermonde öfter in der Nähe ihrer größten Elongationen (wo sie sich bezüglich Jupiter langsam bewegen) als nahe am Planeten (wo ihre scheinbare Bewegung am größten ist). Wenn mehr Störungsterme berücksichtigt werden, kann die Verteilung asymmetrisch werden, die Grube in ihrer Mitte bleibt jedoch. Aus den Abb. 4 und 5 geht außerdem hervor, daß die kleinsten Perigäumabstände wahrscheinlicher sind als die größten und die größten Apogäumabstände wahrscheinlicher sind, als die kleinsten. Weiter sehen wir, daß die Perigäumabstände des Mondes stärker variieren (ungefähr zwischen 356 000 und 370 000 Kilometern) als die Apogäumabstände (404 000 bis 406 800 km). Zu den extremsten Abständen Erde-Mond siehe auch Heelal, Juni 1981, S. 144–146 und Juli 1981, S. 160.

Tabelle 3: Verteilung der Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes, 1924–2005

Perigäumabstand	Anzahl der Fälle	Apogäumabstand	Anzahl der Fälle
356 000	2	404 000	46
356 500	79		
357 000	104	404 200	
357 500	61		122
358 000	54	404 400	

358 500		106
359 000	43	404 600
359 500	39	
360 000	39	67
360 500	35	404 800
361 000	35	72
361 500	29	405 000
362 000	33	56
362 500	25	405 200
363 000	27	64
363 500	27	405 400
364 000	30	55
364 500	27	405 600
365 000	27	67
365 500	30	405 800
366 000	23	69
366 500	29	406 000
367 000	28	89
367 500	27	406 200
368 000	31	136
368 500	33	406 400
369 000	34	107
369 500	44	406 600
370 000	63	31
370 500	29	406 800

KURZBERICHTE



Donn Eisele
(23. 1. 1930 — 2. 12. 1987)
Foto: T. Gemsa

Seine Hoffnung war Gemeinsamkeit

Am 2. Dezember 1987 starb der Astronaut Donn Eisele im Alter von 57 Jahren an den Folgen eines Herzinfalles. Eisele wurde am 23. Januar 1930 in Columbus (US-Staat Ohio) geboren. Er studierte an der Akademie der Marine und schloß das Studium 1952 mit dem Bachelor of

Science ab und beschäftigte sich danach mit der Ausbildung von Piloten für aerokosmische Flüge auf der Edwards Air Force Base in Kalifornien. Ende der fünfziger Jahre studierte er am Technischen Institut der US Air Force und promovierte auf dem Gebiet der Astronautik. 1963 erfolgte sein Eintritt in die dritte Gruppe der US-amerikanischen Astronauten. Diese bereitete sich speziell auf die bemannten Mondlandungen vor.

Vom 11. bis 22. Oktober 1968 testete Eisele zusammen mit Walter Schirra und Walter Cunningham erstmals ein Apollo-Raumschiff. Während des zehntägigen Fluges mit Apollo 7 (Projektbezeichnung AS-205) führten die Raumfahrer verschiedene Flugmanöver durch und simulierten Rendezvous-Unternehmen. Wichtiger Bestandteil des Raumfluges war die Überprüfung der Gerätesysteme der Apollo-Rückkehrkapsel und der Service-Einheit. Von 1970 bis 1972 war Eisele technischer Assistent für bemannte Flüge in NASA Langley Research Center. Nach Abschluß des Apollo-Mondflugprogramms verließ er die NASA und wurde leitender Mitarbeiter der Firma Marion Power Shovel Co. im US-Staat Wyoming.

Erst im Jahre 1985 hörte man wieder etwas von dem ehemaligen Astronauten. Er gehörte zu den Raumfahrern, die sich der in jenem Jahr gegründeten Vereinigung der Raumfahrer - Association of the Space Explorer (ASE) anschloß. Diese Vereinigung, der mittlerweile 50 Raumfahrer aus 16 Ländern angehören, hat sich zum Ziel gesetzt, ihre Erfahrungen in den Dienst der Menschheit zu stellen. Die Tätigkeit der ASE soll dazu dienen, den Weltraum zum Wohl des Menschen zu nutzen. Auch Donn Eisele plädierte für eine friedliche Nutzenanwendung der Raumfahrt. Zum 2. Weltkongreß der ASE 1986 in Budapest hatte ich die Möglichkeit, mit dem Apollo-Astronauten zu sprechen. Wie er sich die zukünftige Entwicklung der Raumfahrt vorstellte, fragte ich ihn. „Ich bin Astronaut und Testpilot, deshalb glaube ich an einen kosmischen Luftverkehr, an Weltraumfahrzeuge, die ausschließlich Passagiere befördern und binnen weniger Minuten zwischen Amerika, Asien, Afrika und Europa pendeln. Das wäre ein echter technischer Fortschritt für die Menschheit.“ Und auf meine Frage, ob er an die Möglichkeit einer zukünftigen Kooperation zwischen der UdSSR und den USA glaube, antwortete er: „Ich würde es begrüßen. Der Anfang wurde bereits 1975 mit dem Apollo-Sojus-Testprojekt gemacht. Mit Apollo-Sojus wurde ein System entwickelt, daß eine Kopplung von Raumschiffen unterschiedlicher Bauart ermöglicht. Mit diesem System, denke ich, wäre auch eine Kopplung zwischen Mir und dem Space Shuttle möglich. Warum soll man diese Technik nicht wieder nutzen.“ Die Sowjetunion hat bereits mehrmals angeboten, auf den verschiedensten Gebieten der Raumfahrt mit den USA zusammenzuarbeiten. Eine Realisierung dieses Angebotes würde nicht nur im Sinne von Donn Eisele sein, sondern der ganzen Menschheit nutzen.

FRANK-E. RIETZ

Energija noch stärker

In einem Gespräch am 18. 5. 1988 mit den Herausgebern der Zeitung „Washington Post“ und dem Nachrichtenmagazin „Newsweek“ teilte Michail Gorbatschow mit, die Rakete Energija werde „nach einer gewissen Modernisierung ... 200 t tragen können“. Das entspräche dem Doppelten der Masse, die bei der Erprobung im Jahre 1987 in den erdnahen Raum befördert worden war.

AD

Lit.: Neue Zeit, Moskau 45 (1988) 22, 4—13.

Die X. Tagung der Amateurastronomie

Unter dem Leitwort des XI. Bundeskongresses des Kulturbundes der DDR – „Schöpfung und Frieden und Sozialismus“ – fand vom 25. bis 28. Februar 1988 in Radebeul die X. Zentrale Tagung der Amateurastronomie statt. Die thematische Gestaltung der Tagung war vorwiegend den Beziehungen zwischen Heimatgeschichte und Astronomie gewidmet. Mit Absicht war dafür der Tagungsort ausgewählt worden, um den vor 200 Jahren verstorbenen „Bauernastronom“ Johann Georg Palitzsch in Prohls, seinem Geburtsort, zu ehren. Den Auftakt bildete daher auch eine Kranzniederlegung auf dem Friedhof Dresden-Leubnitz/Neuostra sowie ein Gedenken am Palitzsch-Denkmal in Dresden-Prohls durch Mitglieder der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt. Anschließend fand in Dresden die Frühjahrstagung der Zentralen Kommission statt, zu der auch Gäste aus befreundeten Ländern begrüßt werden konnten: Herr Ing. Růžek vom Planetarium Prag und Herr Dr. Horský von der Sektion Geschichte der Akademie der Wissenschaften in der CSSR sowie Herr Bartha, Generalsekretär der Sektion „Geschichte der Astronomie“, und Herr Molnár, ebenfalls von der Sektion Geschichte aus Budapest.

Tagungsort war das Klubhaus der Druckmaschinenwerke in Radebeul, wo gute Voraussetzungen für den organisatorisch-technischen Ablauf sowie für die gastronomische Betreuung gegeben waren.

Nach der Begrüßung der 230 Teilnehmer durch den Vorsitzenden der ZKAR, Dr. Lindner, wurden 17 Bundesfreunde, darunter mehrere aktive Leiter und Mitglieder von Arbeitskreisen, mit der Ehrennadel des Kulturbundes der DDR ausgezeichnet. Bfrd. Blasberg (Dresden), bisheriger und langjähriger Leiter des Arbeitskreises Planeten, erhielt für seine verdienstvolle Arbeit die Cuno-Hoffmeister-Medaille. (Die Erstverleihung dieser Medaille war Dr. Ahnert anlässlich seines 90. Geburtstages zuteil geworden.)

Mit dem Vortrag „Astronomiegeschichte als Tätigkeitsgebiet für Amateurastronomie“ gab Dr. Hamel (Berlin) wichtige Hinweise über die vielfältigen Möglichkeiten der Amateure, auf heimat- und astronomiegeschichtlichem Gebiet mitzuarbeiten, um der Forschung Ergebnisse zukommen zu lassen. – In seinem Referat „Johann Georg Palitzsch, sächsischer Bauer und Astronom“ brachte Herr Koge (Dresden) Leben und Werk dieses beachtenswerten Gelehrten des 18. Jh. nahe (vgl. dazu AuR 2/84, S. 32). Seine Ausführungen basierten z. T. auf eigenen Forschungsarbeiten, die für die Palitzschforschung neue Gesichtspunkte ergaben. Das Pendant zu Palitzsch war der Kometenforscher Georg Samuel Dörffel, worüber Fräulein Pfitzner (Karl-Marx-Stadt) in sachkundiger Weise berichtete.

Dr. Horský (Prag) informierte in seinem Vortrag „Die Tätigkeit der Amateurastronomie in der historischen Sektion der Tschechoslowakischen Astronomischen Gesellschaft“ über den dortigen Aufbau der astronomiegeschichtlichen Forschung und deren Möglichkeiten.

Mit einem Überblick über die Tätigkeit des Arbeitskreises Gnomonik verband Bfrd. Zenkert (Potsdam) den Aufruf zur Mitarbeit, um bei der Erfassung und Beschreibung der Sonnenuhren in der DDR Vollständigkeit zu erzielen.

Zur amateurastronomischen Tätigkeit gehören auch Sternwarten, die den Interessenten in ihrer Freizeit zur Verfügung stehen. Über drei derartige Einrichtungen berichteten die Bfrde. Dill von der Zentralen Amateursternwarte „Erich Bartl“ in Apolda, Müller von der Jugend- und Feriensternwarte des Kulturbundes in Drebach und Dr. Schulz von der Amateursternwarte in Kirchheim bei Arnstadt. Die Ausführungen zeigten auch hier, was Ideenreichtum und Einsatzbereitschaft vermögen, um das nicht für jedermann Erreichbare zu erschließen.

Prof. Dr. Schukowski (Rostock) beschloß am Abend den ersten Tag mit seinem Vortrag über mittelalterliche astronomische Großuhren. Wir haben hier das Beispiel für ein Forschungsgebiet, das erst vor Jahren vom Referenten aufgegriffen und in kurzer Zeit der Öffentlichkeit erfolgreich zugänglich gemacht werden konnte.

Der zweite Tag begann mit einem informativen Vortrag über „Aussagen der neuesten Meteoritenforschungen für die vergleichende Planetologie“. In bewährter Weise referierte Doz. Dr. Reichstein (Halle) mit einem umfassenden und allgemeinverständlichen Überblick über den Stand der Forschung auf diesem Gebiete.

Ing. Růžek (Prag), Autor mehrerer Mond- und Sternkarten, referierte über die Benennung von Mondkratern, die in neuerer Zeit durch Neubezzeichnungen verschiedene Änderungen erfahren hat (vgl. dieses Heft, S. 111 f.).

Über die astronomiegeschichtlichen Arbeiten und die wechselseitigen Beziehungen zu ausländischen Wissenschaftlern sprach Herr Bartha aus Budapest.

Weitere Vorträge waren der praktischen Arbeit in den Arbeitskreisen gewidmet. So behandelte Bfrd. Rendel (Potsdam) die „Ableitung physikalischer Größen aus Helligkeitsangaben von Meteoriten“. Bfrd. Kirsch (Jena) berichtete über die „Amateurbeobachtungen an Kometen“ und der Bfrd. Scheuermann (Leipzig) stellte „Beobachtungs- und Auswertungs-Instrumente für den Amateur – selbst gebaut“ vor.

Für die Mitglieder der meisten Arbeitskreise und Interessenten bestand die Möglichkeit einer einstündigen Beratung auf ihrem Gebiet. Und die zeitlich gut eingerichteten Pausen gaben reichlich Gelegenheit zu anregenden Gesprächen und zum Austausch von Informationen.

Der Tag klang mit einem Orgelkonzert in der Annenkirche zu Dresden aus. Kantor Gerdes gab eine Einführung und spielte Orgelwerke aus der Zeit Dörffels und Palitzschs.

Die Tagung beschloß – wenngleich nach offiziellem Ende – am Sonntag ein öffentlicher Vortrag über das immer wieder aktuelle Thema „Sind wir allein im Weltall? – Astronomie auf der Suche nach anderen Bewohnern des Universums“. Dr. Dorschner (Jena) verstand es, in exakter Weise alle Besucher anzusprechen und mit überzeugenden Argumenten Spekulationen entgegenzusetzen.

Die Tagungsteilnehmer hatten mehrmals Gelegenheit, die in der Nähe befindliche Volksternwarte „A. Diesterweg“ zu besichtigen, von wo auch die Anregung zu dieser schönen Tagung bereits vor fünf Jahren ausging.

ARNOLD ZENKERT

Meteor-Konferenz

Eine internationale Konferenz von Amateur-Meteorbeobachtern fand vom 25. bis 27. 3. 1988 bei Hengelo (in der Nähe von Enschede, Niederlande) statt. Ausrichter war die Meteorbeobachtergruppe der astronomischen Gesellschaft in Hengelo. Die über 60 Teilnehmer kamen aus 10 Ländern.

Dr. Lindblad vom Observatorium in Lund (Schweden) ging in seinem Eröffnungsvortrag auf die Bedeutung von Amateurbeobachtungen ein. Nachdem die permanenten Radarbeobachtungen zur Meteorüberwachung eingestellt wurden, besteht zum Beispiel nur die Chance, von neuen Aktivitäten bekannter oder unbekannter Ströme durch Amateurbeobachtungen zu erfahren. Auch die Bestätigung des mit dem Kometen P/Grigg-Skjellerup assoziierten Meteorstromes der Pi Puppidei gelang aufgrund von Beobachtungen australischer Ama-

teure. Dies sind nur zwei mögliche Beiträge, die von Dr. Lindblad zur Motivation angeführt wurden.

Im Verlaufe der drei Tage wurden Ergebnisse vieler Beobachtungen vorgestellt. Natürlich erlauben besonders die umfangreichen Perseidenkarten einen guten Überblick über die Struktur des Stromes. P. Roggemans (Vereinigung von Sterrenkunde, Belgien) berichtete über Versuche, auch frühe Beobachtungen zu nutzen, was jedoch aufgrund unvollständiger oder nicht mehr feststellbarer Angaben schwierig ist. Zugleich weist dieser Umstand auf die Notwendigkeit einheitlicher Methoden bei Beobachtung und Auswertung sowie auf eine große Bedeutung der Bewahrung aller Daten hin (mit Zusatzinformationen zur Reduktion), möglichst in einer zentralen Datenbank. (Eine solche Datenbank für Meteororbits gibt es z. B. im Auftrag der IAU in Lund.)

Weitere Schwerpunkte waren technische Lösungen für die Beobachtung, z. B. die fotografische Meteoreraufzeichnung, Videoaufzeichnung von Meteoriten und Radiobeobachtungen. Am letzten Tag gab es schließlich von Dr. L. Lindner einen Vortrag über Meteoritenfunde in der Antarktis und die Informationen, die daraus zu erhalten sind. Eine vieldiskutierte Frage ist die nach einer internationalen Meteor-Orgанизation (I.M.O.), die für eine Koordinierung der Amateurarbeit und für die Datenbank verantwortlich wäre. Das soll auch den Zugriff zu Amateur-Daten für professionelle Astronomen ermöglichen, was für viele Fragen wichtig ist, da solche Beobachtungen praktisch ausschließlich von Amateuren gewonnen werden. Das nächste derartige internationale Treffen wird 1989 die ungarische Amateurorganisation ausrichten.

JÜRGEN RENDTEL

der heutigen Astronomie" wurde geballtes Wissen mit z. T. großem Neuigkeitswert vermittelt. Sei es die Zellstruktur des Universums oder neue Angaben zur Masse unserer Galaxis – viele dieser Darstellungen waren von großem Nutzen für das Selbstverständnis der Amateure und werden in der populärwissenschaftlichen Arbeit an den Sternwarten astronomisch interessierte Menschen erreichen.

In Kurzreferaten berichteten Zittauer, Radeberger und Görlitzer Sternfreunde aus ihrer Arbeit und vermittelten Tips und Kniffe zum Instrumentenbau und der Himmelsfotografie.

Einer guten Tradition folgend, überbrachte der alte Sternfreund Vilém Lamer aus Most in der ČSSR wiederum die astralen Grüße der Amateure seines Landes. Gibt es viel Erfreuliches von der durch die Zittauer Fachgruppenmitglieder und den Bezirksausschuß Astronomie und Raumfahrt unter Leitung von Bfr. Wolfgang Knobel ausgezeichnet vorbereiteten Tagung zu berichten, so erstaunt um so mehr die mit 80 Anwesenden geringe Teilnehmerzahl. Gerade in dem mit Sternwarten und astronomischen Traditionen reich besetzten sächsischen Bezirk müßte doch dieses Forum die qualitative und quantitative Kraft der im Kulturbund vereinten Freunde des gestirnten Himmels widerspiegeln. Dies darf man nun von der nächsten Tagung, die 1989 in Radeberg stattfinden wird, erwarten.

JÜRGEN HELFRICHT

Bezirksfachtagung in Zittau

Ihre 24. Bezirksfachtagung führte die Sternfreunde des Bezirkes Dresden am 7. Mai nach Zittau. Zur gleichen Zeit beging die Volksternwarte „Erich Scholz“ in Zittau den 20. Jahrestag ihres Bestehens. Somit war es dem Gastgeber eine angenehme Pflicht, diese zwei Jahrzehnte amateurastronomischen Wirkens vor den interessierten Zuhörern in Wort und Bild Revue passieren zu lassen. Sehr emotional stellte der Sternwartenleiter Bfr. Dietmar Kitta dar, wie sein Leben durch die Astronomie geprägt wurde. Alle jene Liebhaberastronomen und bekannten Freunde der Amateure, die zur Entstehung der Zittauer Warte beigetragen haben, unter ihnen Erich Scholz, Walter Urban, Martin Franze, Alfred Ansoerge, Erich Bartl und Alfred Wilke, fanden während dieses Abstechers in die Geschichte Erwähnung. Seitdem die Einrichtung 1968, damals mit dem 400-mm-Spiegel das größte Amateurbeservatorium der DDR, eingeweiht wurde, hat sie einen guten Ruf in unserem Land. Als Bildungsstätte konnte sie nicht nur für viele Einheimische wirken. Über 1000 Aufnahmen verschiedener Himmelsregionen- und ereignisse, darunter die DDR-Ersterntdeckung des Kometen Halley, befinden sich im Fundus der Sternwarte. Wie so vielen Sternwarten in unseren Breiten machen jedoch Streulicht und Staub den Beobachtern zusehens mehr zu schaffen. Deshalb war es für die etwa 80 Teilnehmer der Tagung erfreulich zu hören, mit welchem Tatendrang der aktive Kern der Zittauer Sternfreunde an die Errichtung einer Außenstation in der Gemeinde Lückendorf (Zittauer Gebirge) geht. Als prominenter Gast aus der Fachwelt wollte Dr. Johann Dorschner unter den Teilnehmern dieser Bezirksfachtagung, mit der zwei Vorträgen über die Hälfte der Tagungszeit bestritt. Vor allem in seinem zweiten Vortrag „Ursprung, Entwicklung und Zukunft des Universums in der Sicht

Eine neue Perle der Oberlausitz

Nicht nur durch Textilwaren, Fruchtsäfte und neuerdings auch Farbbänder für Robotron-Drucker ist die etwa 6000 Einwohner zählende Gemeinde Sohland in der Oberlausitz bekannt. Bereits 1963 gründeten hier Sternfreunde unter dem heute 81-jährigen Friedrich Uhmann ein Himmelsobservatorium, das sich in den letzten Jahren unter ehrenamtlicher Leitung von Bundesfreund Wolfgang Knobel zu einem Mekka von Enthusiasten der Astronomie entwickelte. Viele sternklare Nächte, kaum Luftunruhe, wenig störende Lichtquellen in der Umgebung – beinahe ideale Bedingungen für Liebhaberastronomen, Schüler und zahlreiche Urlauber, die in Sohland neben der Sommerfrische oder dem Wintersport den Geheimnissen des Universums nachspüren möchten. Die jährlich über 7000 Gäste in ihrer Volks- und Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel“ regten die Söhländer und ihre Freunde stets zur Vergrößerung der Sternwarte an. Neben zwei Observatorien und dem Mehrzweckgebäude wurde beispielsweise ein Ziergarten mit Sonnenuhren angelegt.

Ende April nun konnte während einer Feierstunde der moderne Neubau übergeben werden. Er beherbergt den klimatisierten Vortragssaal, der über 63 Plätze, Projektionstechnik, Stereoaufnahme und ein großes Wandgemälde mit astronomischen Motiven aus Geschichte und aktueller Forschung verfügt. Der Maler und Grafiker Martin Hölzel schuf das Gemälde als Auftragswerk der Gemeinde. Auch ein Fotolabor mit drei Arbeitsplätzen, Gästezimmer, eine Ausstellungshalle, Vereinsraum und Wasch- und Toilettenräume haben im Erweiterungsbau ihren Platz gefunden.

Eine neue Perle in der Oberlausitzer Kulturlandschaft nannten die Festredner, neben den Bürgermeistern zweier Gemeinden waren auch zahlreiche Partei- und Staatsfunktionäre des Kreises Bautzen erschienen, die Observatoriumsanlage. Viele Söhländer schufen im Rahmen der volkswirtschaftlichen Masseninitiative dieses neue Gebäude, das einen Wert von über 200000 Mark

verkörpert. Ob Bürgermeister, Kunstschmied oder Apotheker – keiner versagte den 18 Sternfreunden der Kulturbund-Fachgruppe Astronomie und Raumfahrt seine Hilfe, wenn Not am Mann war. So konnte innerhalb von nur zwei Jahren solch schmucker Bau in dieser reizvollen Landschaft entstehen, der die Söhländer Sternwarte jetzt zweifellos einen Platz unter den größeren Einrichtungen dieser Art in der DDR einnehmen läßt. Durch ein anspruchsvolles Vortrags- und Himmelsbeobachtungsprogramm für die Gäste aus nah und fern und verstärkte Fachgruppenarbeit wollen die unermüdbaren Sternfreunde um Oberlehrer Wolfgang Knobel, die sich freuen, Prof. Dr. Dieter B. Herrmann zu ihrem Ehrenmitglied zählen zu dürfen, vielen interessierten Menschen und natürlich sich selbst die Welt der Galaxien, Sterne und Planeten noch näher bringen.

JÜRGEN HELFRICHT

Tätigkeitsbericht für 1986 und 1987 des Arbeitskreises Sternbedeckungen

Beobachtungsergebnisse

Im Rahmen des Arbeitskreises, der seit 1978 besteht, wurden bis Ende 1987 insgesamt 3574 totale Sternbedeckungen durch den Mond gemessen. An diesem Ergebnis sind in jedem Jahr mehr als 30 Beobachter aktiv beteiligt. Ein kleiner Teil unserer Mitglieder übernimmt nur sporadisch Meßergebnisse an die Zentralstelle des Arbeitskreises, die Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“ in Eilenburg.

Die Zahl der erreichten Resultate der beiden letzten Jahre betrug 581 (93) bzw. 378 (91), wobei die Zahl in Klammern angibt, wieviel Messungen von der Gesamtzahl bei Sternaustritten erzielt wurden. Im Interesse des Studiums des gesamten Mondrandes sind diese Meßwerte, da sie überwiegend in der 2. Nachthälfte erhalten werden, besonders wichtig, aber auch besonders aufwendig. Sämtliche Meßergebnisse wurden von uns zur zentralen Auswertung an das International Lunar Occultation Centre in Tokio übermittelt, das etwa nach einem Jahr sogenannte Residuals zur Verfügung stellt, aus denen der Beobachter Vergleichswerte zur Genauigkeit seiner Beobachtung entnehmen kann. Hier sind bisher durchweg gute Genauigkeiten ablesbar.

Besondere Ereignisse sind die streifenden Sternbedeckungen, die jeweils an der Finsternisgrenze beobachtbar sind und große wissenschaftliche Bedeutung haben, da der betreffende Stern durch seine Mehrfachkontakte das Mondprofil regelrecht „abtestet“ und damit vorhandene Mondrandkarten verbessert. Zu diesen Beobachtungen werden Expeditionen mit entsprechenden Geräten in die vorausberechneten Gebiete unternommen, deren Ergebnisse leider oft durch schlechte Witterung beeinträchtigt werden. Wegen des großen Zeit- und Kostenaufwandes fand 1987 nur eine derartige Expedition statt (10. 9. 87 durch Büttner, Viertel, Schindler), die erfolgreich verlief.

Zusätzlich werden in unserem Arbeitskreis die sehr wichtigen Sternbedeckungen durch Planetoiden bearbeitet. Dieses Gebiet erfreut sich eines wachsenden Interesses durch unsere Beobachter im internationalen Vergleich. Wenn auch die meisten Beobachtungen hier keine Bedeckung erfassen können, so sind auch diese negativen Ergebnisse sehr wichtig in der Gegenüberstellung mit eventuellen Bedeckungen bei einer benachbarten Station. Derartige Resultate wurden bei 29 beobachteten Ereignissen durch sechs Beobachter erzielt. Besonders

aktiv waren dabei die Sternfreunde Lipski, Dettel und Ewald. Sämtliche Beobachtungsergebnisse wurden der internationalen Auswertung zugeführt.

Weitere Aktivitäten des Arbeitskreises

Dem Arbeitskreis gehören zur Zeit ca. 60 Mitglieder an, von denen ein Teil aus verschiedenen Gründen nur gelegentlich und zeitweise aktiv ist. Unter den Beobachtern und mit der Zentrale in Eilenburg bestehen sehr rege, meist briefliche Kontakte, die durch das interne Mitteilungsblatt „Sternbedeckungsnachrichten“ in wertvoller Weise ergänzt werden. Im Berichtszeitraum wurden acht Ausgaben mit 36 Seiten an jeweils über 50 Bezieher versandt.

Als sehr wertvoll werden die Seminare betrachtet, die alle zwei Jahre (z. B. 1986) in Eilenburg stattfinden und vor allem dem Erfahrungsaustausch dienen. Seit Jahren nehmen daran auch die Partnerinstitutionen aus der VRP und der CSSR teil, wie das auch in umgekehrter Richtung erfolgt. Zu weiteren ausländischen Partnern wurden ähnliche Verbindungen angebahnt. Sie dienen auch dem Austausch von Materialien zur Vorhersage entsprechender Bedeckungsercheinungen und deren Auswertung.

Besonders wertvoll sind die Computer-Vorhersagen, die das U. S. Naval Observatory regelmäßig an die Beobachter versendet (bis zu 1000 Bedeckungen/Jahr, die für 29 Beobachter speziell berechnet werden).

Neue Vorhaben der letzten Zeit liegen in Versuchen, Meßergebnisse mit Kleincomputern zu thematischen Untersuchungen, z. B. der persönlichen Gleichung, zu nutzen sowie in mehrfachen Teilbeobachtungen unter Einsatz von fotoelektrischen Meßverfahren durch Eigenbaugeräte. Es ist zu erwarten, daß sich diese neue Technik weiter verbreiten wird.

EDGAR OTTO
Leiter des AK

Leserbrief zum Heft 4/1987

Ich möchte Sie darauf aufmerksam machen, daß auf der 3. Umschlag, ein Versehen unterlaufen ist. Das Bild muß 180° gedreht werden, soll es mit der Beschreibung auf Seite 97 übereinstimmen. Das ist leicht daran zu erkennen, daß in dieser Gegend die Flüsse nach NNO fließen, so daß sich die Quellarme nach oben vereinigen müssen. Auf dem um 180° gedrehten Bild erkennt man dann noch folgende Orte: oben Carnagnola, Links Saluzzo, am unteren Bildrand Cuneo, unten rechts Mondovi. Die Linie von oben Mitte nach unten rechts ist die Autobahn von Turin nach Savona am Mittelmeer. Der Maßstab der Abbildung beträgt 1:250000, d. h. 1 cm im Bild $\approx$ 2,5 km in der Natur.

FRANZ LEHMANN, Calau

Verkaufe Astronomieliteratur. Liste gegen Freiumschlag, Steffen Enderlein, Str. 9. DSF 24, Grimma, 7240.

Verkaufe: ZEISS I-Montierung mit Motor für 550 M.—Dieter Gärtner, Heine-Heine-Str. 25, Olbersdorf, 8800.

Telemotor mit 4 Okularen (6, 10, 16, 25mm), Vierfach-Okularrevolver, 1 Satz Neutralfilter, Farbglasrevolver, alles in Bestzustand u. wenig genutzt, f. 1500.— M zu verkaufen. — U.-P. Jehring, Helsingkier Str. 13 Rostock 22 2520.

Astronomischer Büchertisch

Aus dem Angebot von DDR-Verlagen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1988

NEUERSCHEINUNGEN

Ahnert, Paul: Kalender für Sternfreunde 1989. - Leipzig: Barth. - 190 S.: Abb., z. T. farb. Bestell-Nr. 7938231, 5,70 M

Al-Biruni: In den Gärten der Wissenschaft / aus d. Arab. von G. Strohmaier. - Leipzig: Reclam. - (Reclams Universalbibliothek; 1228) Bestell-Nr. 6613718, 2,- M

Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte: die naturwissenschaftl. Revolution im 17. Jh. / hrsg. von G. Wendel. - Berlin: Dt. Verl. d. Wiss. - 256 S.: Abb. Bestell-Nr. 517 092 6, 28,- M

Biermann, Kurt-R.: Die Mathematik und ihre Dozenten an der Berliner Universität 1810 - 1983. - Berlin: Akad.-Verl. - 500 S.: zahlr. Abb. u. Taf. Bestell-Nr. 763 7824, 98,- M

Börner, H.: Computer bearbeiten Bilder. - Berlin: Dt. Verl. d. Wiss. - 136 S.: zahlr. Abb. Bestell-Nr. 571 505 9, 28,- M

Censorinus: Betrachtungen zum Tag der Geburt / hrsg. u. aus d. Latein. übers. von K. Sallmann. - Leipzig: Teubner. - 112 S. Bestell-Nr. 666 448 6, 25,- M

Data of the planetary system / Autorenkoll. unter d. Leitung von Th. Roatsch. - Berlin: Akad.-Verl. - 100 S.: Abb. Bestell-Nr. 763 774 6, 25,- M

Götz, W.: Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis. - Leipzig: Barth. - 300 S.: zahlr. Abb. u. Tab. - (Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie) Bestell-Nr. 793 826 6, 44,- M

Hager, Nina: Der Traum vom Kosmos: philos. Überlegungen zur Raumfahrt. - Berlin: Dietz-Verl. - 180 S. Bestell-Nr. 738 455 8, 6,- M

Hamel, Jürgen: Friedrich Wilhelm Herschel. - Leipzig: Teubner. - 100 S.: Abb. Bestell-Nr. 666 404 6, 4,80,- M

Hörz, Herbert: Wissenschaft als Prozeß. - Berlin: Akad.-Verl. - 300 S. - (Schriften zur Philosophie und ihrer Geschichte) Bestell-Nr. 754 8700, 20,- M

Hoffmann, Horst: Cosmic secret: Testfall SDI. - Berlin: Verl. Neues Leben. - 230 S.: Ill. - (NL-konkret; 82) Bestell-Nr. 643 871 0, 4,10 M

Immerwährender Kalender: mit Miniaturen aus e. mittelalterl. französ. Stundenbuch / hrsg. von H. Wolf. - Leipzig: Koehler & Amelang. - 80 S.: Ill., farb. Bestell-Nr. 698 378 6, 12,80 M

Lanús, Karl: Mikrokosmos - Makrokosmos: das Weltbild d. Physik. - Leipzig u. a.: Urania-Verl. - 304 S.: Ill., z. T. farb. Bestell-Nr. 65 42008, 36,- M

Origin and evolution of planetary and satellite systems, hrsg. von D. Möhlmann u. H. Stiller. - Berlin: Akad.-Verl. - 250 S.: zahlr. Abb. u. Tab. Bestell-Nr. 763 673 5, 70,- M

Rädiger, Günther: Differential rotation and stellar convection. - Berlin: Akad.-Verl. - 240 S.: zahlr. Abb. u. Tab. Bestell-Nr. 763 771 1, 80,- M

Raum und Zeit / J. H. Scharf, (Hrsg.) - Leipzig: Barth. - 423 S.: zahlr. Abb., Tab. - (NAL; 244) 139,- M

Schielicke: Geschichte der Astronomie in Jena. - Berlin: Tourist-Verl. - 96 S.: zahlr. Fotos 8,- M

Schlowiski, I. S.: Geburt und Tod der Sterne. - Leipzig u. a.: Urania-Verl. - 400 S.: Ill., zahlr. Fotos Bestell-Nr. 654 169 7, 16,- M

Stache, Peter: Raumfahrer von A bis Z. - Berlin: Militärverl. - 256 S.: Ill. Bestell-Nr. 747 033 3, 12,80 M

Tarasow, L. W.: Der gebrochene Lichtstrahl / übers. aus d. Russ.: H. Börner ... - Leipzig: Teubner. - 192 S.: zahlr. Abb. Bestell-Nr. 666 381 1, 9,10 M

Wußing, H.: Wissenschaftsgeschichte en miniature. - Berlin: Dt. Verl. d. Wiss. - 256 S.: zahlr. farb. Tableaus Bestell-Nr. 571 444 5, 25,- M

NACHAUFLAGEN

Ahnert, Paul: Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten. - 6., überarb. Aufl. - Leipzig: Barth. - 100 S.: Abb. Bestell-Nr. 793 792 3, 18,- M

Bernhard, Helmut: Wissenspeicher Astronomie. - 2. Aufl. - Berlin: Volk und Wissen Bestell-Nr. 709 206 1, 7,10 M

Beslik, Alexander: Menschen und Sterne / aus d. Russ. von G. Stave. - 2. Aufl. - Berlin: Verl. Junge Welt Bestell-Nr. 683 039 9m, 12,50 M

Drehbare Schülersternkarte / Bearb.: A. Zenkert. - Pöbneck: Verl. für Lehrmittel Bestell-Nr. 334 092 8, 4,30 M

Dröller, Rudolf: Planeten, Tierkreiszeichen, Horoskope. - 3. Aufl. - Leipzig: Koehler & Amelang. - 148 S.: Ill. Bestell-Nr. 698 256 4, 12,80 M

Erdmond: Vorder- und Rückseite; 1: 12000000. - 4. Aufl. - Gotha: Haack. - Beilh. 76 S. - (Haack-Handkarten) Bestell-Nr. 598 177 0, 9,80 M

Friedrich, Klaus: Astronomie und Raumfahrt / Klaus Friedrich; Günter Meyer. - 2. Aufl. - Berlin: Volk u. Wissen Bestell-Nr. 79 92988, 4,90 M

Gerlach, W.: Johannes Kepler und die Copernicanische Wende. - 3. Aufl. - Leipzig: Barth. - 20 S.: Abb. - (NAL; 210) 2,50 M

Hamel, Jürgen: Astrologie - Tochter der Astronomie? - 2. Aufl. - Leipzig u. a.: Urania-Verl. - (Akzent; 85) Bestell-Nr. 654 166 6

Heckmann, C.: Copernicus und die moderne Astronomie. - 3. Aufl. - Leipzig: Barth. - 16 S. - (NAL; 215) 3,- M

Herrmann, Dieter B.: Rätsel um Sirius. - 2. Aufl. - Berlin: Buchverl. Der Morgen. - 196 S.: Ill. Bestell-Nr. 695 578 5, 10,50 M

Jefremow, J. N.: In die Tiefen des Weltalls / übers. aus d. Russ. H. Lorenz ... - 3. Aufl. - Leipzig: Teubner. - 214 S.: Abb. Bestell-Nr. 666 087 2, 11,50 M

Jugendlexikon Astronomie / Lindner, K. - 2., durchges. Aufl. 1987. - Leipzig: Bibliograph. Inst. - 192 S.: zahlr. Abb. u. Tab. Bestell-Nr. 577 853 7, 6,50 M

Mars: westl. u. östl. Hemisphäre; 1: 23500000. - 2. Aufl. - Gotha: Haack. - Beilh. 44 S. - (Haack-Handkarten) Bestell-Nr. 966 249 4, 9,80 M

Nowikow, I. D.: Schwarze Löcher im All / übers. aus d. Russ.: S. Gottlöber. - 4. Aufl. - Leipzig: Teubner. - 92 S.: Abb. Bestell-Nr. 666 035 4, 5,50 M

Sonnenuhren: Bastelheft / Text: A. Zenkert; Gestaltung: U. Abramowski-Lautenschläger. - Pöbneck: Verl. für Lehrmittel. - 16. S. 2,- M

Sternbilder: 33 Spielkarten / Text: A. Zenkert; Bilder: H. Rodeald. - Pöbneck: Verl. für Lehrmittel Bestell-Nr. 334 093 3, 2,40 M

M. KRISP

Biographien von Naturwissenschaftlern der Astronomie und der Luft- und Raumfahrt

Aus der Reihe „Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner“ der BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig sind z. Z. die folgenden Biographien aus dem Bereich Astronomie, Raumfahrt und angrenzende Gebiete lieferbar:

F. Jürl/D. Ehlers: *Aristoteles*. 2. Aufl. 1984, 102 S., 12 Abb. 6,80 M, Ausland 8,60 DM. Best.-Nr. 6060573.
 J. Hamel: *F. W. Bessel*. 1984, 98 S., 15 Abb., 4,80 M, Ausland 6,80 DM. Best.-Nr. 6661971.
 F. Herneck: *A. Einstein*. 7. Aufl. 1986, 123 S., 9 Abb. 5,00 M, Ausland 7,50 DM. Best.-Nr. 6656996.
 E. Schmutzer/W. Schütz: *G. Galilei*. 5. Aufl. 1983, 136 S., 8 Abb. 6,90 M, Ausland 8,60 DM. Best.-Nr. 6057446.
 J. Hamel: *F. W. Herschel*. Erscheint 1988, ca. 100 S., 10 Abb. ca. 4,80 M, Ausland ca. 6,80 DM. Best.-Nr. 6664646.
 J. Hoppe: *J. Kepler*. 5. Aufl. 1987, 92 S., 10 Abb. 4,70 M, Ausland 6,80 DM. Best.-Nr. 6655862.
 J. Dobrzycki/M. Biskup: *N. Copernicus*. 4. Aufl. 1983, 86 S., 9 Abb. 5,00 M, Ausland 6,80 DM. Best.-Nr. 6656611.
 P. T. Astaschenkow/S. P. Koroljow. 1977, 272 S., 29 Abb. 10,00 M, Ausland 10,00 DM. Best.-Nr. 6657788.
 M. Waermann: *O. Lilienthal*. 1985, 94 S., 16 Abb. 4,80 M, Ausland 6,80 DM. Best.-Nr. 6662883.
 H. Wubing: *I. Newton*. 3. Aufl. 1984, 134 S., 12 Abb. 6,90 M, Ausland 8,60 DM. Best.-Nr. 6658342.
 M. Béla: *F. v. Zeppelin*. 1987, 140 S., 26 Abb. 6,80 M, Ausland 8,60 DM. Best.-Nr. 6662878.
 A. A. Kosmodemjanski: *K. E. Ziolkowski*. 1979, 206 S. 45 Abb. 10,50 M, Ausland 10,50 DM. Best.-Nr. 6659302.
 D. B. Herrmann: *K. F. Zöllner*. 1982, 95 S., 14 Abb. 4,80 M, Ausland 6,80 DM. Best.-Nr. 6660864.

Bestellungen sind an den Buchhandel zu richten; Besteller aus dem Ausland können auch bestellen bei: BUCHEXPORT. Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR. Leninstr. 16. Leipzig DDR-7010.

REZENSIONEN



European Space Directory 1987

Mit der European Space Directory 1987 legt die Sevig Press zum zweiten Mal ihren komplexen Informationspeicher über die Raumfahrtindustrie Westeuropas vor, der zu 3/4 seines Umfangs ein Katalog der Raumfahrtaktivitäten westeuropäischer Konzerne und Firmen ist. Der 1. Teil der Directory ist wissenschaftlichen Beiträgen gewidmet. Im ersten Beitrag werden die wichtigsten Transportsysteme der Raumfahrt von der sowjetischen Proton über die chinesischen Long March und den verschiedenen amerikanischen Trägern bis hin zu den künftigen indischen Großraketen und der japanischen H 1 und H 2 erörtert und ein Vergleich der technischen Parameter und organisatorischen Planzahlen zwischen den Raumfähren Hermes, Sänger und Hotel aufgestellt. Der zweite Beitrag vertieft die Problematik der westeuropäischen Transportsysteme. Daran schließt sich eine kurze Betrachtung zur Situation des Direktfernsehens in Westeuropa an. In mehreren Aufsätzen wird die Thematik Fernerkundung der Erde behandelt, wobei der Einsatz der metrischen Kamera im SPACELAB, das optoelektronische Scannersystem MOMS und die X-SAR Radar-

technologie erläutert werden. Abschließend wird das französische SPOT-System und die Fernerkundung in Frankreich vorgestellt.

UWE SCHMALING

Autorenkollektiv: European Space Directory 1987. Sevig Press, Paris, 1987, in Englisch, 468 S.

Die Planeten des Sonnensystems

Das vorliegende Buch entspricht der zweiten, erweiterten russischen Edition. Der Autor, selbst Experte auf dem Gebiet der Planetologie, geht bei seiner Darstellung und physikalischen Charakteristik der Planeten einen in der populärwissenschaftlichen Literatur unüblichen Weg: Er handelt diese Himmelskörper nicht nacheinander ab, sondern gliedert sein Buch nach physikalischen Richtlinien und betreibt unter diesem Aspekt eine vergleichende Analyse der Planeten. Zunächst aber vermittelt der Autor dem Leser ein Fundament, indem er in einem einführenden Kapitel die grundlegenden Charakteristika der Planeten darlegt. Der folgende Abschnitt, der den Titel „Die Planetenoberflächen“ trägt und fast die Hälfte des Buches ausmacht, beschreibt und vergleicht die Reliefs und Oberflächenphänomene der erdähnlichen Planeten sowie der Monde der Planeten der Jupitergruppe. Ohne daß man sagen könnte, daß der Mars und die Monde der Riesenplaneten zu kurz weggekommen wären, hatte der Rez. doch das Empfinden, daß der der Venus gewidmete Abschnitt mit besonderer Liebe geschrieben wurde. Das findet wohl seine Erklärung darin, daß der Autor an der Erforschung der Venus selbst beteiligt ist und so den allerneuesten Forschungsstand repräsentiert. Das zweite, vom Umfang her kleinste Kapitel ist mit „Der innere Aufbau und die thermische Entwicklung“ überschrieben. Nachdem hier zunächst recht kurz auf die Modelle der Riesenplaneten eingegangen wird, werden ausführlicher die Zusammensetzung, der Aufbau und die thermische Entwicklung der erdähnlichen Planeten sowie der Monde der Riesenplaneten dargestellt. Es ist faszinierend zu lesen, wie der Autor hier aus der Größe bestimmter physikalischer Parameter und markanter Strukturen der Oberfläche die (mögliche) Entwicklungsgeschichte der einzelnen Himmelskörper „hervorzubereitet“.

Das dritte und letzte Kapitel hat „Die Planetenatmosphären“ zum Inhalt. Es beginnt mit dem Problem der Entstehung, Zusammensetzung und Struktur der Atmosphären der erdähnlichen Planeten, wobei der Venus noch einmal ein extra Abschnitt gewidmet ist. Auch die Atmosphären der Riesenplaneten sowie die dort auftretenden Zirkulationen kommen zur Sprache. Das erarbeitete Wissen wird dann zu einer Diskussion um den Wärmehaushalt und die Dynamik der Atmosphären und damit zusammenhängende Probleme der klimatischen Entwicklung genutzt.

Im Schlußwort sowie einem Anhang, der der Erforschung der Erde aus dem Kosmos gewidmet ist, hält der Autor ein glühendes Plädoyer zugunsten der Raumfahrt und führt deren Nutzen vor Augen.

Vielversprechend klang im Vorwort des Autors, daß die Ausführungen im Text durch viele fotografische Aufnahmen anschaulich unterstützt werden sollen. Das wurde aber nur bedingt erreicht, was auf die relativ schlechte Drucktechnik sowie die Kleinheit der Abbildungen zurückzuführen ist. So ist z. B. Abb. 22 so klein, daß einige der Namen von Oberflächenformationen auch mit der Lupe nicht mehr zu lesen sind, und bei Abb. 50 bleibt ein nicht von vornherein kundiger Leser trotz ausführlicher Bildunterschrift auf der Strecke. Wer die Originalaufnahmen kennt und sie mit den Abbildungen im Buch vergleicht, weiß, was hier an Information und Anschaulichkeit

verloren. In der Grafik der Abb. 5 ist bei der Größendarstellung von Uranus und Neptun deren relativer Durchmesser vertauscht worden. Ebenfalls korrekturbedürftig ist die Bemerkung auf S. 16 unten, daß das interstellare Gas mit einer Temperatur von 100 K fast vollständig ionisiert ist, im allgemeinen hat man es hier mit H I zu tun.

Die wohl kritischste Anmerkung aber muß wohl dem fehlenden Sachwortregister gelten. Da dieses Buch weit über den populärwissenschaftlichen Rahmen hinausgeht, und, trotz des Vermeidens von Formeln, durchaus den Lehrbüchern zugerechnet werden darf, ist ein Sachwortregister unabdingbar, ohne dies verliert das Buch unnötig an Wert. Den hat es aber, trotz aller kritischen Bemerkungen, ganz ohne Zweifel. Wer sich tiefgründig über die, vor allem erdähnlichen, Planeten informieren will, der greife zu diesem Buch.

HEINZ TIERSCH

M. Ja. Marow: Die Planeten des Sonnensystems. Verlag MIR, Moskau; BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1987. 376 S. mit 126 Abb. u. 4 Tab. Format 12,5 x 20 cm, kartoniert. Preis: 19,80, ISBN 3-322-00316 7

Wenn Kepler einen Computer gehabt hätte

Bleiben wir auf dem Teppich. Auch ein Supercomputer der 5. Generation könnte aus den Zahlenreihen Tycho Brahes nicht einfach auf Knopfdruck die Keplerschen Gesetze „ausspucken“. Benutzen wir deshalb die uns heute zur Verfügung stehenden Computer als das, was sie sind, als fixe Rechenknechte! Man muß ihnen schon genau sagen, was und wie sie etwas ausrechnen sollen – dann vollbringen sie Wunder. Zu dieser kreativen Anwendung des Computers möchte das kleine Buch den Computernutzer hinführen. Das geschieht beispielhaft anhand mehrerer „klassischer“ Denkergebnisse dreier großer Männer der Wissenschaft: Archimedes, Kepler und Darwin, von denen interessante Lebens- und Wirkens-episoden an passenden Stellen eingeflochten werden. Zunächst aber wird der Leser über den Umfang mit dem Kleincomputer informiert. Die theoretischen Grundlagen der einfachen Berechnungen und die Funktionsweise der Programme werden in allgemeinverständlicher Form erklärt. Neben Bekanntem, wie der Archimedischen Spirale, der Quadratur der Parabel und Keplers Faßregel ist die Erarbeitung von einfachen Programmen für die drei Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung, die Berechnung der Startbahn eines Raumschiffes und die Entstehung der Spiralstruktur der Galaxien für den Sternfreund besonders interessant. Etwas aus dem Rahmen fällt die Astrologieverwandte „Biorhythmus“-Spielerei. Zuletzt werden noch Programme mit Zufalls- und „Umwelteinflüssen“ zur Demonstration der Darwinischen Theorie der natürlichen Auslese erläutert. Das Büchlein wird deshalb für alle, die an moderner Rechentechnik und ihrer Anwendung in der Naturwissenschaft interessiert sind, und die mit Computerhilfe gern selbst „knobeln“ möchten, eine Fülle von Denkanstößen bringen. Für die nächste Auflage wäre an Stelle des Euler-Cauchy-Verfahrens die Einarbeitung des computerfreundlichen Runge-Kutta-Verfahrens, das eine höhere Genauigkeit und erhebliche Verkürzung der Rechenzeit ermöglicht, sowie von einfachen Computer-Methoden zur rationalen Auswertung empirischer Daten sehr zu empfehlen. Das könnte dann auch einen gewissen Johannes Kepler aus Graz an den Computer locken.

ERICH LITZROTH

Gutser, Pauer: Wenn Kepler einen Computer gehabt hätte, 176 S. mit 46 Abb., 4 Tabellen und 11 BASIC-Programmen. VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1988. Pappband; 9,80 M.

Wie wird das Wetter?

Das Buch macht den Leser mit dem Einfluß des Wetters auf verschiedene Sphären des menschlichen Lebens vertraut. Es werden der vertikale Aufbau der Erdatmosphäre und dessen chemische Zusammensetzung erklärt. Weiterhin werden dem Leser grundlegende meteorologische Begriffe und Abhängigkeiten vermittelt, wie z. B. Druckgradient, Inversion, Kalt- und Warmfront, Okklusionsfront und Gradientwind. Er erfährt das Wesentliche über Wolken, Regen, Gewitter, Tau, Reif und Winde (Föhn, Mistral, Bora, Hurrikane und Strahlströme). Der Autor vermittelt sowohl Wissenswerte über die Anfänge der Wetterbeobachtungen als auch über moderne Methoden der Wettervorhersage und wie diese Vorhersagen der Fachleute zu verstehen sind.

MANFRED WOCHÉ

Seifert, Vladimir: Wie wird das Wetter? Artha-Verlag, Prag 1987. Übers. a. d. Tschech., 192 S., 144 Farbfotos u. zahlr. Zeichnungen, Format 135 mm x 195 mm, Preis: 30 M.

Verkauf: Astrofotografische Einrichtung (Rohrmon-
tierung 80/500, Literatur, Praktika VLC 3 u. Zubehör)
von 10 M bis 750 M, auch einzeln. Bitte Liste mit Frei-
umschlag anfordern. – Horst Fiesinger, Bahnhofstraße
42, Köllda, 5234.

Verkauf: Refraktori 100/1000 auf Ib-Montierung (fabrik-
neu) für 41 TM, dazu Säulenstativ u. Zubehör. –
I. Baumgärtner, Melchiorstraße 38, Berlin 1020.

Vorschau auf Heft 5/1988

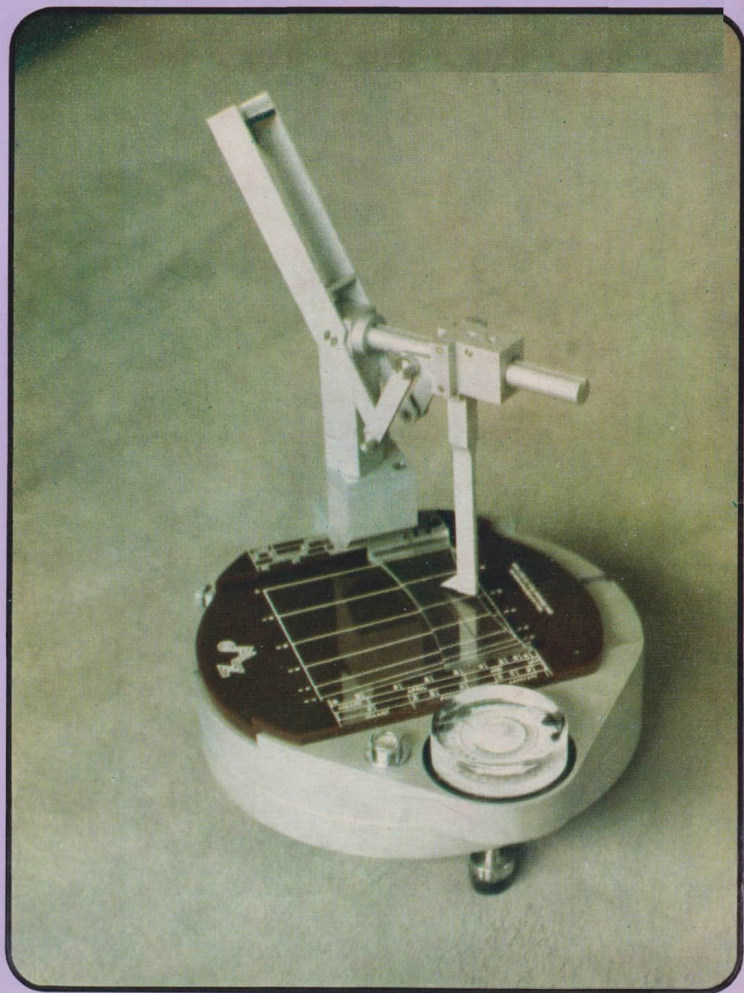
Was ist Raumfahrt? • Weichenstellung in der Raum-
fahrt Westeuropas • F. W. Herschel • Astronomie
in der VR China • Jupiteraufnahmen mit dem Tele-
mentor • Feuerkugel-Überwachungsspez • Sonnen-
fleckendetaillenaufnahmen des Amateurs

Unsere Autoren

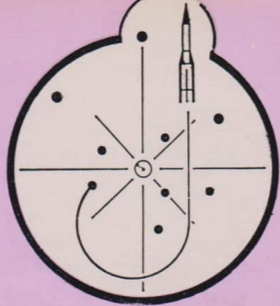
Prof. Dr. sc. S. Marx, AdW d. DDR, ZIAP, K.-Schwarz-
schild-Observatorium, Tautenburg, 6901.
Dr. Jörg Büchner, AdW d. DDR, ZIAP, Potsdam, 1561.
Dr. André Koeckelenbergh, 3. av. Circ. Brüssel, 1180.
OL H. Albert, Str. d. Jugend 20, Crimmitschau, 9630.
Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320.
Dipl.-Ing. Antonin Bükl, Sternwarte und Planetarium,
Prag, CSSR.
E. Pfitzner, F.-Matschke-Str. 7, Karl-Marx-Stadt, 9003.
J. A. F. de Rijk, Stationsstraat 114, 3511 EJ Utrecht,
Holland.
Jean Meus, Heuvestraat 31, B-3071 Erps-Kwerps, Belg.
Frank-E. Rietz, Skladanowskystr. 1, Berlin, 1110.
STR Arnold Zenkert, Seestr. 17, Potsdam, 1560.
Dipl.-Phys. J. Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570.
Jürgen Hellricht, Grundstr. 40, Dresden, 8054.
OSTR Edgar Otto, Sternwarte, Ellenburg, 7280.
Monika Krisp, Archenhold-Sternwarte, Berlin, 1193.



Schildwolke mit M 11 und Satellitenspur, aufgenommen am 22. 8. 1984 von 22.08 bis 22.26 MESZ (18 min) am Lipno-Stausee im Böhmerwald (ČSSR) mit Teleobjektiv 3,5/210 auf KB-Film NP 27 von R. Noack.



Astronomie UND Raumfahrt



ISSN 0587-565 X

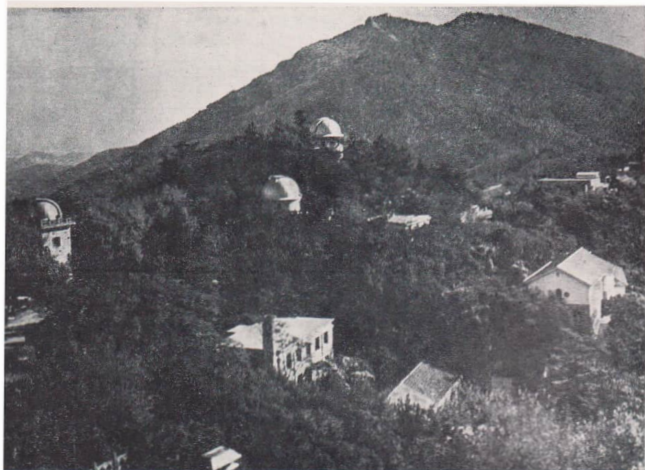
EVP 1,50

1988

5



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. S. Marx

Verantwortl. Redakteur:

OL Heinz Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S. Marx,

Dipl.-Phys. W. Häupl; - Raum-

fahrt: Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,

Uwe Schmalig; - Philoso-

phie / Geschichte: Dr. J. Hamel; -

Amateure: Ing. A. Grünberg,

Dipl.-Phys. J. Rendtel, Str. A.

Zenkert, Dr. B. Zill; - Rezensionen:

Dipl.-Phys. M. Woche;

Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Straße der Jugend 8, Fern-
sprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1988 mit 6 Hefen.
Bezugspreis im Abonnement,
zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M.
Bezug durch die Post oder den
Buchhandel. Bestellungen aus
dem Ausland sind zu richten an
das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der
Pariser Kommune 3-4.
Veröffentlicht unter Lizenznum-
mer 1490 des Presserates beim
Vorsitzenden des Ministerrates
der DDR. Artikel-Nr. (EDV)
523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Roland Gruss, Crimmitschau

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 be-
arbeiten.

Der Nachdruck der in Astrono-
mie und Raumfahrt veröffent-
lichten Beiträge ist nur mit Zu-
stimmung der Redaktion ge-
stattet.

Satz und Druck:

IV/20/14 Fachbuchdruck Nbg.

INHALT

26. Jahrgang (1988) Heft 5

Ralf P. Krämer: Was ist Raumfahrt?	130
Jürgen Scheffran: Weichenstellung in der Raumfahrt West-	
europas	136
Sonnenfleckenrelativzahlen Mai/Juni 1988 des SIDC u.	
AKS.	150
Jürgen Hamel: Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822).	142
Klaus Schimm: Astronomie in der Volksrepublik China.	145
Jörg Hähnel: Jupiteraufnahmen mit dem Telemotor	147
Jean Meus: Die Perigäum- und Apogäumabstände des	
Mondes (II) - aus der Reihe DATA	149
„Meine Begegnung mit der Raumfahrt“ - Aufruf zum 3.	
Schülerwettbewerb	151
R. Koschack, J. Rendtel: Feuerkugel-Überwachungsnetz des	
AK Meteore	151
H. Paleske: Sonnenfleckendetaufnahmen des Amateurs.	152
Ulrich Klauer: Anmerkungen zum „Astrotimer“	154
U. Igersheim: Bemerkungen zum „Adapter für Okularpro-	
jektion“	154
Lotar Till: Doppelsterne	155

Kurzberichte

In eigener Sache • Erratum	144, 154
Bela Szentmartoni (1931-1988) • Möglicher Meteoritenfall	
in der ČSSR • Seminarbericht: Kleinkörper im Planeten-	
system	156
Streifende Sternbedeckung beobachtet	157

Aus der Literatur

Rezensionen, Annotationen

Vorschau auf Heft 6/1988 • Anschriften unserer Autoren

Anzeigen

Redaktionschluß: 15. September 1988

Auslieferung an den PZV: 27. 1. '89

Bildseiten

Titelbild: Ende August bis Anfang September d. J. jährt sich der gemein-
same Kosmosflug Waleri Bykowskis und Sigmund Jähns zum zehnten Male.
Dessen gedachten in diesen Wochen die unterschiedlichsten Bevölkerungs-
kreise, Vereinigungen, Institute und gesellschaftlichen Einrichtungen mit den
beiden Kosmonauten, die nun nach zehn Jahren in unserer Republik leben.
AuR möchte seine Leser anlässlich dieses Jubiläums mit einem - wenn auch
ungewöhnlichen - Beitrag konfrontieren. Lesen Sie dazu ab Seite 130!

2. Umschl.-S., oben: Das Zijinshan-Observatorium auf dem Purpurburg in der
VR China (aus: Purple Mountain Observatory academia Sinica. Nanking,
1982). - Alle Bilder der Umschl.-S. 2 bis 4 gehören zum Beitrag S. 140.
unten links: Kuppelgebäude für den 180 mm-Refraktor, der zur Beobachtung
im Ha-Licht am Yunnan-Observatorium dient (aus: Yunnan Observatory-
Observatory acad. Sin. Library Of Yunnan Obs., 1983).
unten rechts: Das Radioteleskop des Peking astronomischen Observatoriums
in der Abenddämmerung. (Archiv Schimm)

3. Umschl.-S., oben: Das Hauptinstrument des Zijinshan-Observatory - ein
600 mm-Spiegelteleskop (Quelle s. o.).
unten links: das 1,5 m-Radioteleskop zur Sonnenüberwachung des Zijinshan-
Observatory. Erkennbar ist der Einsatz von Hohlleitertechnik (Quelle s. o.)
unten rechts: Das 10 m-Radioteleskop des Yunnan-Observatory.

4. Umschl.-S.: Quadrant aus dem Jahre 1673 der alten Sternwarte von Peking
(gegründet 1442) mit typischen Schmuckelementen. (Archiv Hamel, J.)

Was ist Raumfahrt?

Eine terminologische Untersuchung¹⁾

RALF P. KRÄMER

Seit mit dem Start von Sputnik 1 am 4. Oktober 1957 sowjetische Wissenschaftler und Ingenieure das Tor in den Kosmos aufgestoßen haben, ist das Wort „Raumfahrt“ nicht mehr nur eine Vokabel weniger Raketenpioniere oder Science-Fiction-Schriftsteller und deren Anhängerschaft, sondern es gehört ebenso wie die in den verschiedenen Sprachen gebrauchten Synonyme Kosmonautik und Astronautik zum allgemeinen Wortschatz aller zivilisierten Menschen. Gleiches trifft mehr oder minder für solche Begriffe wie Weltraumforschung, Kosmosforschung, Raumfahrtforschung, Raumflug u. ä. zu. Auf das Eindringen dieser Termini technici in die Umgangssprache wies Hoffmeister bereits im Jahre 1963 hin [1, S. 63f²⁾]. Man sollte daher annehmen, daß über den Inhalt dieser Begriffe weitgehend Klarheit herrscht. Dem ist aber nicht so. In der einschlägigen Literatur sind zwei sich in ihrem Wesen unterscheidende Varianten von Definitionen des Raumfahrtbegriffes zu finden: eine enge, die von den Vorstellungen der Raumfahrtspioniere ausgeht und Raumfahrt mit Raumflug gleichsetzt³⁾, und eine zweite von komplexerer Natur. Bemerkenswerterweise existieren bis in die Gegenwart hinein beide Auffassungen parallel nebeneinander, obwohl mit der engen Begriffsbestimmung das Wesen dessen, was wir heute unter Raumfahrt verstehen, nur noch ungenügend widerspiegelt wird. Im folgenden sollen einige Zitate solcher Definitionsversuche aus jüngerer Zeit die Genealogie des Raumfahrtbegriffes verdeutlichen, wobei der Schwerpunkt auf in der DDR erschienene Literatur gelegt wurde. Zunächst einige Beispiele der engen Auffassung des Begriffes:

Der Astronom Hoffmeister schlug in der oben erwähnten Arbeit vor,

„die Bezeichnung Raumfahrt dann anzuwenden, wenn ein Flugkörper nach Richtung und Geschwindigkeit in der Lage ist, eine Kepler-Ellipse um ein Gravitationszentrum, in unserem Falle die Erde, zu durchlaufen. Dies ist eine Mindestforderung: wenn die Geschwindigkeit so groß ist, daß eine offene Bahn – Parabel oder Hyperbel – zustande kommt, dann ist die Voraussetzung selbstverständlich erfüllt. Es soll auch ohne Belang sein, wenn der Flug vor Vollendung eines Umlaufes abgebrochen wird; wesentlich soll nur sein, daß die Bahnverhältnisse geeignet waren, einen vollen Umlauf zustande kommen zu lassen.“ [1, S. 64]

Im folgenden grenzte sich Hoffmeister von Auffassungen ab, das Verlassen der Erdatmosphäre als Kriterium für Raumfahrt anzusehen, da deren Grenze nicht eindeutig fixierbar sei. Gleichzeitig polemisierte er aus der Sicht des Astronomen gegen den Begriff „Weltraumfahrt“ oder Formulierungen wie „Eroberung des Weltraums“, weil diese angesichts der gewaltigen kosmischen Entfernungen falsche Vorstellungen erweckten. Im Gegensatz dazu ist im Brockhaus ABC Astronomie unter eben jenem von Hoffmeister kritisierten Stichwort Weltraumfahrt (bei Anführung der bekannten Synonyme) zu lesen:

„die Durchquerung des Raumes außerhalb der dichten Lufthülle der Erde. Die Weltraumfahrt erfolgt mit Raumflugkörpern, die entweder bemannt oder unbemannt sein können.“ [2, S. 436]

Immerhin werden im Anschluß an diese Begriffsbestimmung in der Quelle als wissenschaftliche Ziele der Raumfahrt wesentliche Aufgaben der kosmos- und erdbezogenen Forschung genannt, und es fehlen auch Hinweise auf einen praktischen Nutzen nicht gänzlich.

Auf diesen wesentlichen Kontext verzichteten Lindner und Neumann elf Jahre später in ihrem an ein jugendliches Publikum gerichteten Astronomie- und Raumfahrtlexikon, wiederholten andererseits fast wörtlich obige Definition:

„Die Raumfahrt oder Weltraumfahrt, auch Astronautik oder Kosmonautik, ist die Bewegung bemannter oder unbemannter, von Menschen erbaute Geräte oder Fahrzeuge außerhalb der unteren Erdatmosphäre. Diese Geräte oder Fahrzeuge heißen Raumflugkörper.“ [3, S. 172]

Es braucht nicht betont zu werden, daß eine solche, derart alleinstehende Begriffsbestimmung nicht mehr den Anforderungen nach 25 Jahren aktiver Raumfahrt entsprach.

Ebenfalls von den Träumen der Raumfahrtspioniere inspiriert war die von Mielke 1967 in der Erstfassung seines Lexikons aufgestellte Definition:

„Raumfahrt, Astronautik, Kosmonautik: umfassender Begriff für alle Bestrebungen, durch Einsatz von technischen Hilfsmitteln dem Menschen andere Himmelskörper direkt erreichbar zu machen. Als antiquierte und daher heute nicht mehr verwendete gleichsinnige Begriffe sind Weltraumschiffahrt bzw. Raumschiffahrt anzusehen.“ [4, S. 281]

Soweit die eigentliche Definition, die Mielke wortgetreu für die 1. Auflage der Neuauflage des Lexikons 1970 übernahm [5, S. 242] und die so auch noch 1975 in der 18bändigen Ausgabe von Meyers Neuem Lexikon zu finden ist [6, S. 365]. Bemerkenswert an dieser Definition ist der Umstand, daß als Ziel der Raumfahrt ausschließlich die Erreichung anderer Himmelskörper fixiert wird (dabei ist vermutlich mit direkter Erreich-

barkeit nicht allein der bemannte Flug gemeint, sondern auch das Absetzen unbemannter, automatischer Sonden – wohl in erster Linie als Abgrenzung von den klassischen Methoden der optischen und radioastronomischen Beobachtung, mit deren Hilfe andere Himmelskörper dem Menschen indirekt erreichbar werden). Eine solche, stark eingeschränkte Auffassung vom Wesen der Raumfahrt wurde indirekt auch von dem sowjetischen Raumfahrtwissenschaftler Blagonravov gestützt, der im Jahre 1960 einen Aufsatz über Sinn und Ziel der Raumfahrt wie folgt einleitete:

„Das Problem der Eroberung des Weltraums ist am 2. Januar 1959 aus dem Bereich der Utopie und der Theorie in den Bereich des realen Experiments gerückt. An diesem Tage wurde in der Sowjetunion mit Erfolg eine Weltraumrakete in Richtung Mond gestartet.“ [7, S. 1816]

Also nicht mit dem Start von Sputnik 1 im Jahre 1957, sondern mit dem Flug der ersten interplanetaren Sonde Luna 1 und zugleich erstem Versuch, einen anderen Himmelskörper zu erreichen (was allerdings erst acht Monate später mit Luna 2 gelang), begann für Blagonravov die eigentliche Weltraumfahrt!

Zurück zu Mielke. Es soll an dieser Stelle noch die der zitierten Definition folgende Textpassage wiedergegeben werden, da dort versucht wurde, einige weitere Begriffe zu klären und voneinander abzugrenzen:

„Alle wissenschaftlichen und technischen Forschungen und Entwicklungen zur Verwirklichung der Raumfahrt werden unter dem Begriff Raumfahrtforschung zusammengefaßt. Der gelegentlich verwendete Begriff Weltraumforschung darf nicht als Synonym für Raumfahrt oder Raumfahrtforschung angesehen werden, da er ganz allgemein alle Methoden zur Erforschung des Kosmos umschließt, also auch vor allem die schon klassischen Arbeitsmethoden von Astronomie und Astrophysik. Die wissenschaftliche Raumfahrt stellt somit nur den jüngsten und modernsten Zweig der Weltraumforschung dar. Als Teildisziplin der Raumfahrtforschung treten praktisch fast alle modernen naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitsgebiete in Erscheinung. Der Vorgang der Bewegung von künstlichen Körpern im Weltraum wird in der allgemeinen Betrachtung als Raumflug bezeichnet. Die dabei zum Einsatz kommenden Geräte nennt man demzufolge Raumflugkörper.“ [4, S. 281]

Es lohnt sich, dieses Zitat etwas näher zu betrachten. Drei Aspekte sollen hervorgehoben werden:

- der Versuch einer Abgrenzung der Begriffe Raumfahrt – Raumfahrtforschung – Weltraumforschung, worauf im folgenden noch näher eingegangen wird;
- die Unterscheidung der Termini Raumfahrt-Raumflug, womit Mielke (wenn auch zu diesem Zeitpunkt noch nicht mit letzter Konsequenz) über Hoffmeister u. a. hinausgeht, und als besonders wesentlich,

– der Hinweis auf die enge Verflechtung der Raumfahrtforschung mit nahezu allen naturwissenschaftlichen und technischen (präziser wohl: technikwissenschaftlichen) Disziplinen (wobei ein Hinweis auf die Gesellschaftswissenschaften beziehungsweise fehlt!).

Welcher Fortschritt in dem erstgenannten Aspekt zum Ausdruck kommt, verdeutlicht der Vergleich mit Auffassungen, wie sie unter dem Eindruck der ersten Satelliten, Sonden und Raumschiffe weit verbreitet waren und zu deren Sprecher sich Eichler in einem 1960 veröffentlichten Beitrag „Wozu Astronautik?“ machte:

„Es ist angebracht, in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß die Übersetzung des Wortes Astronautik mit Weltraumfahrt zu falschen Vorstellungen Anlaß geben kann. Es entsteht leicht der Eindruck, als handle es sich dabei um eine Art erweiterter Luftfahrt, um ein Anliegen des Verkehrswesens oder der Wirtschaft. Das liegt dem Wesen der Astronautik völlig fern. Sie muß inhaltlich mit Weltraumforschung gleichgesetzt werden. Astronautik ist als eine spezielle Wissenschaft besonders komplexer Natur zu verstehen, die viele Gebiete der Technik und der Naturwissenschaften umfaßt. Sie zeigt mehr als jede andere Wissenschaft, wie sehr die wissenschaftlichen Erkenntnismöglichkeiten vom Stand der Produktivkräfte abhängen.“ [8, S. 412]

Eichlers Polemik ist in mehrerlei Hinsicht interessant und soll deshalb näher beleuchtet werden, zumal es sich um die erste dem Verfasser bekanntgewordene Auseinandersetzung mit dem Begriff Raumfahrt in der DDR-Literatur nach 1957 handelt. Wesentlich ist dabei nicht so sehr, daß Eichler einen begrifflichen Unterschied zwischen Weltraumfahrt und Astronautik machen wollte – der allgemeine Sprachgebrauch ist seitdem darüber hinweggegangen und setzt diese Begriffe (wie schon bei den Pionieren üblich) gleich. Vielmehr verdienen vier Aspekte eine nähere Analyse:

1. Astronautik sei keine Art erweiterter Luftfahrt, kein Anliegen des Verkehrswesens – letzteres stimmt zweifellos bis auf den heutigen Tag und doch: Die ersten theoretischen und praktischen Arbeiten der Raumfahrtspioniere gingen von einer sehr engen Verbindung zwischen Luft- und Raumfahrt aus, einige wie z. B. Ciolkovskij, Valier, Winkler, Koroljev und Sänger beschäftigten sich sowohl mit raketengetriebenen Flugzeugen und deren Aerodynamik als auch mit dem Raumflug. Die heutige Raumfahrtindustrie ist zu wesentlichen Teilen aus der (zivilen und militärischen) Luftfahrtindustrie hervorgegangen bzw. eng mit ihr verzahnt. Schließlich gab es auch solche Meinungen wie die von Irene Sänger-Bredt in ihrem Buch „Entwicklungsgesetze der Raumfahrt“ geäußerte:

„Als ‚Raumfahrt‘ wird hier jede durch Menschen veranlaßte Fortbewegung von Lebewesen oder Geräten auf

einer dreidimensionalen Bahn bezeichnet. Die Begriffe 'Raumfahrt' und 'Luftfahrt' werden – entgegen dem noch vielfach üblichen Brauch – nicht als Alternativen betrachtet, da die Luftfahrt, so wie jede Fortbewegung innerhalb irgendeiner Planetenatmosphäre, nur einen Bestandteil der Raumfahrt darstellt, auch wenn ihr bei Start- und Landevorgängen außerordentliche Bedeutung zukommt.“ [9, S. 233]

Auf den engen Zusammenhang von Luftfahrt und Raumfahrt als Schrittmachertechnologien vor allem in der Frühphase ihrer Entwicklung wies auch Schmarsow [10] hin. Dennoch hatte Eichler nicht Unrecht, als er die gravierenden Unterschiede zwischen beiden vor allem in Hinblick auf die jeweilige Aufgabenstellung betonte.

2. Astronautik sei kein Anliegen der Wirtschaft – hier irrte Eichler gründlich, bedarf es doch einerseits eines umfangreichen volkswirtschaftlichen Potentials, um Raumfahrt betreiben zu können, andererseits gestaltet sich ihr Kosten-Nutzen-Verhältnis in zunehmendem Maße rentabel, wird die Raumfahrt zu einem nicht mehr wegzudenkenden Wirtschaftsfaktor.

3. Astronautik sei inhaltlich mit Weltraumforschung gleichzusetzen – das entsprach ihrem, nicht zuletzt durch die Massenmedien suggerierten Erscheinungsbild in jener Zeit.

Auch Mielke war ja in seiner oben zitierten ersten Definition nicht ganz frei von solchen Anschauungen, als er sich einerseits gegen die begriffliche Gleichsetzung von Raumfahrt und Weltraumforschung wehrte, andererseits die wissenschaftliche Raumfahrt (was immer das sein mag) als „jüngsten und modernsten Zweig der Weltraumforschung“ bezeichnete (in der Ausgabe 1970 seines Lexikons sprach er dann auch richtiger von „Hilfsapparat der Weltraumforschung“ [5, S. 242]).

4. Astronautik als eine spezielle Wissenschaft⁵⁾ besonders komplexer Natur, abhängig vom Stand der Produktivkräfte – in dieser hier etwas gerafften Aussage ist vor allem die herausragende Bedeutung der Eichlerschen Überlegungen zu sehen. Es brauchte geraume Zeit, ehe die Lexikographen in der DDR zu diesem im weiten Sinne verstandenen Raumfahrtbegriff zurückfanden.

Im wesentlichen an Mielkes erste Definition knüpft die im 1982 (!) erschienenen Lexikon der Technik enthaltene an:

„Raumfahrt, Kosmonautik, Astronautik: Bez. für alle Bemühungen, durch Einsatz technischer Hilfsmittel dem Menschen andere Himmelskörper direkt erreichbar zu machen bzw. ihm den Aufenthalt im Weltraum zu ermöglichen. Alle Arbeiten zur Verwirklichung der Raumfahrt werden unter dem Begriff Raumfahrtforschung zusammengefaßt u. alle Bewegungen künstlicher Körper im Weltraum als Raumflug bezeichnet. Die dazu verwendeten Flugkörper nennt man Raumflugkörper.“ [11, S. 456]

Es muß an dieser Stelle noch einmal auf das Verhältnis Raumfahrt-Luftfahrt eingegangen werden. Wenn oben Eichler zugestimmt wurde, daß es wesentliche Unterschiede zwischen beiden gibt, andererseits Gemeinsamkeiten in ihrer technischen Entwicklung, so gibt es solche Gemeinsamkeiten sicher auch hinsichtlich der Transportfunktion eines Raumfahrzeuges. Diese ist jedoch nicht so dominant, daß damit das Wesen der Raumfahrt erschöpfend erfaßt wird. Insofern erscheint der obige Definitionsversuch auch in der ergänzten Fassung als ungeeignet, reduziert er doch die Raumfahrt auf den Transport von Menschen in den Kosmos.

Andererseits weist die semantische Verwandtschaft der Wörter Schifffahrt, Luftfahrt und Raumfahrt in eine Richtung, die durchaus geeignet erscheint, den Inhalt des Begriffes Raumfahrt in einem umfassenderen Sinne zu interpretieren. Sowenig wie etwa Schifffahrt respektive Seefahrt mit Ozeanologie gleichzusetzen ist, ist es Raumfahrt und Weltraumforschung (geschweige denn ist das eine Teil des anderen), und andererseits versteht man heutzutage unter Schifffahrt bzw. Luftfahrt nicht nur die reine Transportfunktion mittels geeigneter Fahrzeuge, sondern den gesamten, sich mit dieser Transportfunktion befassenden Volkswirtschaftszweig einschließlich der Beschaffung der benötigten technischen Mittel sowie der gesellschaftlichen Beziehungen (ökonomische, juristische, organisatorische etc.). Diese Analogie läßt sich zweifellos auf den Begriff Raumfahrt anwenden, und Mielke kommt dem in seiner neuen Definition in der bearbeiteten Auflage des Raumfahrt-Lexikons von 1980 recht nahe:

„Raumfahrt, Astronautik, Kosmonautik: umfassender Sachgebietsbegriff für alle Bestrebungen, mit Hilfe spezieller technischer Mittel Forschungs- und Erkundungssysteme von der Erdoberfläche in den freien Weltraum bzw. in die Nähe oder auf die Oberfläche von fremden Weltkörpern zu bringen. Zu den Forschungs- und Erkundungsobjekten zählt dabei auch die Erde selbst. Ursprünglich dominierte die Vorstellung, daß vorwiegend die aktive Teilnahme des Menschen selbst an Raumflügen das Charakteristikum für den Begriff Raumfahrt sei. Die praktische Entwicklung insbes. durch die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der Elektronik zeigte jedoch, daß weite Bereiche der Erforschung und Erkundung des Weltraums ökonomisch günstiger und vielfach sogar ausschließlich mit unbemannten automatischen oder halbautomatischen ferngesteuerten Raumfahrtgeräten bearbeitet werden können (Forschungssatelliten, Mond- und Planetensonnen u. a.). Bes. Akzente für die Bedeutung der Raumfahrt setzen ihre ständig erweiterten Nutzenanwendungen für erdbezogene Zwecke (Wettersatelliten, Nachrichtensatelliten u. a.). Ältere, heute nicht mehr verwendete gleichsinnige Begriffe für Raumfahrt sind Weltraumschifffahrt bzw. Raumschifffahrt. Alle wissenschaftlichen und technischen Arbeiten zur Realisierung der Raumfahrt werden unter dem Begriff Raumfahrtforschung zusammengefaßt. Die gelegentlich in diesem Sinne verwendeten Begriffe Weltraum- bzw.

Kosmosforschung sind als Synonyme für Raumfahrt oder Raumfahrtforschung unzulässig, weil sie definitionsgemäß völlig andere, eigenständige Arbeitsbereiche von Wissenschaft und Technik betreffen. Die wissenschaftlich angewandte Raumfahrt stellt für Weltraumforschung und Kosmosforschung einzig den jüngsten technischen Hilfsapparat dar. Alle praktischen Bemühungen um die Raumfahrt und Raumfahrtforschung laufen in der Raumflug- bzw. Raumfahrttechnik zusammen." [12, S. 319]*).

Zweifelloso stellt diese Definition gegenüber den bisher zitierten eine neue, höhere Qualität dar, wenngleich auch sie noch nicht alle wesentlichen Aspekte des Begriffes Raumfahrt erfaßt. Die neue Qualität besteht vor allem in folgendem:

- Die Formulierung „alle Bestrebungen“ läßt sich dahingehend interpretieren, daß damit nicht nur naturwissenschaftlich-technische gemeint sind, sondern auch all jene weit über das übliche Maß hinausgehenden organisatorischen Aufwendungen, die mit der Verknüpfung und Koordinierung der verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen und Produktionsbereiche verbunden sind, einschließlich der politischen, ökonomischen und rechtlichen Prämissen.

- Die Erwähnung von Erkundungssystemen und der Erde als Forschungs- und Erkundungsobjekt sowie der zunehmenden Nutzenwendungen weist auf einen wesentlichen Aspekt hin, den die Raumfahrt von Anfang an hatte, nämlich ihre Erdbezogenheit, und der vor allem in der Frühzeit der aktiven Raumfahrt oft verkannt wurde, inzwischen jedoch in der allgemeinen Betrachtungsweise dominiert (was in der eigentlichen Definition noch nicht deutlich genug zum Ausdruck kommt).

- Bemerkenswert ist weiter der Hinweis auf die Rolle der Automatik (mit Blick auf die Bedeutung der Automatisierung als Wesensmerkmal der wissenschaftlich-technischen Revolution, was einschließt, daß der ökonomische Aspekt nicht der einzig entscheidende ist).

Die neue Mielkesche Definition hat zugleich Schwächen. Erstens dominiert in gewissem Sinne immer noch die Transportfunktion, wenn auch inzwischen ausgedehnt auf alle Forschungs- und Erkundungssysteme, also einschließlich automatischer. Die Tätigkeit des Menschen im Weltraum und die umfassende Erschließung und Nutzung desselben schließt Mielke explizit nicht in den Begriff Raumfahrt ein.

Als zweiter Nachteil dieser Begriffsbestimmung ist zu vermerken, daß nach wie vor hinsichtlich des Zieles der Raumfahrt das Schwergewicht auf die Erforschung und Erkundung gelegt wird, was letztlich auch in der Formulierung von der wissenschaftlich angewandten Raumfahrt als

technischem Hilfsapparat der Weltraum- bzw. Kosmosforschung zum Ausdruck kommt. Darüber hinaus ist der Terminus „wissenschaftlich angewandte Raumfahrt“ zweideutig: Bedeutet er Raumfahrt auf wissenschaftlicher Grundlage (was sich von selber versteht) oder Raumfahrt für die Wissenschaft? Im letzteren Falle impliziert die Formulierung möglicherweise den Gedanken, daß es daneben eine nicht für die Wissenschaft angewandte, sondern anderen Zwecken dienende Raumfahrt geben könne. Wie dem auch sei, die Betonung des Forschungscharakters der Raumfahrt bei Mielke spiegelt in gewissem Sinne die Entwicklung in ihrer aktiven Pionierphase wider, trifft jedoch in dieser Einengung kaum noch für die Gegenwart zu (auch nicht für die Gegenwart Ende der 70er Jahre, als Mielke seine Definition aufschrieb). Keinesfalls gilt eine solche Aussage für alle Zukunft, selbst wenn man nur den Zeitraum bis zum Jahre 2000 im Auge hat. Die Forderung der Allgemeingültigkeit über einen längeren Zeitraum hinweg muß man aber an eine lexikalische Definition stellen.

Dieser Forderung wird hierzulande mit gewissen Einschränkungen jene von Nitschmann gerecht, wie sie bemerkenswerterweise in einem 1983 in zweiter Auflage erschienenen Wörterbuch zu philosophischen Fragen der Naturwissenschaften zu finden ist:

„Kosmonautik: auch Astronautik, bezeichnet alle Vorhaben, welche die Erforschung und Nutzbarmachung des erdnahen kosmischen Raumes, des interplanetaren Raumes und in Zukunft auch des interstellaren Raumes sowie die Erforschung und die Nutzbarmachung anderer Himmelskörper mittels der Raumfahrttechnik, mit oder ohne unmittelbare Beteiligung des Menschen (Kosmonauten, Astronauten) zum Ziele haben.“ [13, S. 489]

Einmal abgesehen davon, daß der Begriff „Vorhaben“ besser durch „gesellschaftliche Aktivitäten“ ersetzt werden sollte und daß es mit der Erforschung, vor allem jedoch Nutzung des interstellaren Raumes mittels Raumfahrttechnik noch eine ganze Weile Zeit hat (auch wenn sich die ersten von Menschenhand gefertigten Sonden anschicken, das Sonnensystem zu verlassen, und natürlich diese Erforschung mit den klassischen Methoden der Astronomie und Astrophysik betrieben wird), stellt diese Definition einen Fortschritt gegenüber allen bisher zitierten dar. Auch Nitschmann verweist übrigens – mit Bezug auf die sowjetische Raumfahrt – im Kontext der eigentlichen Definition darauf, daß die Erde den Hauptgegenstand der Kosmosforschung bildet (und zwar über das Jahr 2000 hinaus) und daß, als logische Schlußfolgerung, das Hauptziel in der Schaffung großer und langlebiger Orbitalstationen besteht, die vielfältige volkswirt-

schaftliche und wissenschaftliche Aufgaben zu lösen instande sind [13, S. 490].

Interessant ist in diesem Zusammenhang der Vergleich der Definitionsversuche Mielkes und Nitschmanns mit solchen in ausländischen Quellen. Ausgewählt wurden Enzyklopädien aus der BRD und der Sowjetunion, da angenommen werden konnte, daß sie wegen ihrer relativ leichten Verfügbarkeit in DDR-Bibliotheken einen gewissen Einfluß auf die genannten Autoren ausgeübt haben.

In der Brockhaus Enzyklopädie, 17. Auflage, Wiesbaden 1972, steht unter Raumfahrt bei Anfügung der bekannten Synonyme:

„der Vorstoß des Menschen in den Weltraum mit wissenschaftlichen und technischen Geräten, die Durchquerung und Erforschung des Raumes außerhalb der irdischen Atmosphäre bis hin zu anderen Himmelskörpern mit Hilfe von Raumflugkörpern und Raumfahrzeugen. Unmittelbare Zielsetzung der R(aumfahrt) ist die Erweiterung der Kenntnisse über das Weltall, insbes. des Sonnensystems, sowie die Nutzbarmachung der R(aumfahrt) für das Leben auf der Erde.“ [14, S. 455]

Meyers Enzyklopädisches Lexikon in 9. Auflage, Mannheim usw. 1977, geht von einem etwas anderen Ansatz heran:

„Raumfahrt (Welt-R., Astronautik, Kosmonautik), Bez. für den Gesamtkomplex wissenschaftl. und techn. Bestrebungen zur Ausweitung des menschl. Tätigkeitsbereiches in den Weltraum. Die R(aumfahrt) wird in die Bereiche Weltraumforschung und R(aumfahrt)technik untergliedert, die praktische R(aumfahrt)ausübung wird als Raumflug bezeichnet. Die Weltraumforschung befaßt sich mit der wissenschaftl. Erforschung des Weltraumes (unter Einbeziehung der klass. Methoden der Astronomie) und liefert der R(aumfahrt)technik z. T. die konkreten Aufgaben, gleichzeitig jedoch auch die Grundlagen für die Nutzung des Weltraumes und für die gesamte bemannte Raumfahrt. Durch die umfassende Aufgabenstellung bezieht die R(aumfahrt) nach und nach fast alle wissenschaftl. Disziplinen und techn. Arbeitsgebiete als Teilbereiche ein. Unter R(aumfahrt)forschung wird die Gesamtheit aller Zweckforschungen und techn. Entwicklungen zur Verwirklichung des Raumfluges verstanden. Sie ist als Teilbereich der Weltraumforschung Grundlage der R(aumfahrt)technik und erfährt die gesamte moderne Technologie.“ [15, S. 619]

Schließlich sei die Formulierung der 3. Ausgabe der Großen Sowjet-Enzyklopädie angefügt:

„KOSMONAUTIK, Weltraumflug; die Gesamtheit der Zweige von Wissenschaft und Technik, die die Nutzbarmachung des Kosmos und der außerirdischen Objekte für die Bedürfnisse der Menschheit unter Ausnutzung verschiedenartiger Raumflugkörper (wörtl.: kosm. Flugapparate - RPK) gewährleisten. Die Kosmonautik beinhaltet die Probleme

der Theorie der kosmischen Flüge - Bahnberechnungen u. a.;

wiss.-techn. - Konstruktion kosmischer Raketen, der Triebwerke, der Bordsysteme zur Steuerung, der Startanlagen, automatischer Stationen und pilotgesteuerter Raumschiffe, der wissenschaftlichen Geräte, der Bodensysteme zur Flugleitung, der Dienste der Bahnvermessung, Telemetrie, die Organisation und Versorgung von Orbitalstationen u. a.;

medizin.-biol. - die Schaffung von Bordsystemen zur Lebenssicherung, die Kompensation negativer Einflüsse auf den menschlichen Organismus, die mit Überlastung, Schwerelosigkeit, Strahlung u. a. zusammenhängen; juristische - die völkerrechtliche Regelung von Fragen der Nutzung des Weltraums und der Planeten usw.“ [16, S. 258f]

Betrachtet man diese Definitionen näher, so erkennt man leicht, daß es einen nennenswerten Einfluß auf die DDR-Lexikographen kaum gegeben haben dürfte, was doch einigermaßen verwundert. Zwar registriert man eine gewisse Verwandtschaft zwischen der Nitschmannschen und der sowjetischen Formulierung (Erforschung und Nutzbarmachung des kosmischen Raumes und der Himmelskörper), aber das Wesentlichste letzterer - die Bestimmung der Zielfunktion der Raumfahrt, nämlich den Kosmos und alles, was sich darin befindet, für die Bedürfnisse der Menschheit zu nutzen - fehlt bei Mielke. Nebenbei bemerkt ist die der sowjetischen Definition angefügte Aufzählung von Problemen der Kosmonautik unvollständig (was den Verfassern bewußt war und im wörtlich zitierten „usw.“ zum Ausdruck kommt) und engt damit das im weiten Sinne Gemeinte wieder ein. Interessant immerhin, daß auch in der im „Brockhaus“ zu findenden Erläuterung des Raumfahrtbegriffes neben der Erweiterung der Kenntnisse die Nutzbarmachung des Kosmos für die Erde gleichwertig danebengestellt wird, wie das in der um die gleiche Zeit entstandenen sowjetischen geschieht und von einem DDR-Lexikographen erst Jahre später formuliert wird. Beachtenswert weiter die im „Meyer“ stehende Charakterisierung der Raumfahrt „als Gesamtkomplex wissenschaftlicher und technischer Bestrebungen zur Ausweitung des menschlichen Tätigkeitsbereiches in den Weltraum“, wobei allerdings auf eine Benennung des Zieles der Raumfahrt verzichtet wurde. Stattdessen weist diese Definition als einzige auf die enge Wechselbeziehung zwischen Raumfahrtforschung, Raumfahrttechnik einerseits und der gesamten modernen Technologie (d. h. den materiellen Produktivkräften in unserem Sprachgebrauch) hin. Unter Berücksichtigung der bisherigen Diskussion schlägt der Verfasser folgende Definition des Raumfahrtbegriffes vor:

Raumfahrt, Kosmonautik, Astronautik - Bezeichnung für den Gesamtkomplex aller wissenschaftlichen, technischen, politischen und organisatorischen Aktivitäten der Gesellschaft, um mittels spezieller technischer Mittel den menschlichen Tätigkeitsbereich auf den Weltraum auszuweiten. Allgemeines Ziel der Raumfahrt ist es, den kosmischen Raum und die darin befindlichen Himmelskörper (einschließlich der

Erde selbst) zu erforschen und für die Bedürfnisse der Menschheit nutzbar zu machen. Die Raumfahrt erfordert ein hohes Niveau der Produktivkräfte und stimuliert deren Entfaltung; Entstehung und gegenwärtige Entwicklung der Raumfahrt sind untrennbar mit der wissenschaftlich-technischen Revolution verbunden und zugleich hinsichtlich der Nahziele und ihrer Verwirklichung wesentlich vom Charakter der Epoche des Übergangs vom Kapitalismus zum Sozialismus geprägt.

Abschließend wenige kurze Bemerkungen zu einigen weiteren Fachbegriffen:

Kaum Unklarheiten bzw. Meinungsverschiedenheiten gibt es zu verschiedenen Termini, die z. T. im Kontext der Mielkeschen Definitionen erläutert werden und auf deren nochmalige Zitierung hier verzichtet werden kann. Das betrifft die Begriffe „Raumfahrtforschung“ und „Raumfahrttechnik“ (vgl. [12, S. 319], sinngleich auch [11, S. 456]) sowie „Raumflug“ und „Raumflugkörper“ (vgl. [4, S. 281], [5, S. 332] u. [11, S. 456]).

Nicht ganz so einfach verhält es sich mit dem Begriffspaar Weltraumforschung – Kosmosforschung. Auf die in früheren Jahren häufig anzutreffende und dem Wesen nach unrichtige Gleichsetzung von Weltraumforschung und Raumfahrt wurde bereits hingewiesen. Der Begriff Kosmosforschung ist in jüngster Zeit etwas in Mode gekommen, wobei er im allgemeinen Sprachgebrauch synonym zu Weltraumforschung verwandt wird. Andererseits definiert Mielke in seiner Lexikon-Ausgabe von 1980, auf einen kurzen Nenner gebracht, Weltraumforschung als Forschung im Weltraum und Kosmosforschung als Erforschung des Weltraumes [12, S. 451 u. 192].⁸⁾ Der Verfasser hält diese Differenzierung für überzogen, zumal sie in anderen Sprachen kaum exakt nachvollziehbar sein dürfte. Das letzte Wort in dieser Frage haben die Raumfahrtexperten, wenn sie die bewußten Begriffe in dem einen oder anderen Sinne anwenden.

Anmerkungen:

¹⁾ Vom Autor überarbeiteter Nachdruck des Beitrages aus: Aktuelle Probleme der Raumfahrt, Wiss. Beitr. Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1985, S. 112–123. Dem Herausgeber, Rektor Prof. Dr. B. Wilhelm, sei für die Erteilung der Druckgenehmigung Dank gesagt.

²⁾ Dieser Fakt sowie die Rolle der Fachsprache der Raumfahrt interessiert zunehmend auch die Sprachwissenschaftler (vgl. [17] und [18]).

³⁾ Es hat den Anschein, daß sich die Raumfahrtspioniere in ihrem Sprachgebrauch untereinander im klaren waren, was sie unter Raumfahrt zu verstehen hatten, und sich nicht mit dem Versuch einer Definition aufhielten, son-

dern von des Wortes ursprünglicher Bedeutung ausgingen.

⁴⁾ Man beachte, daß Sänger-Bredt den Raumfahrtbegriff ebenfalls in dem engen Sinne von Raumflug verwendet.

⁵⁾ Die Auffassung von der Kosmonautik respektive Astronautik als einer Wissenschaft (im Gegensatz zur oft rein praktisch verstandenen Raumfahrt) findet sich in der 2. Ausgabe der „Großen Sowjet-Enzyklopädie“ von 1953, wo es heißt: „KOSMONAUTIK, Astronautik, Sternenschiffahrt, – Wissenschaft, die die Möglichkeit der Flüge von Flugapparaten in den Weltraum untersucht.“ [20, S. 113 – Übers.: RPK]

⁶⁾ Die hier zitierte Definition findet sich – von geringfügigen stilistischen Abweichungen abgesehen – unverändert in der Neuausgabe des Mielkeschen Lexikons wieder [23, S. 388].

⁷⁾ In dem 1982 im selben Verlag erschienenen „Sowjetischen Enzyklopädischen Wörterbuch“ wird diese Definition bis auf zwei geringfügige Änderungen wörtlich wiederholt. Die Textänderungen betreffen den ersten Satz, der nunmehr lautet: „Gesamtheit der Zweige von Wissenschaft und Technik für die Erforschung und Nutzbarmachung des Kosmos und der außerirdischen Objekte ...“ (weiter wie oben), und die Ersetzung des Begriffspaares „pilotgesteuertes Raumschiff“ durch „Weltraumschiff“ [21, S. 645].

In der jüngsten sowjetischen Quelle werden interessanterweise enger und weiter Raumfahrtbegriff nebeneinander verwendet. In der 1985 erschienenen Raumfahrt-Enzyklopädie heißt es unter „Kosmonautik“: „Flüge im kosmischen Raum“. Nach einem Semikolon folgt dann im wesentlichen jene aus der Großen Sowjet-Enzyklopädie bekannte Definition [22, S. 199] (Übers. der Texte vom Verf.).

⁸⁾ Danach müßte bei „Weltraumforschung“ ein Begriffswandel eingetreten sein, denn noch 1970 verstand Mielke die Erforschung des Weltraums darunter, also das, was er nunmehr mit dem Wort „Kosmosforschung“ belegt. Übrigens subsumiert Mielke unter Weltraumforschung auch die Nutzenanwendungen. Beide Begriffsbestimmungen wurden übrigens in die Neuausgabe 1986 des Lexikons übernommen [23, S. 533 u. 234].

Literatur: [1] Hoffmeister, C.: Raumforschung – Raumfahrt. – In: Sterne 39 (1963) 3–4, S. 63–69. – [2] Weigert, A.: Brockhaus ABC Astronomie / A. Weigert u. H. Zimmermann. – 3. / von Helmut Zimmermann überarb. Aufl. – Leipzig: Brockhaus Verlag, 1971. – [3] Lindner, Klaus: Jugendlexikon Astronomie und Raumfahrt / Klaus Lindner; Karl-Heinz Neumann. – 2. Aufl. – Leipzig: Bibliogr. Inst., 1982. – [4] Mielke, Heinz: Raketen- und Raumfahrt. – 1. Aufl. – Leipzig: Bibliogr. Inst., 1967. – (Meyers Taschenlexikon). – [5] Mielke, Heinz: Lexikon Raumfahrt. – Berlin: Transpress, 1970. – [6] Meyers Neues Lexikon. – 2., völlig neu erarb. Aufl. in 18 Bdn. – Bd. 11. Leipzig: Bibliogr. Inst., – 1975. – [7] Blagonravov, Anatolij A.: Warum erobern wir den Kosmos? / A. A. Blagonravov. – In: Presse d. Sowjetunion (1960.07.17) 83, S. 1816–1818. Übers. aus: Molodj kommunist (1960) 6. – Dass. gekürzt in: Sonntag 15 (1960) 33, S. 8. – [8] Eichler, G.: Wozu Astronautik? – In: Wissen u. Leben 5 (1960) 6, S. 412–416. – [9] Sänger-Bredt, Irene: Entwicklungsgesetze der Raumfahrt: Mythos, Wunschbild, Wirklichkeit. – Mainz: Kauskopf-Flugwelt-Verlag, 1964. – [10] Schmarow, G.: Himmelsstürmer. – In: Presse d. Sowjetunion (1959.03.29) 39, Beil. „Für den Propagandisten u. Agitator“, 16. S. –

[11] Lexikon der Technik / hrsg. von Bernd Rohr u. Herbert Wiele. - 1. Aufl. - Leipzig: Bibliogr. Inst., 1982. - [12] Mielke, Heinz: Raumfahrt. - 6., bearb. Aufl. - Berlin: Transpress, 1980. - (Transpress Lexikon). - [13] Philosophie und Naturwissenschaften: Wörterbuch zu d. philos. Fragen d. Naturwissenschaften / hrsg. von Herbert Hörz ... - 2., dg. Aufl. - Berlin: Dietz Verlag, 1983. - [14] Brockhaus Enzyklopädie: in 20 Bdn. - 17., völlig neu bearb. Aufl. d. Großen Brockhaus. - Bd. 15. - Wiesbaden: Brockhaus, 1972. - [15] Meyers Enzyklopädisches Lexikon: in 25 Bdn. - 9., völlig neu bearb. Aufl. - Mannheim [usw.]: Bibliogr. Inst. Bd. 19. - 1977. - [16] Bol'saja sovetskaja enciklopedija. - 3. izd. - Moskva: Izd. „Sov. Encikl.“ [Vol.] 13. - 1973. - [17] Klug, Anneliese: Die Raumfahrt im Spiegel der Lexik. - (1-3). - In: Sprachpflege 28 (1979) 12, S. 248-249; 29 (1980) 1, S. 5-7; 2, S. 38-39. - [18] Fraas, Claudia: Überlegungen zur Fachsprache der Raumfahrt / Claudia Fraas; Harald Kunze. - In: Aktuelle Probleme der Raumfahrt. - Jena, 1985. - S. 97-111. - [19] Oberth, Hermann: Die Rakete zu den Planetenräumen. - München; Berlin: Oldenbourg, 1923. - [20] Bol'saja sovetskaja enciklopedija. - 2. izd. - [Vol.] 23. - Moskva: Gosud. naučn. izd. „Bol's. sov. encikl.“, 1953. - [21] Sovetskij enciklopedičeskij slovar' / A. M. Prochorov (predsed.) ... - Moskva: Izd. „Sov. encikl.“, 1982. - [22] Kosmonavtika: enciklopedija / glavnyj red. V. P. Glukko. - Moskva: Izd. „Sov. encikl.“, 1985. - [23] Mielke, Heinz: Raumfahrt, Weltraumforschung. - 1. Aufl. - Berlin: Transpress, 1986. - (Transpress Lexikon).

Nutzen wird von Kritikern die Frage gestellt, ob eine im globalen Maßstab betriebene und systemübergreifende Internationalisierung der Raumfahrt nicht sinnvoller ist als die Schaffung einer weiteren autonomen Weltraummacht Westeuropa. Um diese Frage beurteilen zu können, sollen im folgenden einige technische (wenn auch nur vorläufige) Basisinformationen zu den geplanten Projekten gegeben werden.

1. Die US-Raumstation

Den Anstoß für eine bemannte Raumstation gab US-Präsident Reagan durch eine Rede im Januar 1984, in der Westeuropa, Kanada und Japan zur Beteiligung eingeladen wurden. Im Prinzip handelt es sich um eine Gitterstruktur, in die Labors und andere Geräte eingebaut werden können. Die gegenwärtig diskutierte Version ist gegenüber der ursprünglichen Konzeption, die bereits für 1992 angepeilt war, deutlich reduziert.

Geplant ist jetzt ein 110 m langer, kranähnlicher Ausleger, in den vier Sonnenzellen-Module von je 18,75 kW Leistung, ein zylindrisches Labor, ein ähnliches Schlaf- und Wohnmodul, kreisförmige Verbindungsknoten und eine Teleskop-Serviceeinheit eingebaut werden sollen. Kanada, USA und Japan sollen zwei weitere Laborzylinder und eine mobile Serviceeinheit beisteuern. Nach den jüngsten Plänen (die sich bei weiteren Shuttle-Problemen wieder verschieben können) soll 1994 mit dem Aufbau eines Gittermastes begonnen und 1995 ein bemanntes Labor installiert werden. Etwa neun Shuttle-Flüge sind notwendig, um diese erste Ausbaustufe zu vollenden. Nach einem Ausbau des Gittermastes können danach weitere Labors andockt werden. Nach 20 Shuttle-Einsätzen soll die erste Ausbaustufe komplett sein. Ab 1996-97 soll die Station in mehr als 350 km Höhe über der Erde treiben, permanent besetzt mit einer Crew von vier bis sechs Astronauten (gegenüber ursprünglich geplanten 10 Astronauten). Diese sollen länger an Bord bleiben als zunächst geplant: statt 60 bis 90 nun 120, 150 oder 180 Tage.

Wegen des durch den Challenger-Unfall verursachten Engpasses bei den Trägersystemen mußte allerdings Andrew Stefan, der Vorsitzende des Raumstationsprogramms, konstatieren: „Man kann die Station nicht mit einem Diaprojektor starten.“ Da der vom Pentagon geplante Schwerlasttransporter der NASA nicht zur Verfügung steht, verfolgt die NASA eine „mixed fleet policy“, in der die prinzipiell vorhandenen unbemannten und bemannten Raketen kombiniert

Weidenstellung in der Raumfahrt Westeuropas

JÜRGEN SCHEFFRAN

Am 10. November 1987 einigten sich in Den Haag 13 Mitgliedsstaaten der „Europäischen Raumfahrtagentur“ ESA prinzipiell auf ein westeuropäisches Raumfahrtprogramm bis zum Jahr 2000, das neben einer Fortsetzung wissenschaftlicher Forschungsprojekte den Einstieg in eine eigenständige bemannte Raumfahrt Westeuropas ermöglichen soll (s. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 11. 11. 87). Zusätzlich zur Beteiligung an der geplanten US-amerikanischen Weltraumstation mit dem Laborkomplex COLUMBUS wurden zwei weitere Projekte in Angriff genommen. Eine neue Großrakete vom Typ ARIANE 5 soll Westeuropa in die Lage versetzen, bemannte Raumschiffe in den Weltraum zu transportieren. Um sie sicher zurück zur Erde zu bringen, wird ein Raumtransporter mit der Bezeichnung HERMES entwickelt. Darüber hinaus werden langfristige Transportkonzepte unter den Programmnamen HOTOL und SÄNGER verfolgt.

Angesichts der hohen Kosten dieser Großprojekte und ihrem umstrittenen wirtschaftlichen

werden. Obwohl die Konzeption deutlich reduziert wurde, erhöhten sich die Kosten von 8 auf 14,6 Mrd. \$, zu denen noch zusätzliche Ausgaben für wissenschaftliche Elemente u. a. hinzukommen. Das Congressional Budget Office schätzt die Kosten auf 30 Mrd. \$ bis zum Jahr 2000. Im Mai 1987 wurden der NASA 767 Mio. \$ für den Beginn der detaillierten Entwicklungsarbeit 1988 bereitgestellt. Dabei erwartet die NASA, daß die westeuropäischen Staaten, Japan und Kanada 20–30% der Gesamtkosten aufbringen.

Während Weltraumenthusiasten wie Peter Banks, Chef der Task Force on Scientific Uses of the Space Station (TFSUSS), den Nutzen der Raumstation in den hellsten Farben ausmalen und zur Ergänzung noch weitere Projekte vorschlagen wie die Entwicklung eines erweiterten Shuttles, eine Industrial Space Facility, Schwerlasttransporter, Polar-Plattformen und zusätzliche Spacelab-Flüge, kommt seitens der Weltraumforschung Kritik (s. Science, 5. 6. 87). James Van Allen, der Entdecker des Strahlungsgürtels um die Erde, wirft der NASA „zügellosen Optimismus“ wie beim Shuttle vor, sieht in der Station ein „Disaster für die Wissenschaft“ und befürchtet, wissenschaftliche Instrumente könnten zur „Geisel bemannter Fahrzeuge“ werden. Die Vibrationen der riesigen Kräne und Antennen würden jede genaue Messung zunichte machen. Ein Bericht der National Academy of Science hatte bereits 1983 konstatiert, daß „kein wissenschaftlicher Bedarf für die Raumstation in den nächsten 20 Jahren“ bestehe. Die Privatindustrie ist ebenfalls wenig enthusiastisch. Das Office of Technology Assessment hatte 1985 darauf hingewiesen: „Weder der wissenschaftliche noch der kommerzielle Wert der Materialforschung in Mikrogravitation ist voll verstanden.“ Als erfolgversprechendste Gebiete für Kommerzialisierung werden die Reinigung von Pharmazeutika und das Wachstum von Kristallen für Elektronik genannt. Die Hauptforschungsschwerpunkte bei der Raumstation sollen auf den Gebieten der Materialforschung und -verarbeitung sowie bei den Lebens- und Biowissenschaften liegen.

2. COLUMBUS – Das Raumlabor der ESA

Trotz der US-internen kontroversen Diskussion über den Nutzen der Raumstation hat die ESA bereits im Jahr 1985 beschlossen, sich mit einem eigenständigen Beitrag COLUMBUS zu beteiligen. COLUMBUS ist die Fortsetzung des Weltraumlaborers SPACELAB und der Experimentalplattform Eureka (European Retrievable Carrier). SPACELAB kann mit dem Space-Shuttle in den Weltraum gebracht werden und

bildet dort den Arbeitsraum für die Astronauten. Darin können Experimente im Bereich der Werkstoffkunde, Biowissenschaften und Pharmazie durchgeführt werden. Das Labor wurde bei VFW-ERNO (heute MBB) gebaut und kostete etwa 1 Mrd. Dollar. Zum ersten Mal wurde das SPACELAB 1983 mit dem bundesdeutschen Astronauten Ulf Merbold eingesetzt. Die erste rein westdeutsche Mission D-1 fand 1985 statt.

Das COLUMBUS-Vorbereitungsprogramm (Phase B) wurde unmittelbar nach dem Treffen des ESA-Rats im Januar 1985 initiiert, das in einem Memorandum of Understanding (MOU) zwischen ESA und NASA seinen Niederschlag fand. COLUMBUS sollte nach der Phase B1 aus folgenden Komponenten bestehen:

- ein klimatisiertes Labor-Druckmodul auf der Basis des SPACELAB für drei Personen, das wahlweise an die US-Station angedockt und als Man Tended Free Flyer (MTFF) getrennt im Weltraum fliegen kann;
- ein Betriebs- und Ressourcen-Modul, um das Druckmodul in seiner freifliegenden Mission zu unterstützen;
- freifliegende unbemannte Experimental- und Instrumenten-Plattform koorbital zur bemannten Station oder in einer polaren Umlaufbahn;
- unbemannte Gerätemoduln zur Unterstützung der Plattformen;
- Die Kommunikation soll mit dem Tracking Data-Relay Satellite System (TDRSS) der USA erfolgen, der Start mit dem Space-Shuttle. Beim Übergang von Phase B1 zu B2 wurden einige signifikante Änderungen vorgenommen, die einerseits die Anbindung an die US-Station erhöhen, andererseits die Abhängigkeit von US-Transportkapazitäten verringern sollen:
- das Gerätemodul wurde weggelassen wegen der Komplexität der Service-Aufgabe und der Verfügbarkeit alternativer Lösungen;
- große koorbitale Plattformen werden weggelassen, polare Plattformen werden reduziert (3 Kilowatt, 2000 kg, 850 km Höhe);
- stattdessen wird die Eureka-Plattform (1 kW, 1000 kg) als koorbitale Plattform ausgebaut.
- das Druckmodul (Länge von vier SPACELAB-Modulen, Druck von 1 atm, 10 kW, bis 10.000 kg Masse) bleibt an die US-Station angekoppelt; für den Freiflug als MTFF wird ein kleineres Druckmodul verwendet (5 kW Leistung, 2000 kg Masse, 450 km Höhe);

– ARIANE 5 ersetzt das Space-Shuttle als Startgerät für die polare Plattform und das MTF

– Hermes dient als Haupt-Service-Gefährt für die polare Plattform und steht an zweiter Stelle beim MTF

– der European Data-Relay Satellite (EDRS) ergänzt TDRSS bei der Kommunikation und Datenübertragung für die Freiflugmissionen.

Wieweit die Vorstellungen der ESA verwirklicht werden, hängt von weiteren Verhandlungen mit der NASA ab. Die USA verlangen, daß in der gesamten Station US-Recht gelten soll, um die Kontrolle über die Forschungsarbeiten auf allen Teilen der Station zu behalten. So fordert die NASA daß allein die USA kommerziell interessante Materialforschung im Zustand der Schwerelosigkeit durchführen dürfen, während sich die Westeuropäer auf die weniger gewinnträchtigen Biowissenschaften beschränken sollen. Aus dem gleichen Grund lehnt die NASA das freifliegende Labor des COLUMBUS-Pakets ab, da dies unter alleiniger Souveränität der ESA stehen würde.

Ein weiterer kritischer Punkt ist die Bahn der Raumstation, die wegen der Shuttle-Startorts Cape Canaveral in einen 28°-Orbit kommt. Der französische Äquatornahe Raketenstartort Kourou mit 5° Breite wäre günstiger gelegen. Würde Europa den 5°-Orbit für eine eigene Raumstation wählen, wäre aus technischen Gründen jede Kooperation mit der US-Raumstation im 28°-Orbit ausgeschlossen. Andererseits muß die ESA die Erreichung der US-Raumstation mit einer verringerten Nutzlast und damit erhöhten Kosten bezahlen.

Obwohl ein Interesse der Militärs an der US-Raumstation zunächst abgestritten wurde, kündigte US-Verteidigungsminister Weinberger im Dezember 1986 kurz vor Abschluß der zweijährigen Verhandlungen zwischen ESA und NASA an, die Station für SDI-Forschungen nutzen zu wollen. Nach Weinberger sollten sich die USA das Recht vorbehalten, „Aktivitäten für die nationale Sicherheit auf dem US-eigenen Teil der Raumstation durchzuführen, ohne die Genehmigung oder Begutachtung anderer Nationen einzuholen.“ Im Mai 1987 legte Weinberger eine Liste möglicher militärischer Experimente auf der Raumstation vor, darunter weltraumgestützte optische Systeme, Space-Shuttle-Experimente der US-Armee, Gefechtsfeld-Beobachtung, Ortung startender Raketen. Des weiteren genannt wurde die Wartung militärischer Satelliten und die Benutzung von Transportsystemen der NASA, die noch stärker als bisher dem Pentagon untergeordnet werden sollen.

Die ESA darf sich jedoch aufgrund ihrer Satzung nicht an militärischen Projekten beteiligen. Beide Seiten einigten sich daher auf die Formel, die Raumstation nur für „friedliche Zwecke im Einklang mit internationalem Recht“ zu benutzen. Es ist allerdings bekannt, daß die US-amerikanische Auslegung des Begriffs „peaceful purposes“ militärische Experimente zuläßt, solange es keine reinen Waffentests sind, bei denen Objekte zerstört werden. Eine militärische Nutzung der Raumstation, etwa für den Test von Sensoren oder Laserzeleinrichtungen, ist damit nicht ausgeschlossen.

3. Die ARIANE – vom Arbeitspferd zum Schwerlasttransporter

Die Grundvoraussetzung für eine autonome bemannte Raumfahrt Westeuropas ist eine Transportkapazität, um die vielen Lasten ins All zu schießen. In erster Linie wird hier die ARIANE-Rakete genannt. Sie basiert auf Erfahrungen der gescheiterten Europa-Rakete in den sechziger Jahren. Die Initiative und Führung bei Konzeption und Finanzierung der von der ESA 1975 beschlossenen Rakete übernahm Frankreich mit 64 %, die Bundesrepublik trug 20 % der etwa 2 Mrd. DM Entwicklungskosten. Als Abschlußbasis wurde Kourou in Französisch-Guayana gewählt, das mit 5 Grad nördlicher Breite am günstigsten, weil äquatornächsten von allen Raumflughäfen der Welt liegt. Damit ist ARIANE für den Start geostationärer Satelliten besonders geeignet. Der erste erfolgreiche Probstart der ARIANE erfolgte 1979, der erste reguläre Start 1982.

Für den operationellen Betrieb und die Vermarktung der ARIANE-Rakete wurde 1980 die multinationale Firma ARIANESPACE gegründet, bei der 36 führende Raumfahrtunternehmen und 11 Banken aus Westeuropa sowie die französische Raumfahrtbehörde CNES beteiligt sind. Die Entwicklungskosten wurden staatlich aufgebracht, die Gewinne werden privat eingestrichen. ARIANE wurde gebaut, um das US-Monopol beim Transport kommerzieller Satelliten in den Weltraum zu durchbrechen. Mit Erfolg: Heute werden mehr als die Hälfte mit ARIANE gestartet. Damit wurde ARIANE auf dem internationalen Satelliten-Transportmarkt zu einem ernstzunehmenden Konkurrenten für das Space-Shuttle der USA, das durch die Mitführung von Menschen vergleichsweise teuer und unzuverlässig ist.

Der weltweite Umsatz beim Start von Kommunikations-, Wetter- und Aufklärungssatelliten lag 1985 bei etwa 3 Mrd. DM mit steigender Tendenz. Westeuropa bemüht sich, wie Japan,

China und die Sowjetunion auch, die Marktlücke aufzufüllen, die durch die zahlreichen Fehlschläge der US-Trägersysteme entstanden ist. 55 Mio. \$ kostete 1986 bei ARIANESPACE der Start eines 1500 kg schweren Fernsatsatelliten. Bei jährlich angestrebten Raketenstarts mit 20 Satelliten würde die ARIANESPACE-Umsatz auf bis zu sechs Mrd. Francs wachsen. Bis Ende 1986 wurden 18 Flüge durchgeführt, von denen vier fehlschlugen. Bis 1990 sind 25 weitere Flüge geplant. Der volle ARIANE-Startplan (etwa sieben Starts pro Jahr) mußte allerdings wegen des Fehlstarts von 1986 verschoben werden.

Das Grundsystem der ARIANE ist eine dreistufige Flüssigkeitsrakete von 50 m Höhe und einer Masse von 212 Tonnen, die 4,5 Tonnen in einen erdnahen Orbit bzw. 1,5 Tonnen in die geostationäre Umlaufbahn befördern kann. Bis heute wurden vier Versionen der ARIANE gebaut. Während ARIANE 3 1984 zum ersten Mal startete, wurde bereits an der schubstärkeren und flexibleren ARIANE 4 gearbeitet. Diese bezeichnet eine ganze Familie von Trägerraketen, die je nach Kundenwunsch mit unterschiedlicher Schubstärke geliefert werden kann, wobei auch Feststoffraketen hinzugefügt werden können. Sie soll größere und schwerere Nutzlasten von bis zu 4,2 Tonnen von der neuen Startanlage ELA-2 in Kourou in die Transferbahn (Übergang zum geostationären Orbit) tragen können und in der Lage sein, drei Satelliten auf einmal zu starten.

Um die vielen schweren Nutzlasten in die Erdumlaufbahn bringen zu können, die für den Aufbau einer autonomen Weltraumkapazität erwartet werden, dringt Frankreich auf einen weiteren Ausbau zur ARIANE 5. Diese als „Super-ARIANE“ bezeichnete Rakete soll ab Mitte der neunziger Jahre wahrscheinlich 15 Tonnen in die erdnahe Bahn sowie 4,5 Tonnen in die geostationäre Bahn tragen und in der Lage sein, mit der Raumfähre HERMES Menschen in den Weltraum zu bringen. Dazu müssen ein neues Kryo-Gen-Triebwerk HM-60 mit gekühltem flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff sowie zwei große Feststoffbooster entwickelt werden, die das teuerste an dieser Rakete sind, technisch jedoch keine besondere Neuheit darstellen (im Vergleich zum Shuttle-Triebwerk).

Die erheblichen Kosten werden u. a. mit einer Halbierung der Transportkosten auf rund 50 000 DM pro Kilogramm Nutzlast (im Vergleich zu ARIANE 3) begründet, was jedoch ebenso fragwürdig erscheint wie frühere Schätzungen beim Space Shuttle. Dort hatte sich die Konzeption wiederverwendbarer Feststoffraketen als wenig kostensparend erwiesen. Da ARIANE 5

von Anfang an nach den Kriterien für bemannte Raumfahrzeuge ausgelegt wird, dürften die hohen zusätzlichen Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit auch die Kosten von ARIANE 5 in die Höhe treiben, ganz abgesehen von den Startverschiebungen bei bemannten Flügen. Ob sich, außer in der bemannten Raumfahrt, für die gesteigerte Transportkapazität der ARIANE 5, überhaupt ein Markt finden läßt, ist ungewiß.

Bei den Schätzungen über den Umfang des Satellitentransportmarkts geht die beteiligte Industrie nach dem bewährten Muster vor, das auch schon beim Energiebedarf angewandt wurde und in die bekannte Argumentation für die Kernenergie einmündete: je mehr desto besser. So warten Raumfahrtszenarien des Jahres 2000 mit einem explosionsartigen Anstieg für europäische Nutzlasten und Transportkosten auf. Während hier für ARIANE 4 zwischen 1987–1995 noch 11,5 Mrd. DM veranschlagt werden, sind es für ARIANE 5 1995–2005 schon zwischen 27 und 34 Mrd. DM und für ARIANE 5/HERMES 2005–2020 gar 69 und 115 Mrd. DM. 1992 sollen die Startkosten aller ESA-Programme so hoch sein wie heute der ESA-Beitrag der BRD. Für das kommende Jahrzehnt erwartet Hans-Ärnt Vogels, Vorstandssprecher von MBB, gar Nutzlasten, die um den Faktor 1 000 höher liegen als die von 1957 (kein Wunder: der Sputnik wog ganze 85 kg!).

Obwohl diese „Berechnungen“ unzweifelhaft den Charakter einer selbsterfüllenden Prophezeiung statt einer seriösen Bedarfsanalyse haben, werden daraus jetzt schon folgenreiche Konsequenzen gezogen. So Vogels: „Im Ergebnis heißt das: rückkehrfähige Systeme, Systeme die die Atmosphäre mit luftatmenden Triebwerken durchfliegen und dadurch einen höheren Nutzlastanteil haben. Sie lassen aufgrund ihrer Wiederverwendbarkeit und der kürzeren Bodenzeiten eine drastische Senkung der Transportkosten erwarten. Dieses Konzept der Verwendung von luftatmenden Antrieben für Raumtransportsysteme im Bereich der Atmosphäre liefert zugleich neue Impulse für die künftige Entwicklung ziviler und militärischer Flugzeuge“ (Luft- und Raumfahrt, 4/86).

4. Rückkehrsysteme Westeuropas

Für die bemannte Raumfahrt sind Trägersysteme erforderlich, die Menschen in den Weltraum und wieder zurück befördern. Bei den bislang vorwiegend diskutierten Raumtransportern, die in der Atmosphäre mit Hilfe den Tragflügeln starten und/oder landen können, geht es vorwiegend um ihre Wiederverwendung für mehrere Raumflüge. Wiederverwendbarkeit und Rück-

kehrfähigkeit sind jedoch nicht dasselbe. Daß eine Rückkehr von Menschen mit Mehrstufenraketen und Wiedereintrittskapseln billig und sicher möglich ist, haben sowohl die USA als auch die UdSSR in ihren bemannten Raumfahrtprogrammen bewiesen.

Für ein rückkehrfähiges Raumtransportsystem für Westeuropa wurden verschiedene Konzeptionen genannt:

- ARIANE 4 mit unbemannten Raumkapseln
- ARIANE 5 mit einer bemannten Kapsel
- ARIANE 5 mit bemannten oder unbemannten wiederverwendbaren Raumgleitern
- Wiederverwendbares zweistufiges Raketenflugzeug
- Einstufiges Raketenflugzeug.

Wiedereintrittskapseln sind am einfachsten und billigsten zu realisieren. Von Dornier wurde eine unbemannte Kapsel mit der Bezeichnung REV (Re-entry Vehicle) vorgeschlagen, die mit Fallschirmen und auf Luftsäcken landen kann. MBB-ERNO stellte eine bemannte Kapsel SEBAL (Semi-ballistische Wiedereintrittskapsel) vor, die mit Fallschirmen, Abbremsraketen und Ausrollvorrichtung landen würde. Die Entwicklungszeiten für beide Systeme liegen bei 3 bzw. 6 Jahren. Mit solcher Technologie wäre ein Einstieg Westeuropas in die bemannte Raumfahrt ohne zeit- und kostenaufwendige Großprojekte möglich.

Von Industrie und Politik wird jedoch aus Prestige- und Profitgründen der Vorzug den Raumfähren gegeben. Die drei von Frankreich, Großbritannien und der Bundesrepublik vorgestellten Raumfahrzeuge unterscheiden sich in wesentlichen Punkten. Während die französische Raumfähre HERMES auf der Spitze einer Rakete startet und ohne Antrieb wie ein (Segel-)Flugzeug landet, soll der britische HOTOL als Flugzeug starten und landen mit einem Triebwerk, das sowohl in der Luft als auch im Weltraum arbeitet. Die BRD bemüht sich mit Sänger um eine Art Zwischenoption: ein Doppelflugzeug mit unterer Stufe für den Betrieb in der Luft und einer oberen Stufe für den Weltraumeinsatz. Während also HERMES technologisch nur wenig Neuland betritt, dafür wesentlich früher verfügbar ist, sind HOTOL und Sänger technologisch neuartig, benötigen aber um Jahrzehnte längere Entwicklungszeiten als HERMES. Sie könnten die 3. bzw. 4. Generation von Raumtransportern bilden. Während London bislang mehr an den eigenen Ideen als an denen der ESA-Partner Gefallen findet, betont Paris, HERMES sei keine Konkurrenz zu HOTOL und Sänger. In der Bundesrepublik wird nach einer Kompromißlösung gesucht, die allen ge-

recht wird, indem das eine getan wird ohne das andere zu lassen. Danach wäre HERMES der erste Schritt, Sänger der zweite und HOTOL der dritte.

Natürlich erhoffen sich die beteiligten Industrien eine „systemgestaltende Rolle“ der Bundesrepublik beim „Ideenwettbewerb mit den Briten und ihrem HOTOL“ sowie beim Gerangel mit Frankreich um die paar „High-Tech-Rosinen“, die es bei HERMES noch gibt. Sie wollen „zum richtigen Zeitpunkt mit der richtigen Technologie und mit dem richtigen Preis auf dem Markt“ sein. Bereits jetzt wird sich von der Verschmelzung der beiden bislang getrennten Disziplinen von Luft- und Raumfahrt ein Impuls in den verschiedensten Gebieten versprochen, so in der Mikrosystemtechnik, bei den neuen Werkstoffen, neuen Energieträgern und dem Hyperschall-Transport.

5. Kosten und Großmachtambitionen

Weitgehend ungeklärt ist, wie das umfangreiche Raumfahrtprogramm Westeuropas finanziert werden soll. So würde das gesamte COLUMBUS-Programm inclusive aller Nebenkosten nach früheren Angaben der ESA bis zum Jahr 2000 ca. 20,9 Mrd. DM kosten, wovon die Bundesrepublik bei einem Anteil von 38% ca. 7,9 Mrd. DM zu tragen hätte (vgl. Forum Wissenschaft, 3/87, S. 17). Die Trägerrakete ARIANE V liegt bei ca. 9,9 Mrd. DM, was mit 22% einen bundesdeutschen Anteil von ca. 2,2 Mrd. DM erfordert. Von den geschätzten 11,5 Mrd. DM für HERMES würden 3,4 Mrd. DM (30%) auf die BRD entfallen. Unter Berücksichtigung zusätzlicher Ausgaben für einen Daten-Relais-Satelliten und eine neue Startrampe in Kourou ergibt sich ein Gesamtbetrag für die bemannte Raumfahrt von 45,5 Mrd. DM gegenüber einem Gesamtbudget von 64 Mrd. DM, an dem sich die Bundesrepublik bis zum Jahre 2000 mit 14,4 Mrd. DM beteiligen würde. Nach neueren Zahlen sollen davon 15–20% eingespart werden, was die ursprünglichen Pläne in Frage stellt. Legt man dagegen die Inflation sowie die bei Großprojekten üblichen Preissteigerungsraten zugrunde, so ergeben sich für die Bundesrepublik Gesamtbeträge, die über 20 Mrd. DM liegen können. Nicht berücksichtigt sind dabei die weiteren ESA-Programme sowie die nationalen Raumfahrtprogramme (z. B. HOTOL, Sänger), die ebenfalls ausgebaut werden sollen. Es ist abzusehen, daß dies nur durch eine Vervielfachung der jährlichen Raumfahrtausgaben, die derzeit in der BRD bei rund 1,5 Mrd. DM liegen, geschehen kann. Der französische Beitrag liegt noch erheblich darüber. Die damit verbundenen

Konflikte könnten die Realisierung der Beschlüsse von Den Haag, die ohnehin nur nach längeren Querelen zustande kamen, wieder gefährden.

Während die hohen Kosten offensichtlich sind, ist ein konkreter gesellschaftlicher Nutzen, der ein Crash-Programm dieser Größenordnung rechtfertigen würde, gegenwärtig nicht erkennbar (sieht man einmal ab von den Interessen der Raumfahrtindustrie). Dies gilt auch dann, wenn der versprochene wissenschaftliche Erkenntnisgewinn, der sich sicher nicht in Heller und Pfennig ausrechnen läßt, tatsächlich eintritt. Bislang stehen wissenschaftlich fundierte Analysen, die bei derart weitreichenden Entscheidungen eigentlich selbstverständlich sein sollten, noch aus. Dies betrifft insbesondere die Bestimmung des geeigneten Verhältnisses von Menschen und Automaten im Weltraum sowie die Frage einer Internationalisierung der Raumfahrt, um Aufwand und Nutzen auf möglichst viele Nationen zu verteilen und Mehrfachentwicklungen zu vermeiden.

Während Westeuropa bislang mit vergleichsweise geringen Beiträgen auf vielen Gebieten der Raumfahrt seine technologische Leistungsfähigkeit demonstriert hat, steht nun zu befürchten, daß durch überstürzte Autonomiebestrebungen folgeschwere Entwicklungen der USA kopiert werden. Die Challenger-Katastrophe und die darauf folgende mehrjährige Lähmung der US-Raumfahrt sollten eine Mahnung dafür sein, eine Fixierung auf zu teure und fehleranfällige Großprojekte möglichst zu vermeiden und statt dessen auf eine schrittweise Weiterentwicklung erprobter, zuverlässiger und kostengünstiger Technologien zu setzen. Das sowjetische Vorgehen könnte in dieser Hinsicht ein Vorbild sein. Angesichts der ungünstigen Kosten-Nutzen-Relation und der genannten Risiken befürchten Kritiker, die teuren Raumfahrtprojekte würden auf Kosten anderer gesellschaftlich nützlicher Forschungsvorhaben, etwa im Bereich der alternativen Energieversorgung oder durch Abbau sozialer Leistungen finanziert. So nennt ein im September 1987 von bundesdeutschen Wissenschaftlern verfaßtes Memorandum zur „Kritik der Bonner Weltraumpolitik“ die Raumfahrtpläne Westeuropas eine bedenkliche Weichenstellung, die „schwierig zu revidieren“ sei, so daß durch Sachzwänge der Handlungsspielraum späterer Regierungen „erheblich eingeengt“ werde. Die Schaffung von „Subventionsruinen im Weltall“ führe zu „haushaltspolitischen Engpässen“, mit weitreichenden Konsequenzen für die gesamte Forschungspolitik. Darüber hinaus wird befürchtet, daß der „Griff nach dem Weltall eher Vehikel zur Neuaufgabe einer gefährlichen Globalpolitik ist“, die mit

einer „militärischen Nutzung des Weltalls Hand in Hand geht“.

Solche Befürchtungen sind berechtigt. Um die hohen Ausgaben, die einer direkten Subventionierung der westeuropäischen Hochtechnologie-Konzerne gleichkommen, rechtfertigen zu können, werden machtpolitische und militärische Begründungen herangezogen. So veröffentlichte im Juni 1986 das Forschungsinstitut der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik (DGAP) den Bericht einer Expertengruppe, nach der sich „Westeuropa als Weltraummacht des 21. Jahrhunderts versteht und die Bundesrepublik Deutschland ihre Weltraumpolitik mit Blick auf dieses Ziel ausbauen (sollte)“. Die zentrale These: „Die politische Stellung eines Staates, sein Ansehen und sein Einfluß innerhalb der internationalen Gemeinschaft werden im ausgehenden 20. Jahrhundert ... wesentlich davon abhängen, ob er fähig und bereit ist, den Weltraum zu erschließen, die dafür erforderlichen Technologien zu beherrschen sowie die hierfür benötigte industrielle Basis zu schaffen.“ Der Einfluß wird dabei nicht nur im technologischen oder wirtschaftlichen Bereich gesehen, um eine Führungsposition gegenüber der Weltmarktkonkurrenz zu erreichen, sondern auch im militärischen Bereich, etwa zur Satellitenkommunikation, für die konventionelle Kriegführung oder zur Abwehr taktischer Kurzstreckenraketen in Europa (das Gegenstück zum SDI-Programm). Während der DGAP-Bericht sich bei der militärischen Nutzung noch weitgehend zurückhält, wird eine bereits im Juni 1984 gefaßte Entschließung (Nr. 410) der Westeuropäischen Union noch deutlicher. Darin wird davon ausgegangen, daß „das Weltraumpotential ein zentraler Entscheidungsfaktor in der zukünftigen Kriegsführung sein wird, daß in militärischen Begriffen der Unterschied zwischen den weltraumfähigen und den anderen fast genauso groß sein wird wie der gegenwärtige Machtunterschied zwischen den nuklearen und den nicht-nuklearen Nationen, und daß Europa diese Tatsache nicht nur zur Kenntnis nehmen, sondern daraufhin auch etwas tun soll“. Neben einer größeren industriellen Beteiligung an den Nachrichtensatelliten und militärischen Satellitenprogrammen der NATO empfiehlt die WEU, eine eigenständige „Raumfahrtpolitik in den strategischen Schlüsselbereichen – Träger, bemannte Module, Integration von Raumstationen, Nachrichten-, Wetter- und Fernerkundungssatelliten sowie bemannte und wiederverwendbare Wartungs- und Raumtransportfahrzeuge – festzulegen“ (vgl. „Blätter“, 2/85 und 6/87).

Wie dies aussuchen könnte, konkretisierte der Brite Wilkinson in einem ausführlichen WEU-

Bericht über „The military use of space“ im Juni 1984. Die Doppelfunktion (dual use) der Weltraumtechnologie für zivile und militärische Aufgaben ist dabei einer der Kernpunkte: „Die für zivile Zwecke verwendeten Techniken können ebenso für militärische Zwecke eingesetzt werden, und es liegt an den Staaten und Industrien zu entscheiden, welche Verwendung sie aus ihrer Kenntnis oder Hardware machen.“ Darüber hinaus wird sogar eine direkte Beteiligung an der Bewaffnung des Weltraumes gefordert, durch die Entwicklung eigener Anti-Satellitenwaffen oder Raketenabwehrsysteme.

Inwieweit sich solche auf die Zukunft gerichteten militärischen Konzeptionen, die erheblich zur Gefährdung des Friedens in Europa führen könnten, durchsetzen werden, ist noch nicht entschieden. Die Bedingungen zu ihrer Verhinderung sind günstig, wenn eine konsequente Entspannungspolitik verfolgt wird, die zu einer wirtschaftlich-technischen Zusammenarbeit zwischen Ost und West führt. In diesem Fall kann auch die systemübergreifende Nutzung des Weltraums ein wesentlicher Beitrag zum Frieden sein, etwa durch eine Beteiligung osteuropäischer Staaten an ESA-Projekten oder durch gemeinsame Vorhaben Westeuropas mit der Sowjetunion, die auf diesem Sektor weltweit an der Spitze liegt. Angesichts sich zuspitzender globaler Probleme sollte dies nicht durch eine unnötige Verschwendung von Ressourcen geschehen, wenn etwa jede Raumfahrtmacht ihre eigenen kostspieligen Weltraumsysteme entwickelt. Das Bestreben nach einer friedlichen Nutzung des Weltraums muß daher ergänzt werden durch die Forderung nach einer sinnvollen, rationellen und an den Interessen der gesamten Menschheit orientierten Raumfahrt. Für die Raumfahrtspolitik Westeuropas heißt dies: Kooperation statt Konfrontation.

Weiterführende Literatur: J. Scheffran, Die Europäische Weltraumgemeinschaft – Aufbruch in die Zukunft?, „Blätter für deutsche und internationale Politik“ (Blätter), 2/1985, S. 169 ff.; D. Engels, J. Scheffran, Bundesdeutsche Weltraumpolitik – Großmachtsstreben im All, „Blätter“, 6/1987, S. 764–779; s. auch: D. Engels, J. Scheffran, Westeuropa – Die dritte Großmacht im All? In: D. Engels, J. Scheffran, E. Sieker, SDI – Falle für Westeuropa, Köln 1987, S. 195–228. – Vom Drang nach neuen Wirkungsräumen, Sonderheit zur Weltraumpolitik der Bundesrepublik Deutschland, „Forum Wissenschaft“, Nr. 3, 1987; zur ökonomischen Analyse siehe den Beitrag: J. Weyer, Subventionsruinen im All – Fiskalische Konsequenzen der Bonner Raumfahrtspolitik, S. 15–19. – Memorandum Kritik der Bonner Weltraumpolitik, Bonn, September 1985; Deutsche Weltraumpolitik an der Jahrhundertsschwelle. Analyse und Vorschläge für die Zukunft, Bericht einer Expertengruppe für die Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik, Bonn 1986; The military use of space (Wilkinson Report); WEU Dokument 976, 15. 6. 1984. – European Space Directory 1987, Servig Press, Paris, 1987.

Die technischen Angaben sind aus folgenden Einzelbeiträgen zusammengestellt: Elliot Marshall, Science and the Space Station, „Science“, Vol. 236, 5. Juni 1987, S. 1176 zu 1179. – David Dickson, Space Station Plan Upsets Europe, „Science“, 19. 12. 87, S. 1487; Europe Plans Its Own Mini Space Station, „Science“, Vol. 232, 16. 5. 1987, S. 816–817. – Götz, Wange, Startschuß zum Bau der internationalen Raumstation, „Flug Revue“, 12/1987, S. 8–13. – Dietrich Lemke, Die Raumstation – Nutzen und Nutzer, „Sterne und Weltraum“, 4/1987, S. 203–205. – F. Longhurst, The Columbus Systems Baseline and Interfaces, „ESA-bulletin“, Nr. 50, 1987, S. 88–96. – Theresa M. Foley, International Negotiations Stalled By NASA/Military Station Dispute, „AWST“, April 20, 1987, S. 18–20; Defense Department Backs Down On International Space Station Demands, „AWST“, April 27, 1987, S. 42–43; Pentagon Describes Possible Military Space Station Experiments, „AWST“, May 4, 1987, S. 25–26. – Herbert Kunisch-Holtz, Europas Solo im Weltraum, „manager-Magazin“, 6/86, S. 100–109. – Götz Wange, Europäer setzen auf Super-ARIANE, „Flug Revue“, 10/84, S. 8–14. – Jürgen Beckmann, ARIANE-4-Familie, „Flug Revue“, 2/1985, S. 24–25. – Europäisches Rückkehrfähiges Raumtransportsystem, Memorandum der DFVLR, Köln 1985. – Bob Jaques' Hermes – Mehr Masse und weniger Nutzlast, „ASTRO“, 8/1987, S. 845–847. – Hans Arnt Vogels, Von der Mikrosystemtechnik zum Raumtransporter Sänger II, „Luft- und Raumfahrt“, 4–86, S. 99–108. – Ernst Högenauer, Entwicklungstendenzen bei Raumtransportern, „Luft- und Raumfahrt“, 4–86, S. 109–117. – Wolfgang Engelhardt, Hermes kommt, „ASTRO“, 2/1987, S. 46; Mit Sänger gegen Hotol, „ASTRO“, 2/1987, S. 7. – Projekt Sänger: Europa plant Zwei-Stufen-Shuttle, „Flug Revue“, Nr. 12, Dezember 1986, S. 22–25.

Friedrich Wilhelm Herschel (1738–1822)

Ein „Amateur“ erweiterte den Blick des Menschen

JÜRGEN HAMEL

Die Astronomiegeschichte kennt viele Gelehrte, die sich mit bleibenden Leistungen in ihr verewigt haben, obwohl die Astronomie niemals ihr Hauptberuf war, sie keine astronomische Ausbildung erfuhren und zum Teil ohne höhere Schulbildung waren. Heute würde man sie als Amateure bezeichnen, die sich autodidaktisch bildeten. Gerade das 18. und 19. Jh. zeigt uns viele glanzvolle Beispiele: Bessel wurde Kaufmann und schon mit 26 Jahren, ohne das Gymnasium beendet zu haben, Professor für Astronomie; Olbers führte am Tage seine Arztpraxis und studierte nachts mit großem Erfolg den Himmel; Mädler, berühmter Mondforscher und Professor war ohne höhere Schulbildung Leiter einer Berliner Armenschule, später Schönschreiberlehrer

am Diesterweg'schen Lehrerbildungsseminar ... Und schließlich Friedrich Wilhelm Herschel!

1738. Am 15. Nov. wurde Friedrich Wilhelm Herschel in Hannover geboren. Seine Vorfahren sind seit 1618 in Pirna b. Dresden nachweisbar. Der Vater, Isaac Herschel wurde Militärmusiker in der Kgl. Hannoverschen Garde. Wilhelm wuchs mit fünf Geschwistern auf, unter ihnen Karoline Lukretia (geb. 1750). Der Vater war ein gebildeter Mann mit weiten Interessen. Von ihm erhielt Wilhelm Unterricht als Musiker und Anregungen, sich mit Philosophie und Naturwissenschaften zu beschäftigen.

1753. Der junge Herschel tritt als Musiker in die Hannoversche Militärkapelle ein und weilt 1752 mit dem Garderegiment in England. Er übt sich hier intensiv in der englischen Sprache und wird mit dem Werk des Philosophen John Locke bekannt, das für sein späteres Wirken von großer Bedeutung wurde. Im Sinne der Lockeschen Philosophie schrieb Herschel 1785:

„Zuerst aber sey es mir erlaubt zu erinnern, daß, wenn wir irgend einen Fortschritt in einer Nachforschung ... zu machen hoffen wollen, wir zwey entgegengesetzte Abwege zu vermeiden haben, von denen sich kaum sagen läßt, welcher der gefährlichste sey. Hängen wir unserer phantastischen Einbildungskraft nach, und bauen Welten nach Belieben; so ist es kein Wunder, wenn wir vom Pfade der Wahrheit und der Natur weit abkommen ... Auf der andern Seite, wenn wir Beobachtung auf Beobachtung häufen, ohne allen Versuch, aus denselben nicht bloß gewisse Schlüsse, sondern auch muthmaßliche Vorstellungsarten zu ziehen; so verstoßen wir gegen den eigentlichen Endzweck, um dessentwillen allein Beobachtungen angestellt werden sollten.“

Mit anderen Worten: Das Wesen der Erkenntnis liegt in der Vereinigung von Beobachtung und theoretischer Bearbeitung.

Kurz nach Ausbruch des 7jährigen Krieges verläßt Herschel das Militär und siedelt, völlig mittellos, nach England über. Zunächst findet er eine Anstellung als Notenschreiber, dann als Leiter kleiner Militärkapellen. Er beginnt zu komponieren.

1766. Herschel wird Organist im englischen Luxusbad Bath und gibt Musikstunden. Daneben bildet er sich autodidaktisch in der Astronomie. Herschel beginnt mit astronomischen Beobachtungen. Seine Spiegelteleskope (polierte Metallspiegel, Cu und Sn) fertigte er selbst an, was sich später zu einem lukrativen Geschäft ausweitete.

1781. Seit 1779 war Herschel mit einer zweiten Himmelsdurchmusterung beschäftigt. Er registrierte mit einem 7füßigen Teleskop ($D = 16$ cm) alle Sterne bis zur 8. Größenklasse (Abb. 2). Dabei entdeckte er am 13. März 1781 ein Gestirn, das ihm durch ungewöhnliche Helligkeit, seine Bewegung und sein Fehlen in den Sternkarten auffiel. Er berichtet darüber in den

„Philosophical Transactions“ der Royal Society of London unter dem Titel „Account of a Comet“. Doch darin irrte Herschel, denn er hatte den ersten, nicht schon im Altertum bekannten Planeten entdeckt – Uranus.

Im Nu wurde der Amateurastronom Herschel bekannt. Der König bot dem schon fast 43-jährigen eine Stellung als Privatastronom an und aus Herschels Hobby wurde sein Beruf.

1782. Herschel begründet mit seinem ersten Doppelsternkatalog ein neues Arbeitsgebiet der klassischen Astronomie. Sein ursprüngliches Ziel bestand in der Auffindung geeigneter Sterne zur Messung relativer Parallaxen. Das Problem wird daraus verständlich, daß zu diesem Zeitpunkt Doppelsterne fast ausnahmslos als lediglich perspektivische (scheinbare) Sternpaare angesehen wurden. Damit schien die parallaxische Verschiebung des näheren Sterns relativ zum entfernteren meßbar (dieses Prinzip wandte später Bessel erfolgreich an). Herschel fand jedoch so viele eng benachbarte Sterne, daß nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung eine physische Zusammengehörigkeit die notwendige Folgerung sein mußte. In insgesamt drei Katalogen registrierte Herschel 850 Doppel- und Mehrfachsterne. Bei etwa 50 Systemen gelang ihm nach 25jähriger Beobachtungszeit der direkte Nachweis einer Bewegung der Komponenten umeinander.

1783. Ausgehend von dem Bild, daß ein Spaziergänger im Wald die Bäume vor sich scheinbar auseinanderrücken sieht, während sich hinter ihm die Abstände zwischen ihnen zu verkleinern scheinen, untersuchte Herschel die Bewegungsrichtung der Sonne im Raum. Aus der Analyse der Eigenbewegung von nur 13 Sternen leitet er den Zielpunkt der Sonnenbewegung (Apex) nahe dem Stern λ Herculis ab, unweit des noch heute als gültig angesehenen Punktes.

1784. Immer wieder standen Durchmusterungen auf Herschels Beobachtungsprogramm. 1784 publizierte er eine erste Arbeit zum Thema „Construction of the heavens“. Er hatte in 3400 ausgewählten Feldern in der Zone zwischen $-30^\circ \dots +45^\circ$ Dekl. die jeweils enthaltenen Sterne mit einem 20füßigen Teleskop gezählt. Die Sternzahl war ihm dabei ein relatives Maß für die Dicke unseres Sternsystems in der jeweiligen Richtung. Zwei nicht streng gültige Grundvoraussetzungen lagen dieser Arbeit zugrunde: Zunächst erreichte auch das neue große Teleskop nicht die an der Grenze unseres Sternsystems befindlichen lichtschwachen Sterne; andererseits ging Herschel grundsätzlich von der gleichen absoluten Helligkeit aller Sterne aus. Dennoch

gelang Herschel die Ableitung der Grundstruktur unserer Galaxis (Abb. 3), die sich später im wesentlichen bestätigte – auch wenn natürlich die quantitativen Verhältnisse nicht erfaßt wurden (Achsenlängen 850 bzw. 155 Siriusweiten). 1786. Auch die in jenem Jahr mit einem 1000 Objekte umfassenden Katalog von „Nebelflecken“ (Galaxien, Sternhaufen, galaktische Nebel ...) zu einem ersten Ergebnis geführten neuen Durchmusterungsarbeiten nutzte Herschel zur Ableitung weitgehender Schlußfolgerungen. Er erkannte die grundsätzliche Ähnlichkeit zwischen unserem Milchstraßensystem und manchen anderen elliptischen Nebeln – damit ihre extragalaktische Natur. In einer Zeit, in der noch nicht einmal die genaue Entfernung der nächsten Sterne bekannt war, führte er seinen Zeitgenossen wahrhaft kosmische Dimensionen vor. Er meinte, daß der Abstand zu den „entlegensten“ Nebelflecken bei 2 Mill. Lichtjahren liege! Davon ausgehend zog er Schlußfolgerungen für die kosmische Zeitskala, da diese Entfernung bedeute, daß die entsprechenden Nebelflecke bereits seit so vielen Jahren existieren müssen, „um die Strahlung auszusenden, die ihn uns jetzt sichtbar machen“.

Aus der Betrachtung der Morphologie der einzelnen Objekte entwickelte er eine Theorie der kosmischen Entwicklung. Er legte ihr das Prinzip zugrunde, daß es unerheblich sei, ob man die Entwicklung einer Objektklasse anhand der Entwicklungsstadien durch jeweils ein Individuum dokumentiere (Herschel zieht als Analogie die Entwicklung einer Pflanze heran).

Herschel ist sich darüber im Klaren, daß die kosmischen Entwicklungsprozesse für eine direkte Beobachtung zu langsam verlaufen, so daß nur der zweite Weg bleibt – vom räumlichen Nebeneinander unterschiedlicher Formen auf ihr zeitliches Nacheinander zu schließen, ein auch in der heutigen Forschung fundamentales methodisches Prinzip.

Der Gedanke kosmischer Entwicklungsprozesse wurde von fast allen seiner Zeitgenossen zurückgewiesen.

1802. Herschel schließt seine Arbeiten zur Entwicklung von Sternen und Sternsystemen im wesentlichen ab. Er begründet 12 Entwicklungsstadien. An den Anfang dieser Reihe setzte er den „freien selbstleuchtenden Lichtnebel“ (diffus verteilte Materie). Infolge fortschreitender Verdichtung bildet sich eine zentrale Konzentration, die bald als sternförmiger Kern sichtbar wird. Es entsteht ein Planetarischer Nebel mit Zentralstern, der weitere Nebelmassen auf sich zieht und bald als rein leuchtender Einzelstern erscheint. Durch gegenseitige Anziehung zweier

benachbarter Sterne bildet sich zunächst ein Doppelsternpaar, dann ein Drei- und Mehrfachsternsystem. Der weitere Zuwachs an Sternen führt zu „den ungeheuren Sammlungen kleiner Sterne“, wie sie unsere Milchstraße bilden (Abb. 3).

Wenn auch einzelne Stadien der Herschelschen Konzeption nicht zutreffen, besticht die Geschlossenheit seiner Theorie. Mit einigen Grundvorstellungen traf er durchaus das Richtige (z. B. Bildung von Einzelsternen aus diffus verteilter Materie, man vergleiche dazu auch Kants Theorie von 1755) und sein methodisches Konzept besitzt bis heute Gültigkeit.

1822. Sir William Herschel stirbt am 15. Aug. in Slough – Arago meinte, hier sei „der Ort der Welt, an dem die meisten Entdeckungen gemacht worden“ sind. Von allen Zeitgenossen wird er als eine gebildete, warmherzige, verständnisvolle Persönlichkeit, fern jeder Selbstüberschätzung geschildert. Sein Werk wird fortgesetzt durch seinen Sohn Sir John Frederick William (1792–1871).

1848. Am 9. Jan. stirbt in Hannover Karoline Herschel, aufopferungsvolle Assistentin ihres Bruders, Entdeckerin mehrerer Kometen, Autorin wichtiger astronomischer Arbeiten.

Literatur: Hamel, J.: Friedrich Wilhelm Herschel. Biogr. hervorragender Naturwiss., Techn. u. Mediziner Bd. 89. Leipzig 1988.

In eigener Sache

Herausgeber und Redaktion teilen zur erheblich verspäteten Auslieferung der Hefte 4–6/88 folgendes mit:

Den Postzeitungsvertrieb (PZV) trifft an der unregulären Auslieferung dieser Hefte keinerlei Schuld.

Die Verzögerungen bei Heft 4/88 sind eingetreten durch verspätete Manuskriptabgabe durch die Redaktion an die Druckerei, durch unverantwortlich späte Lieferung der Abbildungen durch die Klischeeanstalt, so daß der Klebumbuch erst am 7.11.88 an die Druckerei abgehen konnte. Und: Am 28.11.88 erbat die Druckerei von der Redaktion ein neues Klischee, wegen einer technischen Panne. Die Redaktion erteilte am gleichen Tage einen entsprechenden Bלאuftrag dazu.

Um ähnliche Fälle künftig zu verhüten, wurde ab Heft 5/88 eine neue Klischeeanstalt gefunden, die ab Heft 1/89 termingemäß liefert. Bitte entschuldigen Sie!

Heft 1/1989 wird von der Druckerei am 30. 03. 1989 an den Postzeitungsvertrieb ausgeliefert werden.

I. A.: H. ALBERT

**Allen Lesern, Autoren und Mitarbeitern
entbieten wir für das Jahr 1989
die besten Wünsche.**



Abb. 1: Friedrich Wilhelm Herschel.

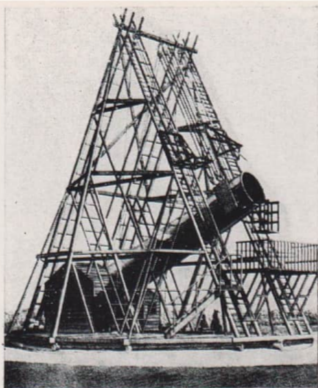


Abb. 2: Zu Ehren Herschels wurde das Sternbild „Telescopium Herschelii“ eingeführt (abgetrennt aus Aur und Lyn). Das Instrument entspricht einem 7-Fuß-Teleskop, wie es auch im Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden zu sehen ist (nach Bode 1801).

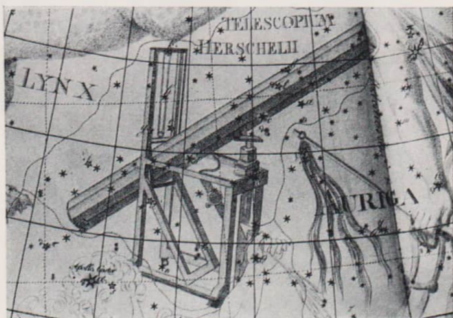
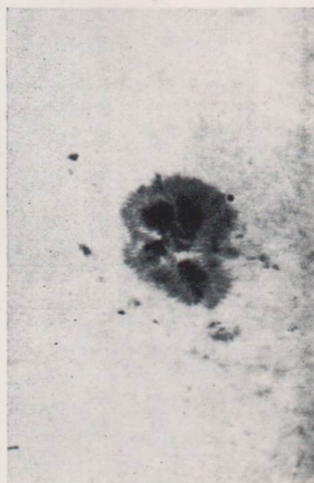
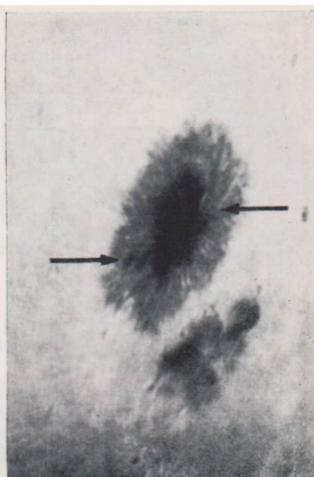
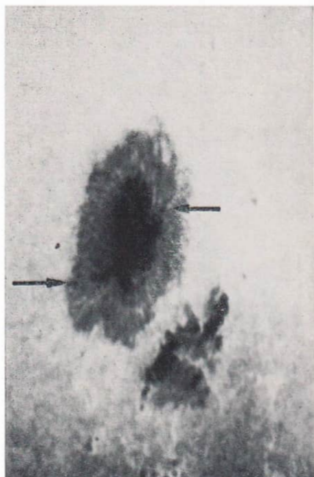


Abb. 3. Die Struktur unserer Galaxis nach Herschels Beobachtungen.





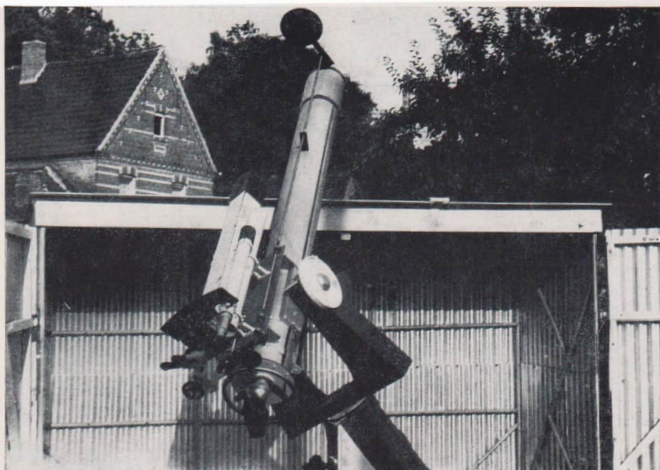


Bild 5: Das Aufnahmeinstrument mit 80/1200 Leitrohr, 63/840 Protuberanzenrohr u. 50/540 Sucher.

Zum Beitrag S. 153: Sonnenfleckendetaufnahmen durch den Amateur

Bild 1 und 2: Strukturänderungen in einer H-Gruppe.
Bild 1: 8.45 MEZ am 22.08. 1987.

Bild 2: 9.50 MEZ am 22.08. 1987.

Die Pfeile zeigen Umbranteile, die an den Penumbrafilamenten zur ungestörten Photosphäre driften und sich dabei auflösen. N ist oben, W links.

Bild 3: 14.00 MEZ am 03. 10.

Bild 4: 13.45 MEZ am 13. 10.

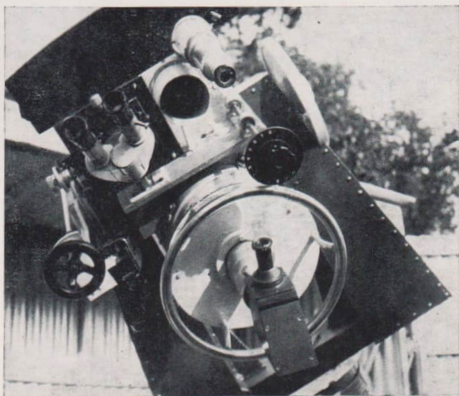
1987} West oben,

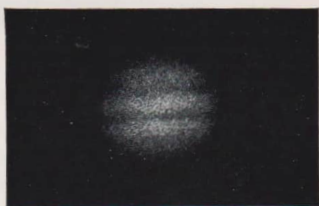
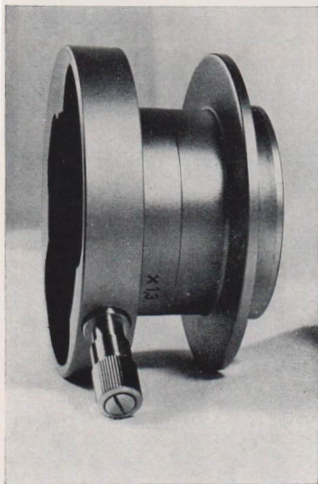
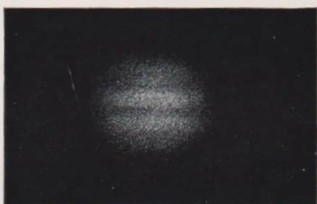
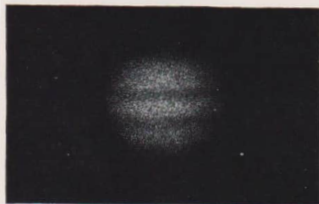
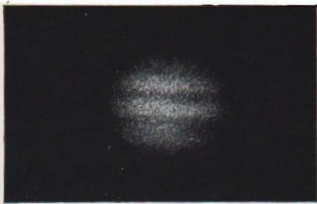
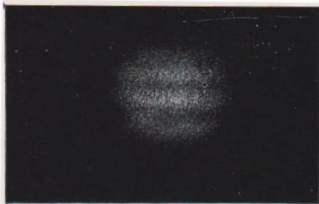
1987} Nord recht

Alle Aufnahmen: 150/2670-Refraktor, $f = 35$ m. Bel. Zeit 1/1000 sec. Film: MA 8 entwickelt in MH 28 (1 + 4)

4 min 26

Bild 6: Okularende des 150 mm-Refraktors, links: Binokular u. Kreuzschlitten am P-Teleskop rechts: Handrad für Objektivklappe, angebaut ist ein Sonnenprisma zur visuellen Beobachtung.





Zum Beitrag Seite 147: Jupiteraufnahmen

Abb. 1: 1987 Sept. 18, 1.30 MEZ, ZMII 344°.

Abb. 2: 1987 Sept. 18, 2.08 MEZ, ZMII 8°.

Abb. 3: 1987 Sept. 18, 2.22 MEZ, ZMII 16°.

Abb. 4: 1987 Sept. 18, 2.58 MEZ, ZMII 38°.

Abb. 5: 1987 Sept. 22, 1.45 MEZ, ZMII 235°.

Bei allen Aufnahmen ORWO NP27, Negativbild
Ø 3 mm, 4...8 sec. belichtet, Norden oben.

Abb. 6: Der Barlowansatz besteht aus Barlowlinse, Wechselring und Wechseleinrichtung.
(Fotos: J. Hähnel)

Astronomie in der VR China

KLAUS SCHIMM

In der Literatur findet man nur selten Informationen über die Astronomie und über astronomische Observatorien in der VR China. Deshalb hat sich der Verfasser seit einiger Zeit mit dieser Thematik befaßt und mit freundlicher Unterstützung eines chinesischen Amateurastronomen zahlreiche Informationen zusammengetragen.

Bekanntlich hat die Astronomie in China eine jahrtausendalte Geschichte. Astronomische „Tagebücher“, die über alle Himmelserscheinungen Auskunft geben, führten die Chinesen bereits seit dem achten Jahrhundert v. u. Z. In China fand man die wohl ältesten gedruckten Sternkarten, die zu einem Buch gehören, das 1088 begonnen und 1094 vollendet wurde. Diese Sternkarten zeigen den Nord- und Südhimmel und eine breite Zone um den Himmelsäquator [1]. Die Beobachtung der Supernova im Sternbild Stier im Jahr 1054 geht u. a. ebenfalls auf chinesische und japanische Astronomen zurück. Der Rest dieser Supernova ist noch heute als Krebsnebel sichtbar.

Die Gründung der ersten Sternwarten in China reicht sehr weit zurück. Kunstvolle, besonders mit Drachenfiguren verzierte, aus Bronze bestehende Beobachtungsinstrumente (Armillarsphären, Gnomone u. a.) sind besonders aus der Ming-Dynastie (1368–1644) erhalten geblieben und datieren aus dem Jahr 1437 (vgl. auch 4. Umschl.-S.).

In Durchführung des chinesischen Nationalprogramms zur Entwicklung der Wissenschaften und Technologien (1956–1968) wurden vorhandene Observatorien rekonstruiert und modernisiert sowie neue Sternwarten errichtet. Gegenwärtig gibt es in der VR China fünf Hauptobservatorien, die zur Akademie der Wissenschaften gehören. Es sind sehr komplexe Einrichtungen der astronomischen Forschung mit breit angelegten Forschungsprogrammen. Demzufolge findet man ein breites Spektrum von astronomischen Beobachtungsgeräten an diesen Observatorien.

Das Zijinshan-Observatorium

Das Zijinshan-Observatorium der Akademie der Wissenschaften befindet sich in 367 m ü. d. M. auf dem „dritten“ Berg des Zijinshan-Gebirges, dem Purpur-Berg, am östlichen Vorort von Nanjing (Nanking) in der Provinz Jiangsu.

Nanjing ist eine 1,7 Millionen Einwohner zählende Stadt am Fluß Changjiang. Das Observatorium wurde 1929 errichtet und 1934 in Betrieb genommen. Es umfaßt 11 Forschungsabteilungen und eine optisch-mechanische Werkstatt. Über 250 Wissenschaftler und Techniker sind hier beschäftigt.

Das Zijinshan-Observatorium arbeitet auf den Gebieten der Astrophysik, der Himmelsmechanik, der Radioastronomie. Darüber hinaus beteiligt es sich an der Entwicklung von astronomischen Satelliten und von Radioteleskopen, die im Millimeterbereich arbeiten. Das astrophysikalische Programm beinhaltet Aufgaben der Sonnen- und Stellarphysik, der Physik der Planeten und der Hochenergie-Astrophysik. Mit der Bahtheorie künstlicher Erdsatelliten, der dynamischen Entwicklung des Sonnensystems und mit der Kalenderrechnung befaßt sich das himmelsmechanische Programm. Außerdem werden am Zijinshan-Observatorium Planetoiden, Kometen, künstliche Erdsatelliten und besondere Himmelserscheinungen beobachtet und die Sonne im optischen und Radiobereich überwacht.

Zur fotografischen Satellitenüberwachung steht ein 43/60 cm Schmidt-Spiegelteleskop zur Verfügung, das 1964 im Nankinger Werk für astronomische Instrumente hergestellt wurde. Ein 20 cm-Refraktor, der mit einem Astrografen kombiniert wurde, dient zur Beobachtung der Sonnenflecke. Darüber hinaus verfügt das Observatorium zur Sonnenbeobachtung über einen 40 cm-Coelostaten mit Spektroheliostop und über ein 14 cm-Lyot-Sonnenteleskop zur Beobachtung im H α -Licht. Die radioastronomische Überwachung der Sonne erfolgt mit einem modernen Radioteleskop, das einen Antennendurchmesser von 1,5 m besitzt und auf einer Wellenlänge von 3,2 cm arbeitet. Hauptinstrument des Zijinshan-Observatoriums ist ein 600 mm-Spiegelteleskop zur fotografischen und fotoelektrischen Beobachtung sowie zur Anfertigung von Sternspektren.

Zur Bearbeitung des anfallenden Datenmaterials steht dem Observatorium seit 1982 ein Computer chinesischer Produktion zur Verfügung, der bereits 1 Million Operationen pro Sekunde ausführt.

Das Peking astronomische Observatorium

Der Hauptteil des Observatoriums befindet sich im Westen der chinesischen Hauptstadt in Zhongguancun und wurde 1958 errichtet. Der Einfluß der Millionenmetropole auf die Beobachtungsbedingungen erforderte die Verlegung eines Teils des Observatoriums in das nahe-

liegende Gebirge westlich der Hauptstadt. Auch das Pekinger Observatorium besitzt mehrere Forschungsabteilungen und arbeitet speziell auf dem Gebiet der Sonnenforschung und der Radioastronomie. Für die Sonnenbeobachtung wurde ein Sonnenteleskop in einer kugelförmigen Kuppel auf ein architektonisch recht eigenwillig gestaltetes Gebäude installiert. Zur Vermeidung von Turbulenzen wird die gesamte Kuppel vor der Beobachtung nach hinten abgefahren. Am Pekinger astronomischen Observatorium befindet sich ein Radioteleskop, das auf der Frequenz 232 MHz arbeitet. Es besteht aus einer großen Anzahl von Parabolspiegeln mit einem Durchmesser von rund 10 m, die hintereinander angeordnet sind. Zur Verfügung steht weiterhin ein 60/90 cm Schmidt-Spiegelteleskop und ein 40 cm-Astrograph. Gegenwärtig befindet sich für die Xin Long-Station des Pekinger Observatoriums ein 2,16 m-Spiegelteleskop in der Herstellung. Es kann in drei Systemen betrieben werden, im Primärfokus ($f/3$), Cassegrain-Fokus ($f/9$) und im Coudé-Fokus ($f/45$). Für das Gerät ist eine englische Achsenmontierung vorgesehen [4].

Das Shanghai-Observatorium

Über dieses Observatorium liegen gegenwärtig nur sehr wenige Informationen vor. Das Shanghai-Observatorium besteht aus zwei Stationen, der Xujiahui- und der Sheshan-Station. Die Xujiahui-Station befindet sich 5 m ü. d. M. in der Nähe der südwestlichen Vororte von Shanghai auf $31^{\circ} 12' \text{ n.Br.}$ und $120^{\circ} 26' \text{ ö. L.}$ Es bildet den Hauptteil des Observatoriums. Die Sheshan-Station befindet sich 95 m ü. d. M. in einer maleischen Landschaft am Rande der Stadt westlich des Sheshan-Gebirges. An dieser Station wurde im Dezember 1986 das modernste und größte Radioteleskop der VR China installiert. Es besitzt ein 240 Tonnen schweres Antennensystem mit einem Durchmesser von 25 m. Das Radioteleskop ist mit modernsten, in der VR China entwickelten Rechnern gekoppelt, die die ankommenden Informationen verarbeiten und auf einen Terminal aufzeichnen.

Das Shaanxi-Observatorium

In einer schönen Landschaft, am Fuße des Mount Li nahe der Stadt Xi'an (1,5 Millionen Einwohner) in der Provinz Shaanxi wurde 1966 das Shaanxi-Observatorium errichtet. Hauptaufgabe des Observatoriums ist der Zeit-Dienst in der VR China. Das Observatorium besteht aus fünf Forschungsabteilungen und zwei Spezial-Radiostationen zur Übertragung der Stan-

dard-Zeit. Desweiteren besitzt das Observatorium eine Satellitenbeobachtungsstation und eine Experimentalwerkstatt. Am Shaanxi-Observatorium sind mehr als 300 Wissenschaftler und Techniker angestellt.

Eine astronomische Beobachtungsstation befindet sich südwestlich von Pucheng, 497 m ü. d. M. Sie verfügt über fotoelektrische Passageinstrumente. Über 180 klare Nächte im Jahr garantieren eine relativ hohe Genauigkeit der Beobachtungen. Erfolge wurden in den letzten Jahren besonders bei der Erforschung der Erdrotation, der Polbewegung, der Breitenverschiebung sowie bei der Erarbeitung von Sternkatalogen erzielt.

Das Shaanxi-Observatorium verfügt auch über eine Satellitenbeobachtungsstation mit optischen Bahntheodoliten und Funkempfangsanlagen für Doppler-Messungen. Neben den umfangreichen astrometrischen Aufgaben und der Unterhaltung von Chinas Universal-Zeitsystem, ist das Observatorium für die Festsetzung des chinesischen Atomzeit-Standard verantwortlich, das 1979 festgesetzt wurde und eine Gleichförmigkeit von $\pm 5 \times 10^{-13}$ besitzt. Die Abweichung der Atomzeit der VR China AT (CSAO) von der Atomzeit des Bureau International de l'Heure beträgt ± 5 Mikrosekunden im Jahr. Über die beiden Spezial-Radiostationen wird die chinesische Standard-Zeit über Kurz- und Langwelle ausgestrahlt. Die Kurzwellenstation (Rufzeichen BPM) sendet seit dem 1. Juli 1981 rund um die Uhr auf den Frequenzen 5,0; 10,0 und 15,0 MHz mit einem Ausbreitungsradius von ca. 3000 km und kann nahezu in ganz China empfangen werden. Die Langwellenstation (Rufzeichen BPL) strahlt die Zeitsignale mit einem 10 kW-Sender auf der Frequenz 100 kHz in einem Radius von ca. 1000 km aus.

Das Yunnan-Observatorium

Das Yunnan-Observatorium der Akademie Chinas entstand aus der ehemaligen Kunming-Station des Zijinshan-Observatoriums und wurde 1972 gegründet. Dieses Observatorium im Süden der VR China wurde auf dem Phoenix-Berg in der Nähe der östlichen Vororte von Kunming (Provinz Yunnan), einer Stadt mit fast einer Million Einwohner, errichtet. Hier haben sich fünf Hauptabteilungen etabliert: Stellarphysik, Sonnenphysik, Himmelsmechanik, Astrometrie und Radioastronomie. Darüber hinaus verfügt das Observatorium über eine umfangreiche astronomische Bibliothek, ein Datenverarbeitungszentrum und über eine optisch-mechanische Werkstatt.

Hauptinstrument des Yunnan-Observatoriums

ist ein 1016 mm-RCC-Teleskop vom VEB Carl Zeiss Jena. Zahlreiche Zusatzgeräte, wie z. B. Gitterspektrograph, fotoelektrisches und Infrarot-Fotometer sind vorhanden. Für die Sonnenüberwachung steht ein 40 cm-Horizontal-Spektroheliograph, ein 180 mm-Sonnenteleskop zur Beobachtung im H_{α} -Licht, ein 130 mm-Refraktor zur visuellen Beobachtung und ein Spezial-Sonnenradioteleskop für die Wellenlängen 8,2 und 10,3 cm zur Verfügung. Außerdem besitzt das Yunnan-Observatorium ein 10 m-Radioteleskop, eine automatische 500 mm-Schmidt-Kamera, ein 100 mm-Zeiss-Passageninstrument sowie ein umfangreiches Satellitenempfangssystem. Eigene Quarz- und Atomuhren vervollständigen die Ausrüstung.

Dem Yunnan-Observatorium ist eine komfortable Sternwarte mit einem 35 cm-Teleskop zur Nutzung durch Amateurastronomen angeschlossen.

Amateurastronomie in der VR China

In der VR China gibt es erst seit einigen Jahren eine Vereinigung der Amateurastronomen. Solche Vereinigungen wurden in Peking, Shanghai, Yunnan und anderen Orten gegründet. Die chinesische astronomische Vereinigung schenkt den jungen Amateurastronomen immer mehr Aufmerksamkeit. Besonders der Peking Vereinigung wird durch Fachastronomen allseitige Unterstützung gewährt. So besuchen die Amateure regelmäßig das Peking Observatorium und auch das Planetarium. Präsident der Peking astronomischen Vereinigung ist Professor Yu Shuwu.

Das Peking Planetarium ist gleichzeitig Herausgeber der astronomischen Zeitschrift „TIANWEN AHAOZHE“ (Der Amateurastronom), die seit 1975 erscheint und monatlich auf 32 Seiten über alle Gebiete der Astronomie informiert.

In verschiedenen Orten der VR China gibt es zur Unterstützung der Amateure Sternwarten, wie z. B. in Peking und Kunming, die über ein beachtliches Instrumentarium verfügen.

Bleibt zu hoffen, daß sich in Zukunft Beziehungen der Amateurastronomen der DDR auch zur chinesischen Vereinigung der Amateurastronomen entwickeln werden.

Literatur: [1] Dröbner, R.: Als die Sterne Götter waren. Prisma-Verlag Zenner und Gürcott, Leipzig, 1981. – [2] Druckschrift: Purple Mountain Observatory Academia Sinica, Nanking, 1982. – [3] Druckschrift: Yunnan Observatory Academia Sinica. The Library Of Yunnan Observatory, 1983. – [4] Introduction to the Chinese 2,16 m-Telescope. Publ. Beijing Astronom. Obs. 6/1984, 310–312.

Jupiteraufnahmen mit dem Telemotor

JÖRG HÄHNEL

Jupiter ist der visuell am intensivsten beobachtete Planet – und scheinbar der am wenigsten fotografierte. Bei der Durchsicht der Literatur fällt auf, daß gute Saturnaufnahmen häufiger zu finden sind als Jupiteraufnahmen. Das wird an einem Umstand liegen, auf den P. Ahnert in [1] hinwies, allerdings im Zusammenhang mit der visuellen Beobachtung des Planeten: „... besonders empfindlich (gegen Übervergrößerung – d. V.) ist der Planet Jupiter, bei dem mit sinkender Flächenhelligkeit die Kontraste des Oberflächendetails auffällig an Kraft verlieren. ... Merkwürdigerweise verträgt der Planet Saturn trotz seiner geringeren Oberflächenhelligkeit (etwa $1/13$ des Vollmonds) wieder eine starke Vergrößerung, vermutlich weil es bei seiner detailarmen Oberfläche vor allem auf die Umrisse, also den großen Kontrast zwischen hellem Planeten und dunklem Himmelsgrund ankommt“ [1].

Diese Eigenheiten der beiden Planeten machen sich, wie eigene Erfahrungen inzwischen zeigen, auch in der Fotografie bemerkbar. In der uns zugänglichen Literatur wurden bisher ein einziges Mal Amateuraufnahmen des Jupiters veröffentlicht, die die Qualität aufweisen, die man sich vorstellt. Es sind die Aufnahmen von W. Sorgenfrey (Gröbenzell/Oberbayern) in [2]. Eine der beiden Aufnahmen ist auch in [3] zu finden.

Nach intensiven visuellen Beobachtungen 1973/74 zeigten die ersten Aufnahmen 1976 mit dem Telemotor ohne Nachführung einen diffusen Äquatorstreifen, bei guter Lufruhe ließen sich 1977 die beiden Hauptstreifen getrennt darstellen (s. Astr. u. Raumf. 1/85). Eine weitere Detailauflösung konnte nur von nachgeführten Aufnahmen bei bester Lufruhe, wie man sie im Vogtland bei visuellen Beobachtungen vorfindet, erwartet werden. Einen Aufenthalt in diesem Gebiet im September 1987 nutzte ich für Aufnahmeversuche. Die Ergebnisse zeigen die Abbildungen 1 bis 5 (s. Bild-S. IV).

Nach elfjährigen Bemühungen zeigen die Aufnahmen kaum mehr als NEB und SEB. Mit etwas Phantasie läßt sich auf den Abb. 2 bis 4 eine Spur der hellen GRF-Bai errahnen. Der in Rotationsrichtung vor der GRF-Bai liegende dunkle SEB-Abschnitt ist noch erkennbar. An seinem Verschwinden am Westrand auf den

Abb. 2 bis 4 wird die Rotation des Planeten sichtbar.

Aufnahmen von der Qualität der Sorgenfreyen konnten natürlich schon aufgrund der verwendeten Öffnungen nicht erwartet werden, denn er arbeitete mit einem 150 mm-Refraktor, aber ich hatte mir dennoch mehr versprochen. Aber die unter den Erwartungen gebliebenen Ergebnisse sollen andere Amateure keinesfalls von eigenen Versuchen abhalten.

Für eine sinnvolle Ausnutzung des Filmmaterials empfiehlt es sich, mehrere Aufnahmen auf ein Negativ zu machen. Kameras mit auswechselbaren Suchereinsätzen und Bildfeldlinsen sind für Planeten-, Mond- und Sonnenaufnahmen besonders geeignet, wobei stets unmattierte Bildfeldlinsen zum Einsatz kommen. Dagegen sind Kameras mit fest eingebautem Sucher und mattierte oder mit Schnittbildindikatoren versehenen Bildfeldlinsen schlecht oder überhaupt nicht zu gebrauchen. Die Mattierung löst die Bildstrukturen bei Planeten völlig auf, es läßt sich keine Scharfeinstellung finden.

Die beste Kamera für Projektionsaufnahmen war die Praktica VLC, die leider nicht mehr hergestellt wird. Wer die Möglichkeit hat, sie in einwandfreiem Zustand aus zweiter Hand zu kaufen, sollte das tun. Zubehör zur Praktica VLC wie Lupensucher mit Dioptrienausgleich und unmattierte Bildfeldlinsen werden z. Z. von den Fotofachgeschäften als Restposten zu extrem niedrigen Preisen angeboten. Von der EXA 1c möchte ich abraten. Sie bringt bei Projektionsaufnahmen störende Abschattungen des Filmbildes.

Für Planetenaufnahmen hat der ORWO NP27 die besten Eigenschaften. Sein Auflösungsvermögen beträgt 63 Linien/mm. Der ORWO NP15 bringt bei einer Empfindlichkeit von 25 ASA ein Auflösungsvermögen von 111 Linien/mm, der NP27 besitzt dagegen mit 400 ASA die 16fache Empfindlichkeit. Damit ermöglicht er $1/16 = 4$ fache Negativbilddurchmesser gegenüber dem NP15 bei gleicher Belichtungszeit, womit das Bild auf die $\approx 2,2$ fache Linienzahl verteilt wird. So bringt der NP27 bei gleicher Belichtungszeit das mehr als doppelte Auflösungsvermögen (das gilt nicht für Sonnenaufnahmen). Die Leistungsfähigkeit des NP27 läßt sich aber nur mit einem entsprechenden Entwickler wie dem bewährten Feinstkornentwickler ORWO A49 ausnutzen. *Völlig unverständlich ist daher die Produktionseinstellung der Amateurpackung für 600 ml, es gibt nur noch die unhandliche 2-Liter-Packung.*

Abschließend noch ein Hinweis zu visuellen Beobachtungen des Jupiter. Das Okular 10-0 bringt bei dem Planeten am Telemotor ein

kontrastreiches Bild. Es zeigt sich jedoch, daß noch eine etwas stärkere Vergrößerung eingesetzt werden könnte. Aber der Sprung zum jetzt nur noch möglichen Okular 6-0 ist bereits zu groß, das Bild des Planeten ist schon kraftlos und flau. Der Einsatz eines Okulars 8-0 ist wünschenswert, dieses gibt es aber nicht. Die Kombination 10-0 mit der Barlowlinse 1,3× bringt die Wirkung eines Okulars 7,7-0 und damit gerade die richtige Vergrößerung.

Wer eine Wechselvorrichtung am Fernrohr besitzt, schätzt das damit mögliche rationale Auswechseln der Zusatzgeräte. Mit dem Einsatz der Barlowlinse beginnt wieder das lästige Schrauben, denn sie muß zwischen Wechselring und Okularrevolver untergebracht werden. Durch die Verlagerung des Fokus ist dann noch ein Nachfokussieren erforderlich. Das alles läßt sich vermeiden, wenn man die Barlowlinse mit einem eigenen Wechselring und einer eigenen Wechselvorrichtung mit M44×1-Gewinde zu einem Barlow-Ansatz kombiniert (Abb. 6, Bild-S. IV). Nach Anbringen des Barlow-Ansatzes steht wieder eine Wechselvorrichtung zur Verfügung, in die der Okularrevolver eingesetzt werden kann. Das Einschalten der Barlowlinse in den Strahlengang dauert so nur Sekunden. Die Länge des Barlow-Ansatzes ist gerade so bemessen, daß sie der notwendigen Auszugsverlängerung entspricht und kein Nachfokussieren mehr notwendig macht. Das Bild ist nach dem Umsetzen des Okularrevolvers sofort wieder scharf.

Literatur: [1] P. Ahnert, Die optischen Eigenschaften und Leistungen des Fernrohrs. Kal. f. Stfr. 1901, 180. - [2] P. Ahnert, Hervorragende Liebhaberaufnahmen von Mond und Jupiter. Kal. f. Stfr. 1907, 192. - [3] W. Sorgenfrey, Jupiterbeobachtungen 1905/06. In: Die Sterne 44 (1908), 173.

Verkaufe Refr. 110/750 m. Zubehör (2100 M) u. Refr. 80/500 m. Vierfach-Okularrevolver (1600 M). Suche Spiegelobjektiv 5,6/1000 v. ZEISS u. Stereovorsatz f. Foto. - Martin Lindner, Paul-Gerhardt-Str. 17, Karl-Marx-Stadt, 9072.

Verkaufe „Astron. u. Raumfahrt“, Jahrg. 1983 (ohne Heft 1) bis 1988 (incl. H. 3) für 50 M. - Mathias Voigt, Karolinenstr. 30, Eisenberg, 6520.

Verkaufe Newton-Optik 180/1000, ungebr., für 600 M. - Dr. N.-C. Waga, Harnackstr. 12, Biederitz, 3104.

Verkaufe AuR-Heft 1/1965 bis 6/1976, pro Heft 1 M. - E. Liebetrau, K.-Marx-Stadt-Str. 40, Geithain, 7230.

Verkaufe Wiss. u. Fortschr. Jg. 1968/87 (30 M); Kalender f. Stfr. Jg. 1969 - 87 (30 M); 400 Farbdias Raumfahrt u. Erdkundg. m. Erl. (100 M); div. Fach- und Sachbücher Astr., Phys., Geophys. bis 20 M. - G. Behrendt, Am Steinberg 122b, Berlin, 1120.



für den rechnenden Sternfreund

Die Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes

Teil 2: Berechnung eines Apogäums

JEAN MEEUS

In unserem vorigen Artikel haben wir die Verteilung der Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes behandelt. Hier geben wir nun für Rechenfreunde Formeln zur Berechnung der Zeitpunkte und der Werte dieser äußersten Abstände. Diese Formeln geben eine sehr gute Näherung, jedoch keine vollkommen exakten Werte. Sie sind deshalb gut zu gebrauchen, wenn keine sehr große Genauigkeit gefordert ist, z. B. als Startwerte in einem Rechnerprogramm, jedoch nicht, um z. B. den Kalender für Sternfreunde aufzustellen.

In AuR 4/1987 S. 107–110 ist ein Artikel der Berechnung einiger planetarer Phänomene gewidmet. Dort wird auch dargelegt, daß es für diese Art von Berechnungen zwei völlig verschiedene Methoden gibt:

- entweder an Hand genauer Daten aus einem großen Jahrbuch wie dem *Astronomical Almanac* (dem Nachfolger der *Astronomical Ephemeris*) oder dem *Connaissance des Temps*. Diese Methode liefert die genauesten Ergebnisse. Man muß allerdings dazu über ein Jahrbuch des betreffenden Jahres verfügen.

- oder „direkt“ mit Hilfe einzelner einfacher Formeln: Ein mittlerer Zeitpunkt wird durch eine Anzahl periodischer Terme korrigiert. Diese „analytische Methode“ gibt weniger genaue Resultate, weil es hier freilich nicht möglich ist, die Bewegungen von Sonne und Mond mit allen Störungstermen zu berechnen. Ein enormer Vorteil ist jedoch, daß man nicht über irgendein astronomisches Jahrbuch verfügen muß. Die Methode läßt es zu, die Berechnung für Jahre auszuführen, für die (noch) kein Jahrbuch erhältlich ist, z. B. für die Berechnung von Mondphasen im Jahr +2500 oder zur Zeit Karls des Großen.

Wir werden hier die „analytische Methode“ sowohl zur Berechnung der Zeitpunkte der kleinsten und größten Abstände von Erde und Mond als auch der Werte dieser Abstände selbst benutzen. Die Zeitpunkte werden in Form des klassischen Julianischen Tages gegeben. Mit bekannten Formeln (s. AuR-Heft 5/1987) oder Tabellen (Ahmert: *Kleine Praktische Astronomie*) kann das JD dann in gewohnte Kalendernoten umgewandelt werden.

Wir beginnen mit der Berechnung des mittleren Perigäums oder Apogäums:

$$JD = 2415024.8906 + 27.55455094 k - 0.0007035 T^2 - 0.000001101 T^3 \quad (1)$$

Hierbei ist k entweder eine ganze Zahl (für ein Perigäum) oder eine ganze Zahl vermehrt um 0,5 (für ein Apogäum). Wichtig: Alle anderen Werte für k ergeben sinnlose Resultate!

Der Wert $k = 0$ stimmt mit dem ersten Durchgang durch

das Perigäum des Jahres 1900 überein. Vor 1900 ist k negativ, z. B.:

$k = +318$ und $k = -25$ werden ein Perigäum liefern; $k = +429.5$ und $k = -1209.5$ werden ein Apogäum geben;

$k = +224,87$ ist nicht zulässig.

Einen genäherten Wert für k kann man mit der Formel

$$k = (\text{Jahr} - 1900) \times 13.2555 \quad (2)$$

finden, wobei „Jahr“ evtl. mit Dezimalen genommen wird (s. Beispiel).

In Formel (1) haben wir dann noch die Terme in T^2 und T^3 . Hier ist T die Zeit, ausgedrückt in Jahrhunderten, gezählt vom Beginn des Jahres 1900. Vor 1900 ist T deshalb negativ. Mit ausreichender Genauigkeit erhält man T durch die Formel

$$T = k/1325.55 \quad (3)$$

Die Beträge dieser zwei Terme in T^2 und T^3 sind klein um das Jahr 1900, sie nehmen jedoch mit der Zeit stark zu, sowohl in Richtung Vergangenheit als auch in Richtung Zukunft. Im Jahr +2000 ist die Summe dieser zwei Terme gleich -0.0007035 Tage entsprechend -1 Minute. In den Jahren +2500 und +3000 entspricht diese Summe aber -37 und -125 Minuten.

Wie bereits gesagt, haben wir nun den Zeitpunkt des mittleren Perigäums oder Apogäums gefunden. Die Konstante 27.55455094 in Formel (1) ist übrigens nichts anderes, als die mittlere anomalistische Umlaufzeit des Mondes, das ist das mittlere Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Monddurchgängen durch das Perigäum.

Die Bewegung des Mondes wird jedoch, wie wir bereits wissen, durch die Anziehungskraft der Sonne stark gestört. Das äußert sich nicht allein in veränderlichen Perigäum- und Apogäumabständen (siehe unseren vorigen Artikel). Auch die Zeitpunkte der kleinsten und größten Abstände weichen von den mit Formel (1) berechneten mittleren Zeitpunkten ab. Für das Apogäum kann die Abweichung bis zu 13 Stunden, für das Perigäum sogar bis zu 45 Stunden betragen.

Wir geben nun die Formeln zur Berechnung der Durchgänge des Mondes durch sein Apogäum. Durchgänge durch das Perigäum werden im folgenden Artikel behandelt. Mit den bereits gewonnenen Werten für k und T berechnen wir die folgenden Größen:

Mittlere Anomalie der Sonne

$$M = 3.2960 + 27.15777272 k - 0.0008434 T^2 - 0.00000442 T^3$$

Mittlere Elongation des Mondes (das ist die Längendifferenz zwischen der mittleren Sonne und dem mittleren Mond)

$$D = 50.3573 + 335.91061909 k - 0.0100127 T^2 - 0.00001154 T^3$$

Breitenargument des Mondes (engl.: argument of latitude), das ist die Längendifferenz zwischen dem mittleren Mond und dem aufsteigenden Knoten der Mondbahn.

$$F = 75.9501 + 364.52881095 k - 0.0125184 T^2 - 0.00001490 T^3$$

Die Größen M , D und F sind ausgedrückt in Grad (und

Tabelle A: Periodische Terme für das Apogäum

Korrektur Δt in Tagen	Parallaxe π in Bogensekunden
+0.4392 sin 2D	3245.251
+0.0684 sin 4D	-9.147 cos 2D
+0.0458 sin M	-0.841 cos D
+0.0428 sin (2D - M)	+0.097 cos 2F
+0.0212 sin 2F	-0.058 cos M
-0.0189 sin D	+0.355 cos 4D
+0.0144 sin 6D	+0.159 cos (2D - M)
+0.0113 sin (4D - M)	+0.127 cos (D + M)
+0.0047 sin (2D + 2F)	+0.065 cos (4D - M)
+0.0036 sin (D + M)	+0.052 cos 6D
+0.0035 sin 8D	+0.043 cos (2D + M)
+0.0034 sin (6D - M)	+0.031 cos (2D + 2F)
-0.0034 sin (2D - 2F)	-0.023 cos (2D - 2F)
+0.0022 sin (2D - 2M)	+0.022 cos (2D - 2M)
-0.0017 sin 3D	+0.019 cos (2D + 2M)
+0.0013 sin (4D + 2F)	-0.016 cos 2M
+0.0011 sin (8D - M)	+0.014 cos (6D - M)
+0.0010 sin (4D - 2M)	+0.010 cos 8D

Dezimalen). Nötigenfalls müssen sie in den Bereich 0°-360° gebracht werden. Für die meisten Kleincomputer ist es ferner nötig, sie in Radiant umzuwandeln. Den wirklichen Zeitpunkt (in Ephemeridenzeit ET) des Monddurchganges durch sein Apogäum bekommt man, indem man die in Tabelle A gegebenen periodischen Terme Δt algebraisch dem mit Formel (1) erhaltenen mittleren Zeitpunkt hinzuaddiert. Die Parallaxe π des Mondes zum Zeitpunkt des Apogäums erhält man in Bogensekunden durch die Berechnung der Summe der Terme von π , ebenfalls gegeben in Tabelle A. Daraus wird der Abstand der Mittelpunkte von Erde und Mond mit der Formel

$$\text{Abstand in Kilometern} = \frac{6378 \cdot 14}{\sin \pi}$$

gefunden.

Beispiel: Das Apogäum im Juli 1984 ist zu berechnen. Wir nehmen Jahr = 1984.5 (das ist die Mitte des Jahres 1984). Formel (2) gibt damit $k = 1120.09$. Wir wählen dann $k = 1120.5$, weil für einen Apogäumdurchgang k eine ganze Zahl, vermehrt um 0.5, sein muß.

Die Formel (3) und (1) geben entsprechend

$$T = 0.845309 \text{ und } JD = 2445899.7644.$$

Man beachte, daß die Werte von JD hier aus elf Ziffern bestehen. Eventuell sind drei Dezimalen ausreichend, dann hat man immer noch erst mit zehn Ziffern alle Zahlen von Bedeutung erfaßt. Wer einen Rechner besitzt, der nicht mit so vielen Ziffern arbeiten kann, muß einen anderen Kunstgriff anwenden, um die gewünschte Genauigkeit zu bekommen. Bei einem Datum z. B., das zwischen den Jahren 1859 und 2131 liegt, befindet sich der Julianische Tag zwischen 2400000 und 2500000. In solch einem Fall kann man die Konstante 2415024.8906 in Formel (1) durch 15024.8906 ersetzen. Man darf dann nicht vergessen, dem Endresultat 2400000 hinzuaddieren.

In unserem Beispiel finden wir ferner

$$M = 30433.5798 \text{ oder } 193.5798$$

$$D = 376438.1995 \text{ oder } 238.1995$$

$$F = 408530.4738 \text{ oder } 290.4738$$

Für die Summe der periodischen Terme finden wir dann (Tab. A)

$$\Delta t = +0.3048$$

$$\pi = 3249785 = 0^{\circ}54'09''.785 = 0^{\circ}902736$$

Der endgültige Julianische Tag ist somit

$$JD = 2445899.7644 + 0.3048 = 2445900.0692$$

was übereinstimmt mit 18. Juli 1984, 13^h40^mET = 13^h39^mUT (1984 beträgt die Differenz ET - UT 1 Minute). Man kann dieses Ergebnis auf 14^hUT = 15^hMEZ aufrunden und das ist dann auch der Wert, der

auf S. 19 des Kalenders für Sternfreunde 1984 angegeben ist.

Der Abstand Erde - Mond in diesem Moment ist

$$\frac{6378 \cdot 14 \text{ km}}{\sin 0.902736} = 404831 \text{ km}$$

und das ist ebenfalls genau der Wert, den man aus den Angaben des Kalenders für Sternfreunde 1984, S. 54, errechnen kann.

Im obestehenden Beispiel ist es ein wenig zufällig, daß wir die exakten Werte finden, wie sie im Kalender für Sternfreunde stehen. In vielen Fällen wird man eine Abweichung von ein paar Kilometern feststellen. Man überzeuge sich selbst davon.

Übers. u. d. Engl.: A. DILL

Sonnenfleckenrelativzahlen Mai/Juni 1988

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center,
Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE (AKS)
des KB der DDR

d	Mai		Juni	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	69	86	101	121
2	84	104	96	119
3	76	85	100	139
4	96	116	105	150
5	97	115	114	159
6	77	81	145	176
7	50	57	141	174
8	63	81	151	181
9	74	89	173	207
10	87	105	144	186
11	65	80	108	115
12	56	64	77	96
13	44	53	47	62
14	37	40	53	66
15	44	56	65	73
16	53	62	87	106
17	54	64	76	90
18	44	42	67	85
19	20	17	70	85
20	23	26	77	94
21	25	32	95	117
22	32	42	92	100
23	41	53	91	103
24	47	61	87	131
25	57	73	111	133
26	63	87	107	136
27	61	85	111	147
28	70	95	116	163
29	74	99	121	165
30	83	100	127	173
31	86	109		
Mittel	59.7	72.9	101.8	128.4

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Feuerkugel-Überwachungsnetz des Arbeitskreises Meteore

Ergebnisse des ersten Jahres

RALF KOSCHAK, JÜRGEN RENDTEL

Dem Aufruf zur Mitarbeit an einem Feuerkugel-Überwachungsnetz in [1] folgte ab Dezember 1986 der praktische Beginn. Die Beobachter erhielten eine detaillierte Arbeitsanleitung. Aufgrund ihrer Angaben über die möglichen Beobachtungsrichtungen wurde die Ausrichtung der Kameras koordiniert. Das vom Arbeitskreis Meteore (AKM) herausgegebene Informationsblatt „FK“ enthält Angaben zu visuell oder fotografisch beobachteten Feuerkugeln, die Kameraeinsatzzeiten jedes Beobachters und Ergebnisse von Auswertungen. Insgesamt beteiligten sich in der Zeit vom Dezember 1986 bis November 1987 21 Beobachter. Tabelle 1 zeigt alle Stationen mit mehr als 200 Stunden Gesamt-Belichtungszeit. Es wurden 73 Meteore fotografiert. Vor dem Aufbau des Fotonetzes lag die Zahl der von AKM-Mitgliedern fotografierten Meteore bei etwa 25 jährlich, wovon ca. 90 % auf die Perselden-Beobachtungslager im August entfielen. Für dieses mit hohem persönlichen Einsatz verbundene Ergebnis gebührt allen Beteiligten Dank und Anerkennung. Das gilt auch für André Knöfel, der die Sammlung und Zusammenstellung der eingesandten Ergebnisse sowie die Herstellung des Informationsblattes übernahm. Daten fotografierter Meteore werden zum großen Teil an die Photographic Meteor Database (PMDB) in Belgien mitgeteilt, wo eine Zusammenstellung vorgenommen wird, die als Datenbank allen Zulieferern zur Verfügung steht. Leider gelang bisher keine Synchronfotografie eines Meteors von zwei oder mehr Stationen aus. Einige fotografierte Meteore wurden an anderen Orten visuell beobachtet. Für eine Bahnberechnung mit geringerer Genauigkeit waren jedoch die Eintragungen nicht genau genug.

Abb. 1: Lage der Kamera-Stationen und überwachte Felder im Aufleuchtniveau der Meteore (Stationen wie in Tab. 1).

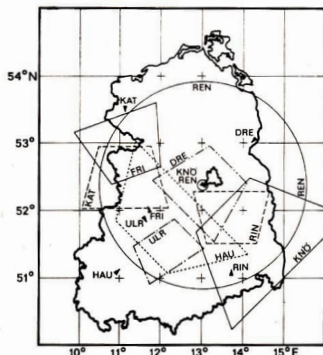


Tabelle 1: Stationen des Feuerkugel-Fotonetzes des AKM mit mehr als 200 h Belichtung im Berichtszeitraum

Abk.	Name, Ort	Objektiv	Negativformat	Belichtungs-dauer im Jahr
FRI	Fritsche, S. Schönebeck 3300	50 mm	24 × 36	870 h
REN	Rendtel, J. Potsdam 1570	30 mm	60 × 60	845 h
RIN	Ringk, H. Dresden 8021	50 mm	24 × 36	802 h
KAT	Kattler, F. Wittenburg 2823	50 mm	24 × 36	535 h
HAU	Haubeil, A. Ringleben 5101	35 mm	24 × 36	500 h
ULR	Ulrich, K. Staßfurt 3250	50 mm	24 × 36	347 h
DRE	Dresen, W. Schwedt 1330	50 mm	24 × 36	312 h
KNO	Knöfel, A. Potsdam 1580	35 mm	24 × 36	295 h

Im folgenden wollen wir die Ergebnisse des ersten Jahres genauer analysieren und daraus einige Schlussfolgerungen für den zukünftigen Einsatz formulieren.

Abb. 1. zeigt die Felder, die von den in Tab. 1 genannten Beobachtern im Aufleuchtniveau der Meteore (etwa 100 km) überwacht werden. Die Station von J. Rendtel mit fish-eye-Objektiv nimmt eine zentrale Stellung ein. (Eine Beschreibung des Objektivs und seiner Einsatzmöglichkeiten erfolgt noch in AuR.) Mit den Kleinbild-

Abb. 2: Aufnahme eines Meteors am 24. 5. 1987 zwischen 22.15 und 22.45 MEZ mit einem Objektiv 3,5/50 auf NP 27. Der rotierende Sektor vor dem Objektiv erzeugte 16 Unterbrechungen pro Sekunde. Auf dem Foto sind 63 Intervalle zu finden, d. h. das Meteor leuchtete 2 s lang. Das Maximum trat nach 1,45 s ein und dauerte 0,09 s! (Foto: F. Kattler, Wittenburg)



kamera-Stationen wurde eine Abdeckung des durch die fish-eye-Station überwachten Gebietes angestrebt. Feuerkugeln, die in diesem Gebiet auftreten, sollten von der zentralen und einer anderen Station synchron erfaßt werden. Die genaue Kenntnis der Aufleuchtzeit vorausgesetzt, ist dann eine exakte Bahnberechnung möglich. Ein solches Resultat konnte, wie schon gesagt, noch nicht erzielt werden.

Im Verlaufe des ersten Jahres gelangen durch die Kleinbild-Stationen 21 Meteorofotografien in 4383 h Gesamtbelichtung. Das entspricht einer mittleren Rate von 0,48 Meteoren pro 100 Stunden Belichtung. Die fish-eye-Station fotografierte 39 Meteore in 845 h (entspricht 4,6 pro 100 h). Die restlichen 13 Meteore wurden mit Kleinbildkameras innerhalb des Beobachterlagers Schmargow im August fotografiert. Wir lassen sie aus der Statistik, die das Jahresmittel repräsentieren soll, heraus. Die etwa 10fache Rate des fish-eye-Objektivs ist durch sein etwa um den selben Faktor größeres Gesichtsfeld bedingt. In der Reichweite für Meteore bestehen keine wesentlichen Unterschiede. Wenn also ein Meteor von einer Kleinbild-Station erfaßt wurde, sollte es auch von der zentralen Station fotografiert worden sein. Das setzt jedoch einen gleichzeitigen Betrieb beider Stationen voraus. Bei den Beobachtern mit mehr als 500 h Belichtungsdauer liegen aber nur 60 % innerhalb der Betriebszeit der zentralen Station. Dieser Prozentsatz ist in Mitteleuropa wetterbedingt und damit kaum zu erhöhen. Berücksichtigt man dies und andere Effekte (z. B. schwache Spuren, die sich kaum vom Hintergrund abheben), wären rein statistisch einige Synchronfotografien zu erwarten gewesen. Daß dies nicht der Fall war, dürfte zum großen Teil ein Zufallseffekt sein („Murphy's Gesetz“). Unglücklicherweise waren auch noch der größte Teil der Aktivitätsdauer und alle Maxima großer Meteorströme von Wetter und störendem Mondlicht beeinträchtigt. Wie groß dieser Effekt sein kann, zeigt die Fotografie von fünf Geminiden innerhalb von 4 h am Morgen des 14. 12. 1987. Dies sollte umso mehr Ansporn sein, weiter jede klare Nacht zu nutzen. Die 73 Einzelmeteore an sich stellen bereits ein wertvolles Datenmaterial dar, auf das jederzeit zurückgegriffen werden kann. Wichtig ist die Tatsache, daß nun auch aus den bisher „vernachlässigten“ Zeiträumen fotografierte Meteore vorliegen.

Seit Dezember 1987 arbeitet in Zittau bzw. Weißwasser bei R. Koschack eine weitere fish-eye-Station. Langfristig versuchen wir, weitere all-sky-Stationen, die mit Konvexspiegel arbeiten, einzurichten. Sie besitzt ein Gesichtsfeld mit 180° Durchmesser, jedoch eine geringere Meteor-Reichweite. Die zu erwartende Meteorrate beträgt etwa 0,8 Meteore pro 100 h Belichtung. Eine solche Station befindet sich bei M. Kaltschmidt in Klausdorf bei Zossen (150 h Belichtung im Berichtszeitraum). Die Lage dieser Station zur zentralen Station in Potsdam mit knapp 40 km Entfernung ist sehr günstig, da einerseits die Felder noch fast identisch sind und andererseits die Parallaxe für Bahnberechnungen in vielen Fällen ausreicht. Aus diesem Grund sollte eine solche Anordnung jeweils zweier all-sky-Stationen einer flächenmäßig gleichmäßigen Verteilung vorgezogen werden. Wir würden es begrüßen, wenn sich noch mehr Amateure regelmäßig an der fotografischen Feuerkugelüberwachung beteiligen. Der Aufzug in [1] besitzt also noch volle Gültigkeit. Darüberhinaus sei darauf verwiesen, daß die Rate der „fotogenen“ Meteore während der Maxima großer Meteorströme stark ansteigt; für eine Kleinbildkamera mit Normaloptik ($f = 50$ mm) auf etwa 10 pro 100 h. Die entsprechenden Daten der Meteoraktivität lauten: Quadranten 3.—4. 1. (bevorzugt zweite Nachthälfte), Perseiden 9.—14. 8., Orioniden 20.—24. 10., Geminiden 11.—15. 12. Wer in dieser Zeit seine Kamera mit Dauerbelichtung zum Himmel richtet (Weitwinkelobjektiv vorteilhaft), hat gute Aussichten, ein Meteor auf den Film zu bannen und im Falle einer Synchronauf-

nahme mit einer Station des Feuerkugelnetzes einen Beitrag zur Meteorforschung zu leisten. Die Aufnahmen brauchen nicht nachgeführt zu werden; Anfangs- und Endzeit der Belichtung aber genau (ca. ± 5 s) notieren! Über erfolgreiche Fotografien sollte der AKM (Adresse am Schluß) möglichst bald informiert werden. Desweiteren kommt es vor, daß für Meteore, die durch unsere Kamera Stationen fotografiert wurden, keine exakte Aufleuchtzeit vorliegt. Wenn also eine Feuerkugel visuell beobachtet wird, ist als allererstes die genaue Zeit — möglichst mit Sekundenangabe — von Interesse, danach erst Bahn und Helligkeit. Derartige Beobachtungen bitte auch umgehend dem AKM zuleiten. Meldungen zur Teilnahme am Programm und von Beobachtungen bitte an: Arbeitskreis Meteore im KB der DDR, PSF 37, Potsdam 1561.

Literatur: [1] Koschack, R.; J. Rendtel: Feuerkugelüberwachung mit Foto. AuR 24 (1986) 115—117.

Sonnenfleckendetaillaufnahmen des Amateurs

HARALD PALESKE

Im Jahre 1985 konnte ich nach einjähriger Bauzeit einen 150/2070 Refraktor einweihen. Die Montierung wurde speziell für die Sonnen- und Planetenbeobachtung konstruiert und hat sich seitdem gut bewährt. 1986 wurden dann die ersten Versuche auf dem Gebiet der Sonnenfotografie mit dem Ziel unternommen, kurzzeitige Veränderungen in Sonnenflecken fotografisch festzuhalten. 1987 gelang mir Veränderung der Aufnahmeapparat ein entscheidender Qualitätsgewinn, der für mich Anlaß war, meine bisherigen Erfahrungen anderen Sternfreunden mitzuteilen. Leider fielen diese Versuche in das Aktivitätsminimum der Sonne, so daß nur wenig aktive Gruppen beobachtet werden konnten. (Was sich inzwischen ja verändert, wie die in AuR 4/88 veröffentlichten Aufnahmen zeigen. — D. Red.)

Die Ausrüstung

Zum Einsatz kam der oben erwähnte 150 mm-Refraktor, der ein 80/1200 Leitrohr und ein 63/840 Protuberanzenfernrohr trägt (Bild-S. III). Da mit voller Öffnung gearbeitet werden mußte und ein entsprechendes 150 mm Ø-Objektivfilter aus Kostengründen undisputabel war, fiel die Wahl auf ein 90° Prisma (Kathetenlänge 44 mm) zur Lichtabschwächung.

Dieses Prisma wird in der üblichen Art und Weise benutzt [1] (Abb. 1). Als Reflexionsfläche kann auch ebensogut die Hypotenusenseite verwendet werden. Ich konnte jedoch das Prisma, so eingebaut, mit Hilfe eines Präkollars und Spiegels besser justieren. Um einen evtl. Blauanteil des Lichtes in seiner Wirkung zu schwächen, wurde vor der Kamera noch ein GG5 Filter in den Strahlengang eingebracht. Kurz vor Aufnahmebeginn muß dieses peinlich sauber gereinigt werden, da sich sonst Fusseln o. ä. auf dem Film mit abbilden würden.

Als Kamera kam zuerst die alte Praktika FX 2 zum Einsatz. Ihr Verschluss arbeitete bei $1/500$ sec. jedoch sehr unregelmäßig, so daß der Film streifenartig belichtet war. Es wurde deshalb eine Praktika L als Ersatz für die alte FX 2 angeschafft, die mit ihrem Metallverschluss bei $1/500$ s und $1/1000$ s, denn nur diese Belichtungszeiten kommen in Frage, bestens arbeitet. Leider ist diese Kamera mit einem fest eingebauten Sucher ausgestattet, so daß es keine Möglichkeit gibt, die Mattscheibe gegen eine

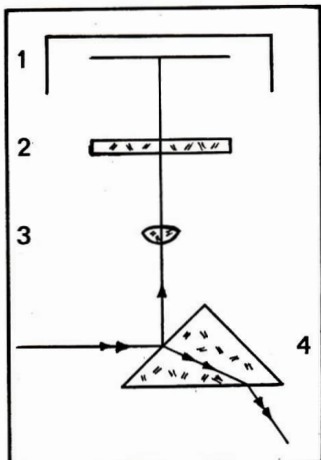


Abb. 1: Prinzipskizze Sonnenprisma. 1 - Film, 2 - Filter GG5, 3 - Okular, 4 - 90°-Prisma.

mit Klarfleck auszutauschen. Man erkennt jedoch bei guten Aufnahmebedingungen die Granulation im Sucher, wenn man das Teleskop in leichte Schwingungen versetzt. Die Kamera wurde noch mit einem langen Drahtauslöser ausgestattet, der es erlaubt, ohne ihn aus der Hand zu lassen, den Film neu zu fokussieren.

Als Projektionsokular wird ein Zeiss 10 mm orthosk. Okular verwendet, welches die Primärbrennweite des Objektivs auf 35 mm Äquivalentbrennweite steigert. Bei großen Gruppen kommt auch ein 12,5 mm Okular zum Einsatz, da bei $f_k = 35$ mm das Kleinbildformat nicht mehr ausreicht, die Fleckengruppen voll zu erfassen.

Da kein Objektivfilter zur Verfügung stand, mußte sich das Objektiv des Aufnahmerohres und das 90°-Prisma nach längerer Beobachtung zeitungsabhängig erwärmen. Das führt zur Fokussierung und Turbulenzen im Tubus. Um diese Wärmebelastung auf ein Minimum zu reduzieren, wurde eine vom Okularende aus bedienbare Klappe angebaut, welche nur zu den Aufnahmen geöffnet wird, sonst jedoch geschlossen bleibt. Die Luftgüte wird bei geschlossener Klappe am 80/1200 Leitrohr binokular bei 90facher Vergrößerung beurteilt. Wird diese als gut betrachtet, kann das Aufnahmeobjektiv freigegeben und der Aufnahmevorgang begonnen werden. Nach ca. einer Minute wird die Klappe wieder geschlossen. Temperaturmessungen am Glasprisma ergaben bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C und einer Fokustemperatur von weit über 70 °C (Skala des Thermometers zu Ende) eine Erwärmung des Prismas unmittelbar neben dem Strahlengang von 4 °C bei 4 min Einwirkzeit.

Beurteilung der Luftgüte

Von entscheidender Bedeutung für das Gelingen einer guten Fleckenaufnahme ist die Luftruhe zum Belich-

tungszeitpunkt. Tage mit konstant guter und sehr guter Luftruhe sind in unseren Breiten sehr selten. Man kann eher beobachten, daß diese starken Schwankungen unterworfen ist. Dabei zeigte sich, frühmorgens ist die Luft meist wesentlich besser als mittags. Abends wird sie dann wieder besser als mittags, erreicht jedoch selten die Güte von morgens. Zwischen dieser täglichen Periode gibt es noch eine andere. Beim Beobachten der Sonne mit starker Vergrößerung fällt auf, daß es Momente gibt, in denen die Luft innerhalb von Bruchteilen von einer Sekunde plötzlich „steht“ und danach wieder schlechter wird. Diese kurze Zeitspanne müssen wir nutzen, um die Kamera auszulösen.

Die Festlegung dieses Zeitpunktes geschieht im Sucher der Kamera und erfordert vom Beobachter Konzentration und Ausdauer. Da die Luftsäule vor dem Objektiv durch Turbulenzen und Schlieren in ihrer Homogenität gestört ist, gibt es Abschnitte auf dem Negativ, die scharf sind und solche, wo das feine Detail der Sonnenoberfläche verschmiert erscheint. Ich konzentriere mich deshalb auf die interessierende Stelle in der Fleckengruppe und löse aus, wenn diese scharf erscheint.

Das Sucherbild dunkle ich mit einem 4-Punkte-Glas des NG-Filtersatzes (Zeiss) ab, da man so Momente der Luftruhe besser erkennt. Um das Auge vor Streulicht zu schützen, arbeite ich mit einem dunklen Tuch überm Kopf.

Filmmaterial und Belichtungszeit

Als Belichtungszeit kommen nur die schon erwähnten $1/500$ und $1/1000$ s in Frage. Wenn Randaufnahmen und Aufnahmen der Sonnenscheibenmitte zusammen auf einem Film sind, muß bei ersteren mit einer $1/500$ s gearbeitet werden, wenn zweitens mit $1/1000$ s belichtet wurden.

Als Aufnahmematerial kam bei mir nur der Mikrofilm MA 8 zum Einsatz, der eine sehr unterschiedliche Entwicklungszeit zuläßt (20...32 °C). Die entsprechenden Entwicklungsbedingungen müssen individuell ermittelt werden.

Bei mir sind im Sommer 24 °C und 4 min bei einem Öffnungsverhältnis der Aufnahmeapparatur von 1:233 ausreichend, klarer Himmel vorausgesetzt. Entwickelt wird mit MH 28 in Verdünnung 1 + 4.

Das Aufnahmeverfahren

Als erstes wird visuell (Pentaprisma) mit einer 207fachen Vergrößerung das Bild beurteilt, ob für kurze Augenblicke der Sonnenfleck klar und ruhig liegt. Löhnen sich Aufnahmen, dann wird die Objektivklappe geschlossen, das 90° Prisma mit Kamera angebaut und mit der Perforation in OW-Richtung ausgerichtet. Man sollte streng darauf achten, daß die Klemmverbindungen der Ringschrauben auch wirklich fest sitzen. Hierin können schon Ursachen für Verwackler liegen. Als nächstes wird der Fleck im Leitrohr eingestellt und die Luftruhe begutachtet. Bleibt das Bild scharf, wird die Klappe geöffnet und im Sucher der Kamera die Schärfe eingestellt. Bei dieser hohen Brennweite lassen sich Fokaldifferenzen wesentlich besser erkennen als z. B. bei Fokalaufnahmen. Sind einige Aufnahmen gemacht, (Dauer ca. eine Minute) wird die Klappe am Objektiv wieder geschlossen und die Luftruhe am Leitrohr weiter beobachtet. Durch die zwangsläufige Erwärmung der Optik verschiebt sich der Fokus, deshalb sollte jede Aufnahme neu fokussiert werden.

Schluß

Entscheidend für gute Sonnenaufnahmen sind die Luftruhe, eine möglichst kurze Belichtungszeit und die stabile Aufstellung des Instruments. Besitzer von Ib-, T- oder TM-Montierungen werden mit der letzten Forderung

etwas Sorgen haben. Die Trägheit des Instruments läßt sich aber leicht erhöhen, wenn man mit der Hand den Tubus gegen die Deklinationsbewegung drückt und dabei die Kamera auslöst. Für Sonnenfleckendetailaufnahmen kommen nur Äquivalentbrennweiten von über 6 m in Frage. Wer hohe Ansprüche an die Auflösung der Aufnahmen stellt, wird einen Objektdurchmesser von 100 mm nicht unterschreiten dürfen.

Bewußt wurde hier auf die Verwendung von Spiegelteleskopen nicht eingegangen, da ich keine praktischen Erfahrungen damit besitze. Auch wird man wohl mit einigen Problemen mehr zu kämpfen haben als beim Refraktor.

Gute Sonnenaufnahmen sind ein Genuß für das Auge, die außerdem eine reiche Auswertung zulassen und eine hohe Befriedigung des Beobachters bewirken.

Ich hoffe, Anregungen gegeben zu haben, um die Gemeinde der fotografischen Sonnenbeobachter zu vergrößern, zumal uns das nächste Maximum der Sonnenaktivität mit vielen schönen Fleckengruppen noch bevorsteht.

Literatur: [1] Schwinge, W.: Beobachtungen mit dem Sonnenprisma. In: AuR 16 (1978) 49.

Anmerkungen zum Astrolimer

In Ergänzung des Artikels von Dirk Gläser in [1] möchten wir noch Hinweise zum Aufbau des Timers geben:

1. Es erweist sich als günstig, die in [2] und [3] vorgeschlagene verbesserte Variante der Schaltung zu verwenden. Ihre Vorteile sind u. a.:

- Von der Oszillatorfrequenz relativ unabhängige Tonhöhe ohne Beeinflussung der Taktfrequenz durch den zusätzlichen Kondensator C_5

- Verbindung der Tektokondensatoren C_2 mit OD und damit Trennung von Timer- und Tonphase der Schaltung, verbesserte Zuverlässigkeit der Abschaltauomatik

- Nutzung des Kontrollspannungsanschlusses CV zum Feinabgleich

2. Der Abgleich des Gerätes kann durch Einbeziehung des Ausgangs OA wesentlich effektiver erfolgen. An den Ausgängen OA, OB, OC und OD liegt die geteilte Oszillatorfrequenz f_0 ; an OA $2^{15}:1$, an OB $10:1$, an OC $10:1$ und an OD $6:1$ geteilt. Da die Frequenteiler hintereinandergeschaltet und die Teilverhältnisse „starr“ sind, schaltet Ausgang OA bereits nach $1/10$ der Zeit an OB bzw. $1/100$ der Zeit an OC. 6 min an OC würden also 36 s an OA entsprechen usw.

Zum Zwecke des Abgleichs läßt man OA an IT, stellt das Zeitpotentiometer kurz vor Maximalwert ein und überprüft mit einer Stoppuhr, ob nach 36 s das Ende-Signal ausgelöst wird. Mit dem Einstellregler an CV korrigiert man gegebenenfalls. Dann wird evtl. die Skale in beliebige gewählten Intervallen am Zeitpotentiometer vervollständigt. Nachdem IT über einen Umschalter mit OB bzw. OC verbunden wurde, kann im 6 min-Bereich (OB) die Skale fertiggestellt werden (Ermittlung der Zwischenzeiten 0...1 min, 1...2 min, usw.).

3. Anstelle einer Hörspeiser kann auch ein Piezo-phon-Signalgeber verwendet werden. In der Schaltung ergeben sich dadurch folgende Änderungen:

- Der Vorwiderstand und die Schutzdiode der Hörspeiser entfallen

- C_5 wird auf etwa 10 nF herabgesetzt

- Der Begrenzungswiderstand des Zeitpotentiometers wird von 3,9 k Ω auf etwa 1 k Ω geändert bzw. so durch

zwei Teilwiderstände ersetzt, daß für die „Tonfrequenz“ etwa 1 k Ω wirksam werden und die begrenzende Wirkung noch sicher gewährleistet ist.

Abschließend sei bemerkt, daß anstelle des SC 206 – SC 236, SS 216 und für den KF 517 – SC 307, SC 308 mit ausreichender Stromverstärkung verwendet werden können (z. B.).

Für die Herstellung der Leiterplatte eignet sich die Typo-fix-Folie zum Bauplan 54 (im Fachhandel erhältlich). Die technische Realisierung der Schaltung könnte innerhalb der fakultativen Kurse „Elektronik“ an den Schulen als Komplexvorhaben geplant und als Zuarbeit für einen FKR „Astronomie und Raumfahrt“ gewertet werden.

ULRICH KLAUER

Literatur: [1] Gläser, D.: „Astrolimer“ – eine elektronische Hilfe für die Astrofotografie. In: Astron. u. Raumf. 25 (1987) Heft 3, S. 90f. – [2] Schlenzig/Stammler: Elektronik für Wohnen und Spk. Militärverlag der DDR, Berlin 1986. – [3] Schlenzig/Jung: Mikroelektronik für Praktiker. VEB Verlag Technik, Berlin 1986.

Bemerkungen zum „Adapter für Okularprojektion“ in Heft 5/1985

Die vorgeschlagene Variante halte ich für nicht besonders günstig. Vor allem würde ich ein Verrutschen des Okulars bei großen Höhen befürchten, was für gute Aufnahmen keine Gewähr bietet. Die Fertigungstoleranzen für die Herstellung der Innenöffnung (Forderung laut Zeichnung 1/100 mm) sind doch sehr gering.

Ich verwende seit längerem einen Astroansatz, der mit viel weniger Aufwand und Genauigkeit hergestellt wurde. Von einer Plaststeckhülse habe ich mir die Rändelung und das Gewinde auf den Innendurchmesser eines 70 mm-Stutzens abdrehen lassen. Dann wird die Steckhülse einfach bis zum Anschlag in den Stutzen eingeschoben und eingeklebt, z. B. mit Epasol EP 11.

Auf Grund der Länge der Steckhülse und des daraus resultierenden geringen Spiels ist eine ausreichende Zentrierung bereits gegeben. In der Plaststeckhülse sitzen die Okulare naturgemäß sicherer als in der im Artikel vorgeschlagenen Variante.

Übrigens lassen sich auch die Projektive, wie sie in der Mond-Planetenkamera vom VEB Kombinat Carl Zeiss Jena verwendet werden, mit diesem Ansatz benutzen, da der größere Außendurchmesser der Projektive genau dem Innendurchmesser der Steckhülse entspricht. Sie brauchen nur bis zum Anschlag eingeschoben zu werden; sie sitzen allerdings sehr straff.

An meinem AS 100/1000 benutze ich bei ausgezogenem Auszug folgende Anordnung: Wechselring, Zwischenstutzen 70 mm, Zwischenstutzen 20 mm, Astroansatz (70 mm), Zwischenstutzen 40 mm, Zeiss-Anpassungsring für Praktika-Gewinde, Kamera.

Finanziell ist diese Variante zwar etwas aufwendiger, aber sie liefert mir Bilder, mit denen ich sehr zufrieden bin. Vielleicht greifen auch andere Interessenten zu dieser Variante.

UWE IGERSHHEIM

Erratum

Bitte berichtigen Sie im DATA-Beitrag Heft 3/88, Seite 82, in der Formel für π , zweite Zeile:
Statt 447198.85 T lies 477198.85 T.

(A. D.)

Doppelsterne

Unsere Sonne ist ein Einzelstern. Die Mehrzahl der Sterne aber bildet stabile Doppel- oder Mehrfachsysteme. Zum Beispiel wurde für die sonnenähnlichen Sterne unserer galaktischen Umgebung ein Verhältnis von Einzel-, Doppel-, Tripel- und Quadrupelsternen wie 45:46:8:1 gefunden. Die Sternabstände in Doppelsternsystemen können sehr unterschiedlich sein. Es gibt Sternpaare, deren Partner sich buchstäblich berühren, und solche Systeme sind kaum größer als der Sonnendurchmesser; im anderen Extremfall stehen die Sterne Zehntel Lichtjahre voneinander entfernt und haben Umlaufzeiten von Millionen Jahren. Rund 10 % der Doppelsterne umrunden ihren gemeinsamen Schwerpunkt in 1–10 Tagen, weitere 10 % in 10 bis 100 Tagen usw. Doppelsterne wurden schon bald nach der Erfindung des Fernrohrs entdeckt; 1650 fand Riccioli, daß ζ UMa ein Doppelstern ist. Die von Montanari 1669 entdeckten periodischen Helligkeitsschwankungen von Algol dagegen konnten erst 1889 spektroskopisch aufgeklärt werden – ein dunkler Begleiter mindert beim Vorbeigang alle 2,87 Tage die Helligkeit des Hauptsterns.

Der Fakt, daß sich die meisten Sterne in einem eindimensionalen Streifen eines zweidimensionalen Diagramms (Hertzsprung-Russell) lokalisieren lassen, besagt, daß ihre Eigenschaften vor allem von einem Parameter abhängen, ihrer Masse. Die empirischen Beziehungen zwischen Masse M einerseits und Leuchtkraft L bzw. Radius R andererseits sind:

$$R/R_0 = (M/M_0)^{0.8}$$

$$L/L_0 = (M/M_0)^{3.5}$$

$$M_0 = 1,99 \cdot 10^{33} \text{ g}; R_0 = 6,96 \cdot 10^{10} \text{ cm}; L_0 = 3,86 \times 10^{33} \text{ erg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Einige Sterneigenschaften lassen sich in Doppelsternsystemen einfacher oder genauer als bei Einzelsternen bestimmen, und durch Vergleich plausibler Sternmodelle mit Beobachtungsdaten können das Alter und die chemische Zusammensetzung der Systeme bestimmt werden. Ein Beispiel hierfür sei angeführt. Für das Doppelsternsystem ζ Phoenicis ergibt sich:

$$M_1/M_0 = 3,85 \text{ und } M_2/M_0 = 2,50$$

Sternalter: 80 Mill. Jahre

Heliumgehalt: 0,28

Schwere Elemente: 0,015

Der Heliumgehalt ist von großem kosmologischen Interesse; er entspricht der Häufigkeit, die aus Rechnungen zur Entstehung der chemischen Elemente im Urknall für Helium resultieren, wonach Helium während der ersten drei Minuten nach dem Big Bang entstanden ist.

Besonderes Interesse beanspruchen jene Doppelsternsysteme, deren Mitglieder exotische Sterne sind, wie Weiße Zwerge, Neutronensterne, Rote Riesen und Überriesen. In engen Doppelsternsystemen wird die Entwicklung der Partner durch intensiven Masseaustausch bestimmt. Je kompakter eine Komponente und je kleiner der Abstand beider ist, desto gewalttätiger äußern sich solche Prozesse. Berührungsdoppelsterne nennt man deshalb auch kataklysmische Systeme. Ihre typischen Umlaufzeiten betragen nur wenige Stunden, die kürzeste hat AM Canum Venaticorum mit nur 17,5 Minuten! Die gigantische kurzweilige Strahlung eines solchen Systems wird aus der dem größeren, aufgeblähten Stern entzogenen Materie gespeist, die den kompakten Stern als Akkretionsscheibe umgibt. Solche Akkretionsscheiben könnten Vorläufer von Planetensystemen sein.

Noch eindrucksvollere Anzeichen enormer Energieumwandlungen sind kosmische Jets. Aktive Galaxien können scharf gebündelte Materiestrahlen ausstoßen, die Millionen Lichtjahre lang sind. Dasselbe Phänomen zei-

Zeit Mill. Jahre	Masse (Sonnenmassen)		
	Stern A	Stern B	
0	20	8	Wasserstoffbrennen, Hauptreihe
6,120	20	8	A Roter Riese, Beginn Masseübergang A nach B
6,200	5,4	22,6	A brennt Helium, wird zum Wolf-Rayet-Stern
6,780	2	22,6	A wird Supernova, Kern zum Neutronenstern
11,186	2	22,6	doppelte Röntgenquelle
11,209	2	22,6	B wird Roter Riese, intensive Masseabstrahlung beginnt
11,220	2	8	erneute Phase der Röntgenstrahlung, Planetennebel expandiert
Ende des Masseaustausches bzw. -abstrahlung 2			6,3
			B wird Wolf-Rayet-Stern, System ändert seine Bahnparameter
			B explodiert, zurückbleibt zweiter Neutronenstern; falls hier bei sehr viel Masse verlorengeht, wird der Reststern mit A verschmelzen

gen im kleineren Maßstab einige galaktische Doppelsterne (Scorpio X-1 und SS 433). Verwirrend ist allerdings, daß sich diese stellaren Jets nicht mit einem einzigen Modell erklären lassen: SS 433 zeigt ein Paar Gasjets, die senkrecht zur Akkretionsscheibe mit einer Geschwindigkeit von 80000 km je Sekunde ausgestoßen werden, während Scorpio X-1 Radiojets mit nur 32 km/s aufweist.

Nach der Theorie der Sternentwicklung haben Neutronensterne Massen zwischen 1,4 und 3,0 Sonnenmassen, und in der Tat bestätigen die Massenbestimmungen exotischer Doppelsternsysteme dieses Masseintervall. Aber es gibt zwei Ausnahmen: Cygnus X-1, in unserer Galaxis, und LMC X-3, in der Großen Magellanschen Wolke. In beiden Fällen ist eine Komponente ein sehr großer, heißer und massereicher Stern, die andere jedoch eine sehr starke Röntgenquelle mit einer Masse um $10 M_\odot$. Dies sind sehr gute Kandidaten für Schwarze Löcher, deren direkter Nachweis bekanntlich bisher nicht gelungen ist (und äußerst schwierig ist).

Die Evolution von engen Doppelsternen gehört zu den faszinierendsten Phänomenen des Kosmos. Doppelsterne mit Umlaufperioden von mindestens 10 Jahren entwickeln sich unabhängig voneinander wie Einzelsterne. Ein Stern der Hauptreihe wandelt Wasserstoff in Helium um. Nach Erschöpfung des Wasserstoffvorrats der Kernregion kontrahiert der Kern und erhitzt sich bis zur Zündtemperatur des Heliumbrennens zu Kohlenstoff. Die Elementsynthese setzt sich in sehr massereichen Sternen bis zum Eisen fort, wobei der Kern immer heißer wird, der Strahlungsdruck auf die Hülle immer größer, so daß diese expandiert und der Stern zum Riesen wird, schließlich zum Überriesen mit den Ausmaßen unseres Planetensystems. Sterne mit Anfangsmassen unterhalb $8 M_\odot$

enden als Weiße Zwerge, schwerere explosiv als Supernovae und Neutronensterne, sehr schwere wahrscheinlich als Schwarzes Loch.

Die Entwicklung enger Doppelsterne deutlich unterschiedlicher Masse ist komplizierter. Aus Beobachtungen wie aus Modellrechnungen geht hervor, daß mehr als 50 % der Anfangsmasse des schweren Sterns auf den kompakteren, leichteren übertragen wird, so daß dieser zur schwereren wird und sich u. U. so verjüngt, daß er erneut Wasserstoff zu brennen beginnt. Es gibt eine Vielzahl von Entwicklungsmöglichkeiten, je nach den Anfangsbedingungen der Sternmassen und -abstände.

Wenn der Masseunterschied größer als 1:20 ist, spielt der Austausch und Verlust von Rotations- und Bahnumlaufenergie die entscheidende Rolle. Entweder stabilisiert sich das System mit verminderten Momenten und vergrößertem Abstand, oder der leichtere Stern verschmilzt mit dem schwereren.

Niederländische und belgische Astrophysiker haben sich um die Aufklärung der Entwicklung der engen Doppelsternsysteme besonders verdient gemacht. Als Beispiel seien Ergebnisse der Modellentwicklung eines binären Systems mit den Anfangsmassen 20 und 8 Sonnenmassen angeführt.

Lit.: [1] C. de Loore, Les étoiles doubles, Recherche 12, No. 121 (1981), 430–440. – [2] B. Paczynski, Binary Stars, Science 225, Nr. 4659 (1984), 275–280.

L. THILL

KURZBERICHTE



Seminarbericht: "Kleinkörper im Planetensystem"

Nach fast vierjähriger Pause fand am 6. Februar 1988 im Raumflugplanetarium Halle ein Seminar über neue Erkenntnisse zu den Kleinkörpern im Planetensystem statt. Drei Vorträge und die Zusammenkünfte der Arbeitskreise Kometen und Meteore standen auf dem Programm. Leider hat M. Gressmann seinen Vortrag „Asteroidenbahnen“ absagen müssen.

Dennoch ergab die Veranstaltung viel Neues und Interessantes sowie zahlreiche Impulse für die Amateur-astronomie der Arbeitskreise Kometen und Meteore. Die Teilnehmerzahl von ca. 70 Besuchern bewies das große Interesse an diesem Themenkreis.

Dr. Reichstein stellte im ersten Vortrag die Vorstellungen über Kometenkerne vor und nach den Raumfahrt-unternehmen zum Kometen Halley dar. In sehr anschaulicher Weise erläuterte er die lockere Struktur der Kometen und ging besonders auf Entgasungsprozesse während ihres Aufenthaltes in Sonnennähe ein. Ergebnis dieser Vorgänge ist die Entstehung zahlreicher bekannter Meteorströme, der Komet Halley „produziert“ so die Orioniden und die Eta-Aquariden. Dieser Zusammenhang bildete den Ausgangspunkt des Vortrags von J. Rendtel, Leiter des AK Meteore. Er ging auf verschiedene Ursprungskörper der Meteorströme ein und wies auf einige Besonderheiten hin. So ist der Ursprungskörper der Geminiden der Planetoid 3200 Phaeton, die Quadrantiden konnten mit (noch) keinem Objekt identifiziert werden. Für die ekliptikalen Ströme vermutet man Verbindungen

zu Planetoiden, wie aus fotografischen Bahnbestimmungen von Feuerkugeln hervorgeht.

Die beiden Treffen der Arbeitskreise Kometen und Meteore wurden zum Austausch von Beobachtungsergebnissen und zur weiteren Planung der Arbeit genutzt.

Den Abschluß der Veranstaltung bildete der öffentliche Vortrag von Dr. Reichstein zum „Projekt Phobos“, der uns Einblick in die Raumfahrtmission, Experimente und geplanten Untersuchungen an diesem Marsmond gab.

Besonderer Dank für die Vorbereitung und Durchführung dieser gelungenen Veranstaltung gebührt K. Kirsch sowie der Leitung des Planetariums Halle. Sicher ist es in zwei Jahren wieder an der Zeit, das Thema „Kleinkörper im Planetensystem“ auf die Tagesordnung eines solchen Treffens zu setzen.

INA RENDTEL

Möglicher Meteoritenfall in der CSSR

Am 4. Oktober 1987 um 03.57 Uhr MEZ (± 1 Minute) wurde eine langsame Feuerkugel mit einer absoluten Helligkeit von -11^m von vier tschechischen Stationen des European Network (EN) fotografiert. Der Meteoroid trat mit einer Geschwindigkeit von 16 km/s in die Erdatmosphäre ein, leuchtete in 71 km Höhe auf und durchquerte die 117 km lange Bahn in 9,2 s. Die Erscheinung verlief in einer Höhe von 19 km.

Das Maximum der Lichtkurve war sehr breit, ein steiler Abfall der Helligkeit fand unterhalb von 21 km statt. Aufgrund der geringen Eintrittsgeschwindigkeit in die Erdatmosphäre und der sehr großen Helligkeit ist ein Meteoritenfall sehr wahrscheinlich. Die fotometrische Anfangsmasse des Körpers betrug ca. 500 kg, die Masse des größten zur Erde gefallenen Stückes beträgt etwa 75 kg. Es handelt sich möglicherweise um einen einfachen Chondriten, aber auch ein Eisenmeteorit kann nicht ausgeschlossen werden. Das Fallgebiet des größten Meteoriten liegt in der CSSR, die Suche wird vom Astronomischen Institut der Akademie der Wissenschaften der CSSR organisiert. Der andere Teil des Fallgebietes liegt in der VR Polen.

Diese Feuerkugel ist die erste, die fotografiert wurde, seitdem das Fotoprogramm auf die Zeiten mit Mondlicht ausgedehnt wurde.

(Nach einem Telex von Dr. Cepelch, Observatorium Ondrejov.)

INA RENDTEL

Bela Szentmartoni (1931–1988)

Am 28. Mai 1988 verstarb im Alter von 57 Jahren der ungarische Amateurastronom Bela Szentmartoni. Im Jahre 1971 gründete Szentmartoni den Klub „ALBIREO“ der ungarischen Amateurastronomen. Durch die aktive Arbeit dieser Vereinigung und den nicht unmaßgeblichen Beitrag seines Gründers wurde die Entwicklung der ungarischen Amateurastronomie in den siebziger Jahren deutlich beeinflusst. Szentmartoni war nicht nur ein sehr aktiver und universeller Beobachter, sondern er schiff und polierte über 100 Teleskopspiegel. Die zahlreichen Publikationen und besonders die Zeitschrift „ALBIREO“, von der in 17 Jahren über 170 Hefte erschienen sind, machten die Arbeit des Klubs weltweit bekannt.

BELA SZENTMARTONI war ein unermüdlicher Arbeiter im Dienste der Amateurastronomie, der auch gute Kontakte zu Sternfreunden unseres Landes pflegte. Infolge einer langen, schweren Krankheit war es in den letzten Jahren ruhig um ihn geworden, aber er wird sicher nicht nur von ungarischen Sternfreunden unvergessen bleiben.

Redaktion

Dietmar Böhme

Streifende Sternbedeckung beobachtet

Die nördliche Grenzkurve für die Bedeckung von ZC 146 (4^m4) durch den Mond 1987 Sept 10 verlief u. a. durch das Erzgebirge. Bei einer Expedition von Andreas Viertel, Dietmar Büttner (K.-M.-Stadt) und Marko Schindler (Grüna) wurden nördlich von Lauterbach (Nähe Marienberg) nach gründlicher Standortwahl drei Stationen im Abstand von je 100 m aufgebaut. Zum Einsatz kamen ein Fernrohr 80/500 und zwei Telemeter 63/840. Die Zeitmessung wurde mit Kassettenrecordern bzw. Quarzstoppuhren realisiert, die am Beobachtungsort an das Dauerzeitzeichen OLB5 angeschlossen wurden. An allen drei Stationen konnte jeweils eine Bedeckung von 84 s Dauer registriert werden. Da der abnehmende Mond noch zu 93 % beleuchtet war, erfolgten die Kontakte des Sterns mit dem dunklen Mondrand nur wenige Winkelsekunden vom Terminator entfernt. Der Eintritt konnte daher nur an einer Station halbwegs sicher gesehen werden; der Austritt in etwas größerer Terminatordistanz wurde an allen drei Stationen sicher beobachtet. Nach der Vorhersage der International Occultation Timing Association (IOTA) für den Verlauf der Grenzkurve und für das Mondrandprofil hätten mindestens vier Kontakte an jeder Station erfolgen müssen. Ein erster Vergleich der Beobachtungen mit dem Randprofil lt. Vorhersage durch den Berichtersteller ergab eine Verschiebung des Mondschattens um ca. 0,2° nach Norden gegenüber der Vorhersage. Internationale Beobachtungen von streifenden Sternbedeckungen am Nordrand unter vergleichbaren Winkeln (Positionswinkel vom Mondnordpol aus gezählt) und Librationen in den letzten Monaten führten zu ähnlichen Werten. Die Beobachtungsergebnisse wurden an das International Lunar Occultation Centre (Tokyo) und an die IOTA (Sitz St. Charles, Illinois, USA) zur weiteren Auswertung übermittelt. Die erfolgreiche Expedition in den frühen Morgenstunden des 10. 9. 87 war nach mehreren am Wetter gescheiterten Versuchen der letzten Jahre ein nachhaltiges Erlebnis für die Beobachter.

DIETMAR BÜTTNER

Variation des Sonnenradius

Aus Beobachtungen des Perlschnurphänomens an Orten unmittelbar innerhalb der nördlichen und südlichen Grenzen für die Sichtbarkeitszonen von totalen und ringförmigen Sonnenfinsternissen kann der Sonnenradius relativ zum Mondradius ermittelt werden. Die Phase des Perlschnurphänomens dauert für diese Orte wesentlich länger als für Orte im Zentralgebiet der Finsterniszone. Zeitpunktmessungen für die Kontakte von Erhebungen und Vertiefungen am Mondrand mit dem Sonnenrand

sind die Grundlage für die derzeit genaueste Messung des Sonnenradius. Die erreichte Genauigkeit liegt bei $\pm 0,02$ bis $\pm 0,08$. Für die Auswertung ist die Kenntnis des Mondrandprofils erforderlich, die durch die Beobachtungen von totalen und insbesondere von streifenden Sternbedeckungen ständig verbessert wird.

Der Vergleich derartiger Finsternisbeobachtungen von 1925 Jan 24 und 1979 Feb 26 ergab, daß sich der Sonnenradius zwischen beiden Finsternissen offenbar um etwa 0,6° verringerte. Beobachtungen von vier weiteren Finsternissen 1980, 1981, 1983 und 1984 lassen dagegen eine deutliche Zunahme des Sonnenradius um 0,3° seit 1979 erkennen. Die Finsternis von 1925 wurde von einer durch Prof. E. W. Brown organisierten Gruppe im Nordosten der USA beobachtet. Bei der Finsternis 1984 Mai 30 in Südkarolina genügte die Beobachtungen von einer Station aus, da die Finsterniszone sehr schmal war und daher an einem Ort Perlschnurkontakte in der Nähe beider Mondpole registriert werden konnten. Weitere Messungen in der Nähe beider Grenzlinien bei künftigen Finsternissen sind für die Bestätigung eines Trends bzw. das Erkennen von zeitweisen Variationen des Sonnenradius erforderlich.

Da visuelle Beobachter wegen des schnellen Ablaufs nicht alle Kontakte messen können, werden die Beobachtungen in zunehmendem Maße durch Videoaufzeichnungen unterstützt.

Lit.: Occultation Newsletter, Vol. IV, No. 3, Januar 1987

DIETMAR BÜTTNER

Sternbedeckung durch Planetoid 324 Bamberga beobachtet

1987 Dez 8 bedeckte der Planetoid 324 Bamberga (9^m8) den Stern SAO 41263 (8^m6). Die Bedeckung wurde von acht visuellen Beobachtern in Texas und an drei transportablen Instrumenten mit photoelektrischer Ausrüstung des Lowell Observatory bzw. der University of Arizona in New Mexiko und Texas erfolgreich beobachtet. Eine weitere Beobachtung gelang am Observatorium in Shanghai (China). Wenige Tage vor der Bedeckung wurde aus aktuellen Positionsmessungen für den Stern und den Planetoiden am Lick- bzw. Lowell-Observatory eine verbesserte Vorhersage berechnet. Diese ergab gegenüber der ursprünglichen Vorhersage aus der Katalogposition für den Stern und Standardephemeriden für den Planetoiden eine südliche Verschiebung der Beobachtungszone um $0,45 \pm 0,08$, entsprechend zwei Planetoidendurchmessern. Die tatsächliche Zentrallinie verlief 0,36° südlich der ersten bzw. 0,09° nördlich der präzisierten Vorhersage. Aus der maximal beobachteten Bedeckungsdauer von 25 s und der Verteilung der erfolgreichen Beobachter folgt ein Durchmesser für Bamberga von 210 bis 220 km. Bisher wurde ein Durchmesserwert von 256 km angenommen. Die International Occultation Timing Association (IOTA) hatte unter Leitung des Amateurs Paul Maley insgesamt 45 Beobachter organisiert, die einen Bereich von knapp zwei Planetoidendurchmessern Breite überdeckten.

Lit.: Occultation Newsletter Vol. IV, No. 4/6, März 1987/Jan 1988

DIETMAR BÜTTNER

Suche Rohrtubus 56 mm-Innen-Ø, ca 600 mm lang u. dazu passend. Okularauszug f. 10 bzw. 25-H-Okular, oder auch geeignete Teile für ein 50/540 mm-Fernrohr. - Stephan Baasch, Taunusweg 1, Leipzig, 7063.

Aus Anlaß des 10. Jahrestages des Raumfluges unseres DDR-Fliegerkosmonauten Sigmund Jähn ruft die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR in Abstimmung mit dem Ministerium für Volksbildung und dem Zentralrat der FDJ auf zum

3. Schülerwettbewerb

unter dem Thema

„Meine Begegnung mit der Raumfahrt“.

Teilnehmen können

1. Schüler und Schülerkollektive aller Altersstufen mit Beiträgen, die ihre Beschäftigung mit der Raumfahrt darstellen. Möglich sind: Zeichnungen, Gedichte, Aufsätze, Fotos, Modelle u. a. Ergebnisse.

2. Schulen und außerschulische Einrichtungen, die Namen von Kosmonauten tragen, mit Darstellungen in Wort und Bild, die verdeutlichen, wie ihre Schulen und Kollektive in vielfältigen und erzieherisch wirksamen Formen die Arbeit nach dem Vorbild „ihres“ Kosmonauten gestalten. Der Wettbewerb ist dem 40. Jahrestag der Gründung der DDR am 7. Oktober 1989 gewidmet.

● Einsendung aller Arbeiten bis 1. Juni 1989 unter dem Kennwort „3. Schülerwettbewerb der GWR“ wahlweise an:

– Pionierpalast „Ernst Thälmann“, Kosmonautenzentrum, Postamt 1, PSF 25, Berlin, 1170

– Kosmonautenzentrum „Sigmund Jähn“, Küchwald, Karl-Marx-Stadt, 9003

– Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“, Mansberg 18, Fach 11–66, Ellenburg, 7280

– Station Junger Techniker und Naturforscher, Ernst-Thälmann-Str. 4, Grevesmühlen, 2420

mit Angabe von Name, Klasse und Schule des Absenders. Beiträge zur Aufgabe 2 sind in der Form von gestalteten Tafeln (Poster, bis $1 \times 1 \text{ m}^2$), einzureichen.

Es ist vorgesehen, diese Arbeiten in öffentlichen Ausstellungen zu zeigen. Die eingesandten Arbeiten werden Eigentum der GWR bzw. auf besonderen Wunsch zurückgegeben.

Die besten Beiträge werden durch den Präsidenten der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR anerkannt.

Präsidium
der Gesellschaft für Weltraumforschung
und Raumfahrt der DDR

zwischen irdischen und lunaren Gesteinen zwar enge Verwandtschaft, jedoch keine Identität besteht. Von den vier Hypothesen der Mondgenese sind drei inzwischen unwahrscheinlich geworden (Einfang eines planetaren Körpers aus entfernten Regionen des Planetensystems, Spaltung der Erde nach Abschluß der Bildungsphase, gemeinsame Entstehung als Doppelplanet).

Nach der Impact-Hypothese ist der Mond durch den streifenden Aufprall eines marsoßen Körpers zum Ende der Bildungsphase der Erde entstanden.

Voraussetzungen für die Ausarbeitung dieser Idee sind genaue Zustandsgleichungen zur Beschreibung des Impacts und seiner Folgen sowie Großrechner zur Simulation dieses Prozesses mit genügend viel Massepunkten, deren Verhalten einzeln verfolgt und kollektiv analysiert werden muß. Der streifende Impact eines Körpers mit mindestens $1/10$ Erdmasse vollzieht sich innerhalb einiger Minuten. Mit zunehmender Annäherung des Impactors an die Protoerde wird er im Erdschwerkfeld stark verformt. Zum Zeitpunkt des Aufpralls ist er birnenförmig. Er wird abgebremst, und seine kinetische Energie in Wärme einer starken Stoßwelle umgewandelt, aber beide Körper durchdringen sich nicht. Der Impactor wird vollständig zerstört, seine Teile zerstreut und teilweise verdampft. Ihr weiteres Schicksal hängt von den Kollisionsparametern ab, vor allem von der relativen Geschwindigkeit. Kleine Geschwindigkeiten führen dazu, daß fast alles Material auf die Erde fällt (kleiner $4,5 \text{ km/s}$); bei höheren verläßt ein Teil das System, und ein Mond kann sich nicht bilden (9 km/s). Mittlere Geschwindigkeiten dagegen können auf zweierlei Weise zur Bildung eines Mondes führen: entweder aus einem Teil des im Erdorbit verbliebenen Materials des Impactors, oder es können mehrere größere Massklumpen entstehen, die erneut mit der Erde kollidieren, und der Mond kann sich aus einem Teil dieser wiederum zerstörten und zerstreuten Materie gebildet haben. Interessanterweise stammt das Material des Mondes von einer genau definierten Region des Impactors, von der während der Kollision von der Kontaktfläche aus, der weitesten entfernten Region. Der Impact führt dazu, daß die Erde stark aufgeheizt wird, und ihre innere spezifische Energie steigt auf das Zweitausendfache. Ihre Atmosphäre glüht und verliert einen großen Teil ihrer Gase, darunter so gut wie alle Edelgase.

Dieses Szenario mag uns ungewohnt und überaus gewaltig erscheinen, aber es hat den Vorzug, besser als alle anderen mit den Realitäten der heutigen Erde und des Mondes zusammenzupassen.

Lit.: W. Benz, W. L. Slattery und A. G. W. Cameron, *Icarus* 66 (1986) 515–535; A. P. Boss, *Science* 231 (1986) 341–345. L. TILL

AUS d. LITERATUR



Zur Entstehung des Mondes

Die vor zwei Jahrzehnten geäußerte optimistische Erwartung, aus Mondbodenproben die Entstehungsgeschichte des Mondes ablesen zu können, hat sich bis heute erstaunlicherweise nicht erfüllt. Als so einfach interpretierbar erwies sich diese Geschichte nicht.

Nach langen Jahren der für den Nicht-Fachmann recht uninteressanten Aufarbeitung des riesigen Daten- und Probenmaterials der Mondreturs (Apollo und Lunochod) vollzieht sich gegenwärtig ein Wandel. Neue Ideen werden geboren und zur Diskussion gestellt und mit Hilfe von Experimenten und Computersimulationen geprüft.

Eine dieser neuen Ideen ist die Mitte der 70er Jahre erstmals geäußerte Single-Impact-Hypothese der Entstehung des Mondes. Ausgangspunkt ist der Befund, daß

Der Vulkanismus des Jupitermondes Io

Der Vulkanismus der Io gehört zu den gewaltigsten dynamischen Prozessen der planetaren Körper des Sonnensystems. Io emittiert $1\text{--}1,5 \text{ Watt/cm}^2$ Geothermieenergie in ihren Vulkaneruptionen. Auf ihrer gelbgrünen, rotbraun-schwarz gesprenkelten Oberfläche gibt es keine bleibenden Konturen. Welcher Art dieser Vulkanismus ist, blieb bis heute strittig. Zwei Ansichten entstanden kurz nach den Voyager-Rendezvous mit dem Jupiter-System (1982):

1. Die Io-Oberfläche ist mit einer mehrere Kilometer dicken Schicht aus Schwefel und seinen Verbindungen bedeckt, und der Vulkanismus wird vorwiegend oder ausschließlich durch Schwefel gespeist;

2. die Io-Oberfläche besteht aus einem Gemisch von Silikaten und Schwefel, und beide Elemente sind am Vulkanismus beteiligt.

Gegenwärtig spricht mehr für den silikatischen Io-Vulkanismus, wobei flüchtige Schwefel-, Natrium- und Kaliumverbindungen beteiligt sind. Dieser Vulkanismus ist so mächtig, daß er die mindestens 20 km dicke Lithosphäre der Io seit ihrer Entstehung etwa 100mal neu gebildet haben könnte. In heißen Flecken, die sich in den riesigen Vulkancaldernas äußern, können Eruptionsraten von 4000 m³/s erreicht werden.

Lit.: Michael H. Carr, J. Geophys. Res. 91 (1986) B 3, 3521–3532 L. TILL

REZENSIONEN

Zentralkatalog aller astronomischer Drucke

Jeder Leser, der selbst wissenschaftshistorisch tätig ist, oder sich für Probleme der Wissenschaftsgeschichte interessiert, wird die Herausgabe dieses Katalogs sehr begrüßen, doch auch für die bibliothekarische Arbeit bieten sich viele Erleichterungen an. Die Publikation ist der erste von fünf Teilen des Katalogs mit 1169 von etwa 5200 Titeln bis zum Autorennamen Garcaeus. Alle Titel sind mit ausführlichen bibliographischen Angaben (Autor, Titel, Druckort, Drucker, Druckjahr, Format, Umfang) versehen und tragen die Signaturen aus den Bibliotheken, in denen sie nachgewiesen werden konnten. Insgesamt sind Bestände von 81 Bibliotheken der DDR eingearbeitet.

Neben der „reinen“ astronomischen Literatur finden sich zahlreiche Werke zu astronomischen Instrumenten, Sonnenuhren, astronomisch-astrologischen, physikalischen, mathematischen und philosophischen Themen, so daß der Interessentenkreis weit gespannt ist. Der Bezug ist nur über die herausgebende Einrichtung (Alt-Treptow 1, Berlin, DDR-1193) möglich.

Die Redaktion

Zentralkatalog aller astronomischer Drucke in den Bibliotheken der DDR – ZKaaD. Bearbeitet von Jürgen Hamel. Veröffentlichungen der Archenhold-Sternwarte. Nr. 16 (1987). Teil 1, 96 S. ISBN 3-86021-002-5. Preis 5,50 M.

Die Bewegungen des Mondes

In der vorliegenden Schriftenreihe des Planetariums der Carl-Zeiss-Stiftung Jena wird über alle die Ereignisse etwas gesagt, die mit den Bewegungen des Mondes zusammenhängen. Nach kurzen einführenden Bemerkungen zur scheinbaren täglichen Drehung des Firmaments und der scheinbaren Jahrsbewegung der Sonne

wendet sich der Autor den Bewegungen des Mondes zu. Er betrachtet diese vom Standpunkt eines Beobachters auf der Erde als auch vom Weltraum aus. Dabei werden dem Leser die Mondphasen, die Umlaufdauer des Mondes, dessen Bahn am Sternhimmel, gebundene Rotation, Libration und Störungen der Mondbewegung erklärt. Weitere Kapitel befassen sich mit den Wechselwirkungen von Erde-Mond (insbesondere mit den Gezeiten), mit Finsternissen, Mondlauf und Kalender, sowie mit den vom Mond aus betrachteten Bewegungen der Himmelskörper.

Zahlenangaben zum Mond und seinen Bewegungen werden im letzten Kapitel zusammenfassend dargestellt. Der die Broschüre abschließende Anhang gibt dem Leser eine Anleitung zur Berechnung der geozentrischen Mondposition und der Zeitpunkte für Voll- und Neumond.

MANFRED WOCHE

Meier, Ludwig: Die Bewegungen des Mondes. Schriftenreihe des Planetariums der Carl-Zeiss-Stiftung Jena – Nr. 8, 2. überarb. Auflage, 1987, 48 S., 11 Abb., Format 105 mm × 148 mm, Preis: 1,10 M

Spacelab

In der deutschsprachigen Raumfahrtliteratur findet man nur wenige Publikationen, die sich ausschließlich mit einem speziellen Projekt befassen: Historische Abhandlungen, Beschreibungen verschiedener Forschungsgebiete oder Darstellungen globaler technischer und technologischer Aspekte waren und sind dominierend.

Mit dem vorliegenden SPACELAB-Buch hat der VCH-Verlag eine spezifische Thematik aufgegriffen. Mit der Übersetzung der bei der Cambridge University Press erschienenen englischen Originalausgabe liegt jetzt eine gelungene Publikation vor, die das umfangreiche Programm des ersten SPACELAB-Fluges in verständlicher und doch streng wissenschaftlicher Weise dokumentiert. Das mit zahlreichen Farbaufnahmen und hervorragenden Graphiken illustrierte Buch lebt von seiner flüssigen, teilweise prosaischen Erzählweise, ohne die Wissenschaftlichkeit zu ignorieren. Hier spürt man den Hauch von Romantik, den die Raumfahrt trotz aller wissenschaftlicher Nüchternheit bis heute nicht verloren hat.

Die gute Idee, jedem Kapitel ein Zitat verschiedener Persönlichkeiten voranzustellen, wird leider durch die Auswahl abgewertet. Wenn auf Seite 153 die Worte von Ronald Reagan über ein „Arbeiten und Leben im Weltraum zum Nutzen von Frieden, Wirtschaft und Wissenschaft“ wiedergegeben werden, entsteht – angesichts des Festhaltens an SDI – ein makabres Bild.

Hervorzuheben ist die exakte wissenschaftliche Beschreibung der Experimente im SPACELAB. Dem Raumfahrt-spezialisten werden die vielen Übersichten und technischen Details besonders erfreuen.

Bleibt zu wünschen, daß auch künftig einzelne technische Projekte einen so populären Eingang in die Wissenschaftsliteratur finden werden, wie das SPACELAB-Buch.

UWE SCHMALING

David Shapland, Michael Bycroft: SPACELAB/Forschung im Weltraum. Übers. a. d. Englischen: Karl Knott, VCH-Verlag, Weinheim, 1986, 1. Auflage, 194 Seiten, Preis: BRD: 68,— DM

Hvezdné oblohy (Sternhimmel)

Es handelt sich hierbei um eine überarbeitete und veränderte Auflage der bereits in den 60er Jahren erschienenen und seit Jahren vergriffenen Sternkarte gleichen Titels. Es war längst an der Zeit, diese für die Beobachtungspraxis sehr begehrten Karten neu aufzulegen. Auf helldunkeltem Grund werden die Sterne entsprechend ihrer Spektralklassen farbig bis zur Helligkeit 5^m25 und nach Leuchtkraftklassen unterschieden dargestellt. Doppelsterne und Veränderliche werden dabei mit ihren besonderen Merkmalen (Minimal- und Maximalhelligkeiten, Distanz, Epoche, Periode, Typ) unterschieden. Mit der Vielzahl an Informationen über Galaxien, offene und Kugelsternhaufen, Supernovarest, planetarische Nebel, diffuse Emissionsnebel, Reflektionsnebel und Radioquellen haben diese Sternkarten mit 67 cm Durchmesser bereits den Charakter eines Wissensspeichers der Astrophysik. Eine umfangreiche und anschauliche Zeichenerklärung ergänzt das Kartenbild. Ferner werden dargestellt: Himmelsäquator, Ekliptik, galaktischer Äquator, Angaben zur Deklination und Rektaszension, eine zeitliche Zuordnung der Sonne auf ihrer scheinbaren Jahresbahn sowie Figurenlinien und Grenzen der Sternbilder. Trotz der Fülle an Informationen ist die Gestaltung übersichtlich, und die gewünschten Objekte sind rasch auffindbar. Die Karten verfügen über eine große Aussagekraft und ergänzen somit Nachschlagewerke, Tabellen und Übersichten.

Der hellgraue Himmelsuntergrund kontrastiert zu wenig mit den zahlreichen farbigen Sternen und sonstigen Objekten. Der schwarze Untergrund bei der 1. Auflage hat sich besser bewährt, doch vielleicht wäre auch hier ein blauer Untergrund ratsamer gewesen.

Ein 27 Seiten umfassendes Beiheft in tschechischer Sprache befaßt sich mit der Orientierung am Sternhimmel und den Koordinatensystemen sowie mit sachlichen Erläuterungen zu den auf den Sternkarten dargestellten Objekten. Über die Hälfte des Heftes enthält eine tabellarische Übersicht aller Objekte auf den Karten und informiert über die Nummer im Katalog (C, Rektaszension, Deklination, scheinbare Helligkeit, Parallaxe, Radialgeschwindigkeit, Spektralklasse, Sternbezeichnung und sonstige Angaben).

Für jeden an der Astronomie interessierten und besonders für die praktisch Arbeitenden bilden die Sternkarten mit ihrer sehr ansprechenden Qualität eine wertvolle Beobachtungshilfe sowie eine Quelle der Information.

A. ZENKERT

Hlad, Oldřich; Hovorka, František; Polechová, Pavla; Weiselová, Jitka; Hvezdné oblohy (Sternhimmel). Geodätischer und kartographischer Betrieb, Prag 1985. Nördlicher und südlicher Sternhimmel 2000.0, Preis Kčs: 42,—

Souhvezdi nasi oblohy (Sternbilder unseres Himmels)

Wer mit farbigen Karten arbeitet, weiß, wie schwierig die Handhabung besonders bei Wind ist und wie rasch das Kartenmaterial dem Verschleiß unterliegt. In der Beobachtungspraxis wird in den meisten Fällen nur ein kleiner Ausschnitt, oft nur ein Sternbild benötigt.

Die vorliegende Zusammenstellung von 40 Sternbildern und 13 Beilagen stellt nicht nur ein Novum in der beobachtenden Amateurastronomie dar, sondern entspricht

auch einem praktischen Bedürfnis. Der Beobachter arbeitet nicht mehr mit der unhandlichen Sternkarte, sondern nur noch mit einer Karte im Format A 6 (Postkarte). Die Gestaltung der Kartenblätter ist überaus ansprechend und geschmackvoll. Auf schwarzem Untergrund heben sich die farbigen Sterne mit der Beschriftung deutlich ab. Die Eintragung der Koordinaten des rotierenden Äquatorsystems sowie die Bezeichnung der benachbarten Sternbilder erleichtern die Orientierung und damit die Zuordnung des betreffenden Sternbildes in den Gesamthimmel. Auf der Rückseite werden alle erforderlichen Angaben der dargestellten Objekte in Tabellenform beschrieben. Mit ihrer komplexen Information über die Sterne, Sternhaufen, Nebel und Galaxien stellt die Sternbilderkarte eine kleine Enzyklopädie dar. Die Auswahl der Objekte berücksichtigt die Beobachtung mit bloßem Auge, dem Feldstecher sowie mit einem kleinen Amateurfernrohr. Die Farbgebung der Sternbildergrenzen verweist auf die Jahreszeitliche Sichtbarkeit (z. B. Frühling: grün) sowie auf die Lage des betreffenden Sternbildes am Himmel (z. B. Tierkreis: rot).

In einem mehrsprachigen Beiheft findet man alle erforderlichen Erläuterungen zu der Sternbilderkarte. Die 13 Beilagen, ebenfalls in Postkartengröße, enthalten Übersichten (Tierkreis, Zirkumpolarsterne, Anblicke des Sternhimmels) sowie Darstellungen des HRD. Mit der Herausgabe der Sternbilderkarte „Sternbilder unseres Himmels“ und der Sternkarte „Sternhimmel“ wird eine Lücke in den Kartenwerken für die praktische Amateurastronomie geschlossen. Sie enthalten zahlreiche Elemente des Sternfreudens anzuregen, sich zu informieren und weitere Bereiche der Astronomie zu erschließen. Abschließend sollte auch die Bemerkung gestattet sein, daß es sich bei beiden Karten um Veröffentlichungen von hoher ästhetischer Qualität handelt, die man jederzeit gern in die Hand nimmt.

A. ZENKERT

Hlad, Oldřich; Weiselová, Jitka; Souhvezdi nasi oblohy (Sternbilder unseres Himmels). Verlag CTK-Pressfoto Prag o. J. Preis: Kčs 52,—

Vorschau auf Heft 6/1988

Die ... Entdeckungsgeschichte der Marsmonde • Erfolgreicher IUE-Satellit • Aufstellungsarten von Amateurfernrohren • Streifende Sternbedeckungen 1989 • Zentralmeridiane des Saturn und Positionen seiner Satelliten 1989 • Astrokalender 89

Unsere Autoren

Dipl.-Phys. Ralf P. Krämer, O.-Dix-Ring 35/401, Dresden, 8020

Jürgen Scheffran, Gieselbergstr. 19, D-3550 Marburg
Dr. Jürgen Hamel, Archenhold-Sternwarte, Berlin, 1193
Klaus Schimm, Ringstr. 8, Straßgräbchen, 8291

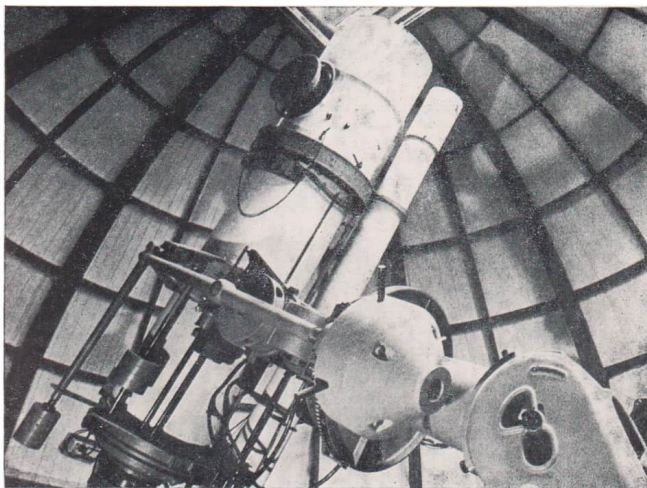
Jörg Hähnel, E.-Engel-Str. 76, Karl-Marx-Stadt, 9061
Jean Mees, Heuvestraat 31, B-3071 Erps-Kwerps, Belg.

Ralf Koschack, W.-Pleck-Str. 33, Weißwasser, 7580
Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel und Ina Rendtel, Gontard-Str. 11, Potsdam, 1570

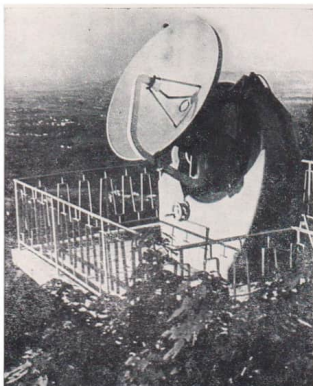
Harald Paleske, Postfach 30, Langendorf, 4851
Ulrich Klauer, FSU, WB Physik u. Astronomiemethodik, Steiger 3, Haus 1, Jena, 6900

Uwe Igersheim, H.-Just-Str. 29, Hoyerswerda, 7700
Dipl.-Phys. D. Büttner, Keplerstr. 56, Karl-Marx-Stadt, 9030

Dr. Lotar Till, Rummelsburger Str. 49f, Berlin, 1136
Ing. Dietmar Böhme, Postfach 78, Nesa, 4851

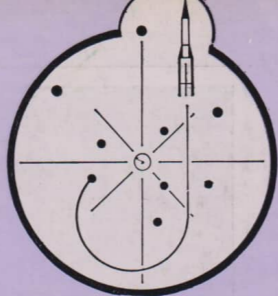


Astronomie in der Volksrepublik China (zum Beitrag S. 145).





Astronomie UND Raumfahrt

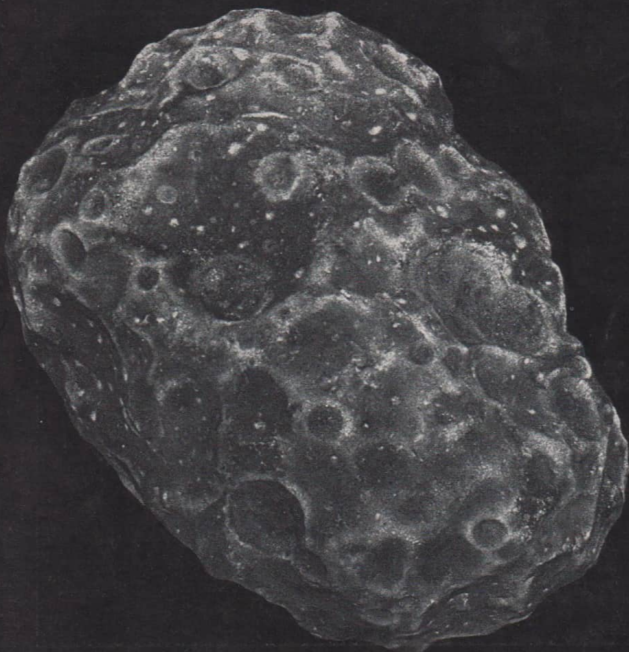


ISSN 0587-565 X

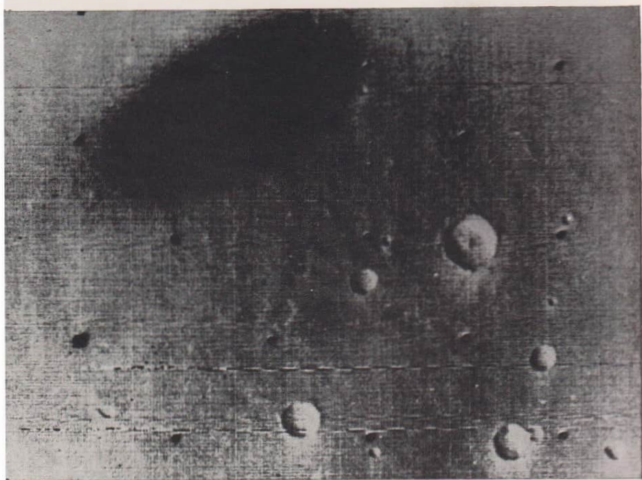
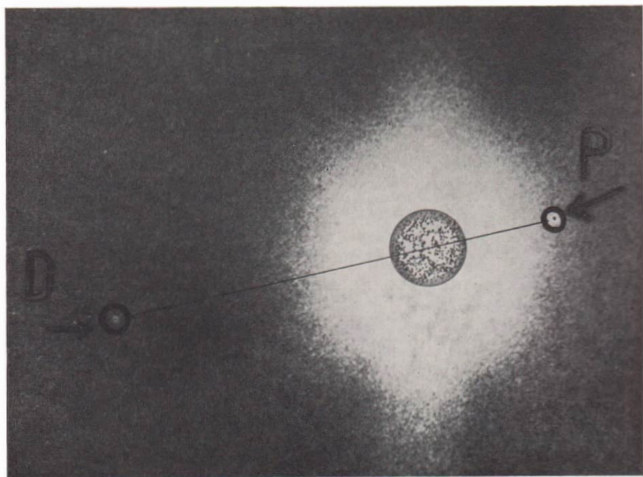
EVP 1,50

1988

6



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sc. S. Marx

Verantwortl. Redakteur:

Ol. Heinz Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S. Marx,

Dipl.-Phys. W. Häupl; - Raum-

fahrt: Prof. Dr. sc. D. Möhlmann,

Uwe Schmaling; - Philoso-

phie / Geschichte: Dr. J. Hamel; -

Amateure: Ing. A. Grünberg,

Dipl.-Phys. J. Rendtel, Str. A.

Zenkert, Dr. B. Zill; - Rezensionen:

Dipl.-Phys. M. Woche;

Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsstz:

9030 Crimmitschau, PSF 61,
Straße der Jugend 8, Fern-
sprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1988 mit 6 Hefen.
Bezugspreis im Abonnement,
zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M.
Bezug durch die Post oder den
Buchhandel. Bestellungen aus
dem Ausland sind zu richten an
das Zeitungsvertriebsamt, Abt.
Export, 1004 Berlin, Straße der
Pariser Kommune 3—4.

Veröffentlicht unter Lizenznum-
mer 1490 des Presseamtes beim
Vorsitzenden des Ministerrates
der DDR. Artikel-Nr. (EDV)
523 des PZV.

Umschlaggestaltung:

Itoland Gruss, Crimmitschau

Manuskripte sind in doppelter
Ausfertigung (Durchschlag) an
den Redaktionsstz einzusenden.
Für unverlangte Einsendungen
wird keine Haftung übernommen.
Die Redaktion behält sich vor,
Beiträge zu kürzen bzw. zu be-
arbeiten.

Der Nachdruck der in Astrono-
mie und Raumfahrt veröffent-
lichten Beiträge ist nur mit Zu-
stimmung der Redaktion ge-
stattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

INHALT

26. Jahrgang (1988) Heft 3

Manfred Reichstein: Die ungewöhnliche Entdeckungsgeschichte der Marsmonde	162
Olaf Göring: Erfolgreicher IUE-Satellit	169
Wolfgang Roloft: Aufstellungsarten von Amateurfernrohren	172
Sonnenfleckenrelativzahlen Juli/August 1988 (SIDC u. AKS)	176
R. Piechulek: Der astronomische Lehr- und Wanderpfad in Warnemünde	176
Jean Meus: Die Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes (Teil III, Schluß) — aus der Reihe DATA	177
Andreas Dill: Streifende Sternbedeckungen 1989	178
Karl-Heinz Bücke: Zentralmeridiane des Saturn und Positionen seiner Satelliten 1989	179
K. Kirsch: Die Periodischen Kometen des Jahres 1989	181

Kurzberichte

Die eigene Sternwarte im Garten • 1988 III 1: Meteoritenfall in Trebbin • Die Montierung in der Tasche	182
Mondfinsternisse 1989 • Schnellnachrichtendienst erweitert	183
98. IAU-Kolloquium • AG „Beobachtende Astronomie“	184
Neubrandenburg zieht Bilanz	185
Bezirksfachtagung in Karl-Marx-Stadt	186
Wege der Teilchenphysik	187
Buchgeschenk H. Oberths an Birgel-Gedenkstätte	187

Aus der Literatur	187
-----------------------------	-----

Rezensionen, Annotationen	189
-------------------------------------	-----

Vorschau auf Heft 1/1989 • Anschriften Leiter der Arbeitskreise der Autoren	192
---	-----

Anzeigen	171, 192
--------------------	----------

Astrokalender für 1989 (K.-H. Bücke)	Beil.
--	-------

Redaktionsschluß: 15. 10. 1988

Auslieferung an den PZV: 15. 3. 1989

Bildseiten

Titelbild: Modell eines Planetoiden vom Typ der Marsmonde. Die äußeren Konturen und die intensive Besetzung der Oberfläche mit Einschlagkratern kommen der wahren Gestalt des Phobos sehr nahe. (Abb. 1 zum Beitrag S. 162)

2. Umschl.-S. oben: Darstellung des Marsdurchmessers (punktierte Scheibe) und der maximalen Elongation der beiden Marsmonde von 22° für Phobos (P) und 56° für Deimos (D) im gleichen Maßstab. Als Hintergrund diente eine Aufnahme des Mount Wilson Teleskops vom 9. 9. 1956, welche die Überstrahlungseffekte verdeutlicht, durch die die Marsmondentdeckung noch zusätzlich erschwert wurde. (Abb. 3 zum Beitrag S. 162)

unten: Der Halbschatten des Phobos über „Aethiops Regio“, einer kraterarmen Landschaft etwa 14° nördlich des Marsäquators, nach einer Mariner-9-Aufnahme vom 4. 2. 1972. Der Umriss des Marsatelliten wurde wegen der tiefstehenden Sonne mit den Durchmesser von 50mal 110 km fast auf die zehnfache Größe (verglichen mit dem Original) vergrößert. (Abb. 5 zum Beitrag S. 162)

3. Umschl.-S.: Die eigene Sternwarte im Garten. (Zum Beitrag S. 182)

4. Umschl.-S.: Südliche Milchstraße mit Omega-Nebel. Aufnahme von Norbert Reddemann mit Orestegor 4/300, Leitrohr AS 80/840 auf Zeiss Iq-Montierung, NP 27-KB-Film, 15 min belichtet. Lesen Sie dazu den Bericht S. 184

Die ungewöhnliche Entdeckungsgeschichte der Marsmonde

MANFRED REICHSTEIN

Die Geschichte der Astronomie ist reich an Beispielen von Entdeckungen, die der Zufall zustande brachte. Mehr als einmal wurde etwas ganz anderes gesucht als gefunden. Das ergab sich bei vielen Kometen und gilt für Herschels Uranusentdeckung genauso wie für die Auffindung der ersten beiden Asteroiden Ceres und Pallas.

Aber auch das Umgekehrte war oft der Fall; daß nämlich mit Akribie nach etwas gesucht wurde, was sich trotz jahre- oder jahrzehntelanger Nachforschungen einfach nicht offenbaren wollte. Zu den Objekten, die nach solch langer Suchperiode dann schließlich doch entdeckt wurden, zählen auch die beiden Marsmonde Phobos und Deimos. Als sie 1877 Asaph Hall zum erstenmal zu Gesicht bekam, endete damit eine Suchperiode, die sich über viele Generationen erstreckte, und deren Teilnehmer aus recht unterschiedlichen Gründen zu der Meinung gekommen waren, daß auch der kleine rote Planet Mars seine eigenen Monde haben müsse.

Reichlich 150 Jahre vor ihrer Entdeckung war der Verdacht ihrer Existenz nicht nur von Jonathan Swift (1667—1745), wie oft behauptet wird, schon direkt ausgesprochen worden. Aber die Wurzeln für ihre Begründung lassen sich sogar nochmals auf die Zeit um zirka 100 Jahre davor zurückführen, nämlich bis auf die Philosophie eines G. Bruno (1548—1600) und seiner Anhänger, die, wenn auch nur in allgemeiner Form, davon sprachen, daß das Beispiel Erde mit ihrem Mond kein Einzelfall im Umkreis der Sonne und unter den Fixsternen sein sollte.

Was für uns heute noch die spezielle Entdeckungsgeschichte dieser substanziell wahrlich recht bescheiden dimensionierten Marsbegleiter so aufzeichnenswert und interessant macht, sind aber nicht nur fast einmalige wissenschaftshistorische Aspekte, sondern ist vor allem ihre Verknüpfung mit grundsätzlichen Fragen der Bauformel unseres Planetensystems und damit seiner Entstehung überhaupt. Geht es doch bei der Erforschung von Phobos und Deimos heute besonders darum, ob sie eventuell als eingefangene Asteroiden gelten können, das heißt, ob auf ihnen aus diesem Grund die wegen ihrer Zeugnisfähigkeit so kostbare, wenig veränderte Urmaterie der Planetesimale erhalten geblieben ist und für spätere Untersuchungen zur Verfügung stehen könnte.

Die erste Periode der Mutmaßungen bis zur Entdeckung der Asteroiden

Noch bevor das Fernrohr erfunden war, versuchte Kepler, den vermeintlichen göttlichen Harmoniegesetzen auf die Spur zu kommen, die dafür verantwortlich zeichnen sollten, daß die Anzahl, Form und Größe der daran beteiligten Körper so und nicht anders war. Da seine Manipulationen mit einfachen Zahlenverhältnissen kein ihm befriedigendes Ergebnis zeigen wollten, begann er zu überlegen, ob nicht Kenntnislücken über die Vollständigkeit der Himmelskörper im Planetensystem Ursache der sich nicht zeigen wollenden, vollendeten Harmonie dieses Teiles des Weltgebäudes sein könnten. 1596 schreibt er in seinem „Mysterium Cosmographicum“ (Das Weltgeheimnis):

„Da ich also auf diesem Wege nicht ans Ziel kam, verzogte ich einen erstaunlich lähnen Ausweg. Ich schob zwischen Jupiter und Mars, sowie zwischen Venus und Merkur zwei neue Planeten ein, die beide wegen ihrer Kleinheit unsichtbar seien, und schrieb ihnen ihre Umlaufzeiten zu. So glückte ich, in den Verhältnissen eine Gerechtigkeit zu erzielen zu können, so daß die Verhältnisse zwischen je zwei Planeten gegen die Sonne zu abnehmen, gegen die Fixsterne zu wachsen, wie ja das Verhältnis der Erdbahn zur Venusbahn kleiner ist als das Verhältnis der Marsbahn zur Erdbahn. Jedoch genügte es nicht, in die ungeheure Lücke zwischen Jupiter und Mars einen einzigen Planeten einzuschoben. Das Verhältnis der Jupiterbahn zu der Bahn des neuen Planeten war immer noch größer als das Verhältnis der Saturnbahn zur Jupiterbahn.“

Wichtiger noch als dieses spezielle Gedankenexperiment, das Kepler rasch wieder aufgab, ist aber für die möglichen planetaren Konstellationen im Marsabstand zur Sonne die Erkenntnis einer Abstandsbeziehung, welche er bei seinen vielen Versuchen, die Funktionsregeln des Planetensystems zu begreifen, aufzustellen versuchte. J. Piazzi, der Entdecker des ersten Asteroiden, hat in seinem 1817 in Palermo erschienenen „Lehrbuch der Astronomie“ diese Konzeption Keplers mit ihren Auswirkungen nach der deutschen Fassung von 1822 folgendermaßen kurz umrissen:

„Kepler bemerkte, als er die verschiedenen Entfernungen untersuchte, in welchen die ihm bekannten Planeten von der Sonne stehen, daß alle sehr nahe durch folgende Zahlen dargestellt werden können: 4; 7; 10; 16; 25; 36. Nicht man hier die erste Zahl von allen übersteht, so erhält man 3; 6; 12; 48; 91, wo die zweite das Doppelte der ersten, die dritte das Doppelte der zweiten und ebenso die fünfte das Doppelte der vierten, die vierte aber das Vierfache der dritten ist; es scheint also eine Lücke zwischen den beiden Planeten, deren Entfernungen 16 und 32 sind, oder zwischen Mars und Jupiter zu sein. Bis auf Lambert blieb diese schöne Entdeckung unbeachtet; dieser und nachher Titius und Bode nahmen sie wieder auf.“

Ergänzend seien hier die genaueren Werte der mittleren Planetenabstände genannt, wie sie

Kepler als „Intervalla mediocria“ im 5. Buch seiner 1619 in Linz erschienenen „Harmonices Mundi“ (Weltharmonik) verwendet hat. Die jeweils dahinter notierten, heute gültigen Abstands-werte sollten zusätzlich darüber informieren, wie genau ihm damals schon die wahren Planeten-abstände bekannt waren.

Planet (Nom. 1619)	Intervalla mediocria bei Kepler 1619	Abstandswert heute in AE
Saturni	9510	9,555
Jovis	5200	5,203
Martis	1524	1,524
Telluris	1000	1,000
Veneris	724	0,723
Mercurii	388	0,388

Als Hinweis sei noch hinzugefügt, daß Kepler die große Lücke zwischen Jupiter und Mars in den sonst nach außen in kleineren Schritten anwachsenden Planetenabständen, die ihm ja schon bei seinen Studien zum *Mysterium Cosmographicum*, also vor 1596, aufgefallen war, über 20 Jahre später in den *Harmonices Mundi* von 1619 keineswegs mehr durch künstliche Abstandsmanipulationen zu erklären versucht. Für ihn wird vielmehr das Harmoniegesetz, welches die sonstigen Planetenpaare in der Bewegung nach musikalischen Intervallregeln reflektieren sollen, hier im Sonderfall durch eine spezielle Abstandsrelation sozusagen ersatzweise gewahrt, indem nämlich nach Keplers Angaben der Perihelabstand des Jupiters ganz nahe das Dreifache des Aphel-abstandes vom Planeten Mars betragen soll.

Anderthalb Jahrhunderte später finden wir im „Urtext“ der sogenannten „Titius-Bodeschen Reihe“, nämlich dort, wo der Wittenberger Mathematikprofessor in seiner Übersetzung von Bonnets „Betrachtungen über die Natur“ von 1772 sich auf Seite 7 nicht enthalten konnte, „eigene“ Gedanken anzufügen, ohne jeden Hinweis auf Kepler oder andere (!) folgende von ihm verfaßte Fußnote:

„Gebt einmal auf die Weiten der Planeten voneinander Achtung und nehmet wahr, daß sie fast alle in der Proportion voneinander entfernt sind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebt der Distanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile, so ist Mercurius 4 solcher Theile von der Sonne entfernt; Venus 4 - 3 = 7 derselben; die Erde 4 + 6 = 10; Mars 4 + 12 = 16. Aber sehet, vom Mars bis zum Jupiter kömmt eine Abweichung von dieser so genauen Progression vor. Vom Mars folgt ein Raum von 4 + 24 = 28 solcher Theile, darin weder ein Haupt- noch ein Nebenplanet zur Zeit gesehen wird. Und der Bauherr sollte diesen Raum ledig gelassen haben! Nimmermehr! lasset uns zurechtsetzen, daß dieser Raum sonder Zweifel den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre; laßt uns hinzutun, daß vielleicht auch Jupiter noch etliche um sich habe, die bis izt noch mit keinem Glase gesehen werden. Von diesem uns unbekannten Raum erhellet sich Jupiters Wirkungskreis in 4 + 48 = 52; und Saturnus seiner, in 4 + 96 = 100 solcher Theile. Welches bewunderungswürdige Verhältniß! T.“

Diese Prophezeiungen über die damals noch unbekannte Besetzung des Raumes zwischen Mars und Jupiter mit planetarischen Objekten enthält aus unserer heutigen Sicht drei fast unglaubliche Ulfreffer, die es sinnvoll erscheinen lassen, kritisch zu prüfen, wieviel Zufall und wieviel begründete Vorstellungen dabei mitgespielt haben können.

Wir stellen zunächst einmal fest, daß in überraschender Übereinstimmung mit der Wirklichkeit von Titius gleich im Plural von den noch völlig unbekannten Marstrabanten gesprochen wird. Es wird aber im gleichen Atemzug auch ihr Herkunftsbereich, nämlich der erst viel später bekannt gewordene Asteroidengürtel, mit Leitzahl 28 seiner Reihe für die Entfernung von 2,8 AE schon annähernd richtig als von Körpern besetzt eingeschätzt. Und schließlich soll auch Jupiter weitere Monde um sich haben, die nur zu klein sind, als daß man sie mit den „Gläsern“ seiner Zeit schon ausmachen könnte. Aus heutiger Sicht könnten das nur eingefangene Asteroiden sein, und die gibt es ja höchstwahrscheinlich tatsächlich am Jupiter, und zwar nicht nur als „Trojaner“.

Kann eine solche „glückliche“ Konzeption überhaupt die ideale Leistung eines einzelnen sein, oder steckt mehr dahinter?

Letzteres ist der Fall und läßt sich belegen. Es ist die Grundkonzeption des „Aufklärungszeitalters“, die hier in den Bauplanvorstellungen eines Titius über unser Sonnensystem zum Ausdruck kommt. Das war im wesentlichen eine Mischung aus ersten echten wissenschaftlichen Erkenntnissen und einer noch tief verwurzelten Religiosität, die dazu zwingt, von den Glaubenssätzen grundsätzlich mit auszugehen, wonach der Schöpfer des Ganzen nichts Sinnloses habe entstehen lassen. Jedes Ding, jeder Körper im All hat seine Aufgabe und Funktion. Wie formulierte es doch Titius?:

„Und der Bauherr sollte diesen Raum ledig gelassen haben? Nimmermehr!“

Das ist nicht seine alleinige Idee, so argumentierte mit Kepler eine ganze Generation von Naturphilosophen, darunter Wright, Buffon, Lambert und Derham, und ganz in seiner Nähe vor allem auch Christian Wolff, dessen Schriften in diesem Zusammenhang bisher kaum beachtet, vielleicht den entscheidenden Eindruck auf ihn gemacht haben können.

Denn lesen wir genauer nach, dann wird deutlich, daß die viel zitierte „Titius-Bodesche Reihe“ zumindest mit dem gleichen Recht auch nach ihren Vorvätern „Kepler-Wolffsche Reihe“ hätte getauft werden können, wobei dann Kepler die pure und noch unvollständige erste Nennung der

Reihe zukäme, Wolff die ersten Lückenmanipulationen versuchte, Titius sie formelmäßig zu idealisieren verstand, und Bode nur die Rolle des Propagandisten spielt.

Der gewichtige, hauptsächlich auf Christian Wolff fußende zweite Schritt ist später in der Literatur meist unerwähnt geblieben, hat aber gerade für die weiteren Marsmondvermutungen, einschließlich der von Titius, wohl recht stimulierende, wenn nicht sogar hier im speziellen Falle initiale Bedeutung. Die entsprechende Wolffsche Darstellung in der 4. Auflage seiner zu Halle im Magdeburgischen 1741, also rund 30 Jahre vor der Titius'schen Fußnote erschienenen philosophischen Schrift sei daher auszugswise wörtlich zitiert. Sie trägt übrigens den von uns heute wohl etwas kompliziert empfundenen Titel: „Vernünftige Gedanken von den Absichten der natürlichen Dinge, Den Liebhabern der Wahrheit mitgetheilt von Cristian Wolfen.“ Ab Seite 140 lesen wir dort:

„Wenn man die Weite der Erde von der Sonne in 10 Theile eintheilet, so bekommt davon die Weite des Mercurius von ihr 4, der Venus 7, des Mars 15, des Jupiters 52, des Saturnus 95.“ ...

Und nachdem diese Aufzählung für eine Aufteilung der ganzen Linie zu 95 Teilen noch einmal wiederholt wird, heißt es dann weiter:

„Solchergestalt stehen Mercurius und Venus 3, Venus und die Erde gleichfalls 3, die Erde und Mars 5, Mars und Jupiter 37, Jupiter und Saturnus 43, Theile voneinander. Alle Planeten bewegen sich um die Sonne, und demnach müssen sie in verschiedener Weite von einander stehen, damit nicht einer dem andern in seiner Bewegung zu nahe kommet“.

Als besondere Begründung für diese aus Wolff'scher Sicht gegebene Notwendigkeit für größere Planetenabstände, vor allem um das Leben auf den anderen Himmelskörpern nicht zu gefährden, schreibt er weiter:

„Derwegen müssen sie so weit von einander stehen, daß keiner den anderen durch seinen Schatten beschwerlich fällt.“ ...

Aus diesem Grunde sieht er eine Möglichkeit zur Erklärung für die auffälligen Abstandsunterschiede, in dem sie mit der jeweiligen Körpergröße im Zusammenhang stehen, denn er fährt fort:

„Derwegen finden wir auch, daß die Welt-Körper, die groß sind, als Saturnus und Jupiter, viel weiter von einander wegstehen, als die andern, die kleiner sind, weil sie einen längeren Schatten werfen, als die andern kleinen“ ...

Und nun nimmt er nachträglich Stellung zum auch für ihn nicht zu übersiehenden großen Sprung seiner Skala zwischen Mars und Jupiter, der ja, weil Mars so klein ist, gar nicht passen

will, wenn er wahr wäre. Deshalb heißt es weiter auf S. 142 unter der Randglosse:

„Ob Mars Monden um sich hat“:

„Wenn demnach die vorhergehende Gründe erioogen werden; so lässet sich mutmassen, daß Mars auch einen oder vielleicht mehrere Monden um sich habe, die aber nach Proportion seiner Größe so klein sind, daß wir sie auf der Erde auch nicht durch unsere Fern-Gläser entdecken können. Es kann auch seyn, daß sie das Licht sehr schlecht reflectiren, und daher wegen der Schwäche des Lichtes nicht zu observiren sind, wenn es auch gleich ihre Größe zuliesse.“ ...

Und nur wenige Zeilen später heißt es:

„Ich trage um so viel weniger Bedenken, diese Mutmassung anzuführen, weil auch schon Herr Derham ihr einen Platz eingeräumt. Und es wird dieselbe noch weiter dadurch bekräftigt, weil wir finden, daß die Erde einen Mond, Jupiter vier Monden, und Saturnus fünf hat, folgender die Zahl der Monden sich seit der Weite von der Sonne vermehret. Denn so scheint es nicht glaublich, daß Mars gar keinen Monden haben sollte, und Jupiter so gleich viele, zumahl da Raum dafür vorhanden“

Besondere Beachtung verdient hierbei die erst durch die Raumfahrtresultate belegbar gewordene, sehr richtige Vermutung, daß es sich bei den Marsmondern evtl. um relativ dunkle Himmelskörper handeln könnte. Wir wissen heute, daß die Marsmonde von Kratern übersäte „kohlschwarze“ Oberflächen besitzen und zu den dunkelsten Körpern im Sonnensystem zählen (vgl. Abb. 1, Titelbild).

Wie geläufig, ja wie populär sogar die Mutmaßungen über die Marsmonde zur Zeit von und vor Wolff/Titius schon waren, geht auch aus der damals in vielen Ländern Europas kursierenden fantastischen Erzählung von Jonathan Swift hervor. Dieser schrieb 1727 in seinen „Travels of Gulliver“ (deutsch: „Kapitän Lemuel Gullivers Reisen“) im dritten Kapitel; welches einer Reise nach seinem utopischen Inselreich „Laputa“ gewidmet ist, entsprechend einer Übersetzung aus damaliger Zeit:

„Sie haben auch zwey Trabanten des Martis entdeckt, davon der eine von dem Mittel-Puncte dieses Planetens dreymahl so weit, als der Diameter ausmachet, entfernt ist, der andere aber fünfmal so weit. Dieser kehret sich in seinem Mittelpuncte in 29 und einer halben Stunde einmal herum, und jener in zehn Stunden; daß also der gevierde Schein ihres Kreyß-Laufts bynaye in einer Gleichheit mit denen Cubis in ihrer Entfernung von dem Mittel-Puncte des Martis steht. Daraus denn so viel erhellet, daß sie eben durch die Gesetze der Gravitation, denen andere himmlische Körper unterworfen sind, regiert werden.“

In Wirklichkeit laufen die Zwergmonde des Mars zwar in etwas über 7 Stunden (Phobos) bzw. über 30 Stunden (Deimos) um, aber berücksichtigt man, welche Ausnahmerscheinung die große Planetennähe der Marsmond mit solchen extrem kurzen Umlaufzeiten im Vergleich zu den Verhältnissen im übrigen Planetensystem darstellt, dann wird die „Quasi-Übereinstimmung“

frappierend. Eine solche ungewöhnlich treffsichere Schriftstellerfantasie kommt nicht von ungefähr. Sie setzt voraus, daß J. Swift die Gravitationsgesetze eines Newton als auch die Keplerschen Gesetze recht geläufig waren.

Daß nun aber von so vielen Autoren immer gleich von zwei Marsmonden gesprochen wird, geht letztlich mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Äußerung Keplers zurück, die er in einer kleinen, aber zu seiner Zeit weitverbreitet und populär gewesenen Schrift des Jahres 1610 festhielt. Gemeint ist seine „Dissertatio cum Nuncio Sidereo“, also die Auseinandersetzung mit Galileis „Sternenherold“, wie diese erste mit dem Fernrohr erspähte „Botschaft der Sterne“ in der deutschen Übersetzung von O. Bryk genannt wurde. Weil diese Keplerschen Äußerungen nach meinen Nachforschungen das eigentlich inspirierende Element für alle späteren Mars-Doppelmond-Vermutungen geworden sind, sei hier etwas ausführlicher auf ihr dazu noch überaus dramatisches Zustandekommen aufmerksam gemacht

Um den 15. März von 1610 erfuhr nämlich Kepler zunächst nur mündlich und gespickt mit Fehlinterventionen zu seiner Überraschung, ja fast zum Entsetzen, wie er später selbst zugab, daß Galilei mit seinem neuen Fernrohr „vier neue Planeten“ entdeckt haben sollte. Das Grundgerüst seines auf sechs Planeten basierenden harmonischen Weltbauplans schien damit in Gefahr. Wie verwirrend diese ersten Informationen für ihn waren, zeigt folgendes: Der Überbringer der ersten mündlichen Nachricht, der Kaiserliche Ratsherr Wackher von Wackenfels, war nämlich Anhänger der Lehre G. Brunos und hielt die neuen „vier Planeten“ für solche, die wegen ihrer Lichtschwäche zu ganz anderen Sonnensystemen gehörten. Kepler aber, der die Fixsterne im scharfen Gegensatz zu G. Bruno als nicht mit der Sonne vergleichbar ansah, manipulierte die verwirrenden und ihn zutiefst auf- und anregenden Meldungen anders um. Er selbst stellt diese Situation wie folgt dar:

„Ich fühlte mein Gemüt im Tiefsten bewegt“... „Was mir beim Überdenken dieser Sache einfiel, meldete ich dem Wackher sofort brieflich; nämlich: wie die Erde als einer der Wandelsterne (nach Kopernikus) ihren eigenen Mond besitzt, der sie ohne Beziehung (auf die übrigen Gestirne) umwandelt, so ist es durchaus möglich, daß Galilei vier andere, winzige kleine Monde gesehen hat, die sich in eng angeordneten Rundbahnen um die Körperchen des Saturn, Jupiter, Mars und der Venus herumwälzen, Merkur aber ist als letzter so nahe bei der Sonne und so tief eingetaucht in ihr Strahlenmeer, daß Galilei an ihm nichts dergartiges hatte beobachten können.“

In seiner ersten Version vermutete Kepler also entsprechend seinem Harmoniebedürfnis, daß jeder der sechs Planeten des Sonnensystems wie

die Erde auch je einen Mond haben könnte! Als er wenige Wochen später einen der ersten Drucke des „Nuncius Siderius“ mit dem kaiserlichen Auftrag, ihn zu begutachten, in den Händen hält, erkennt er endlich die von Galilei dargestellten Zusammenhänge der vier neuen Wandelsterne als Begleiter nur eines Planeten, nämlich des Jupiter. Dies war gleichzeitig gegenüber allen bisherigen verschiedenartigsten Spekulationen der erste Beleg dafür, daß auch andere Planeten des Sonnensystems, als die Erde, Trabanten haben können, und dazu noch, wie man deutlich sah, müßte es nicht nur einer pro Planet sein. Sofort arbeitete seine Fantasie in neuer Richtung, und bei seiner Vorliebe für Progressionen war es nicht verwunderlich, daß er weiter dachte und sich Vorstellungen über Gesetzmäßigkeiten in der möglichen Anzahl von Satelliten unter den übrigen Planeten machte. Er ging schließlich von der Vermutung aus, daß die Stückzahl der Satelliten mit zunehmendem Sonnenabstand regelmäßig anwachsen könnte und formulierte seine an Galilei gerichteten Gedanken so:

„Ich wünschte, ein Fernrohr stünde mir zu Gebote, damit ich Dir mit der Entdeckung anderer Gestirnmönde zuvorkommen könnte. Nach dem mir (vorschwebenden) Verhältnisse erwarte ich zwei Marsumwandler, sechs oder acht Saturnmonde, und vielleicht kommt noch einer oder der andere Venus- und Merkur-Umwandler dazu. Zur Jagd auf den Mars ist im kommenden Oktober günstige Zeit; da steht er im Gegenschein der Sonne und ist der Erde (abgesehen vom Jahre 1608) so nahe als möglich, ...“

Welch eine Fülle zum großen Teil über Jahrhunderte aktuell bleibender Vermutungen oder Empfehlungen finden sich in diesen genialen Sätzen Keplers! Was die Empfehlungen zu erfolgversprechender Mondsuche während der Oppositionstellung des Mars anbetrifft, so sind sie eine genaue Vorwegnahme der Marssatelliten-Jagdmethoden während des gesamten 19. Jahrhunderts einschließlich ihres erfolgreichen Abschlusses von 1877. Ganz nebenbei sei noch bemerkt, daß aus der bis acht reichenden Vermutung über die Anzahl der Saturnsatelliten auch Derham ein Jahrhundert später Mut zu ähnlichen Äußerungen geschöpft haben könnte.

Auch Voltaire (1694–1778) ließ es sich nicht nehmen, wenn auch nur relativ kurz, diese inzwischen wohl recht volkstümlich gewordene Auffassung über unentdeckte Satelliten als denkbare „Realität“ in den Erlebnisberichten seines Superriesen „Micromegas“ aus der Siriuswelt zu übernehmen. In seiner im Original 1750 erschienenen philosophischen Geschichte heißt es dort:

„Nach Verlassen des Jupiter durchmaßen sie einen Raum von ungefähr hundert Millionen Meilen und kamen zum Mars, der, wie man weiß, fünfmal kleiner ist als unsere

kleine Erde; sie fanden zwei Monde in seinem Dienst, die den Blicken unserer Astronomen bislang entgangen sind.“... „aber ich wende mich an jene, die in Analogien denken können. Und solche guten Philosophen wissen, wie schwer es dem Mars fiele, der von der Sonne so weit entfernt ist, sich mit weniger als zwei Monden zu begnügen“.

Als Quelle für die ausführlicheren und fundierteren Darstellungen bei Swift, in denen sogar die eigentlich damals für Satelliten der Planeten ganz ungewöhnlich engen Bahnabstände in einer der Wirklichkeit erstaunlich nahekommenden Version vorausgeahnt sind, kommt neben Kepler wohl auch besonders William Derham (1657–1735) in Frage, der seinen astro-theologischen Schriften mehrfach auf die Frage nach noch unentdeckten Monden im Sonnensystem, vor allem auch am Saturn einging. Das von Christian Wolff zitierte Buch Derhams heißt in der Übersetzung: „Beweis von dem Daseyn Gottes und den Eigenschaften Gottes aus der Betrachtung des Himmels“ und erschien im Original 1714.

Neun Monde oder „Nebenplaneten“, wie man damals gern sagte, waren seit Erfindung des Fernrohrs inzwischen erkannt worden. Davon hatten sich die wegen ihrer Lichtschwäche viel schwerer zu entdeckenden des Saturns nicht schlagartig auf einmal finden lassen, wie die vier „Galileischen“ Jupiters im Jahr 1610, sondern sozusagen „tröpfchenweise“ über einen Zeitraum von drei Jahrzehnten schön der Reihe nach mit nachlassender Helligkeit, nämlich von 1655 mit der Titanentdeckung durch Huygens beginnend, gefolgt von den Entdeckungen Cassinis 1671, 1672 und 1684. Und gerade das hatte sich allgemein eingepreßt: Je besser die Instrumente wurden, um so mehr war zu entdecken. Man kannte das Planetensystem nicht vollständig! Dieses „Ahnens“, schon rund 2000 Jahre früher von Demokrit ausgesprochen (vgl. Reichstein, AuR 23 (1985) 6, S. 122), hatte nun seine wissenschaftliche Begründung erhalten, und regte die fantasievollsten Gemüter natürlich zu weiteren Spekulationen mit recht unterschiedlichem realistischen Unterbau an.

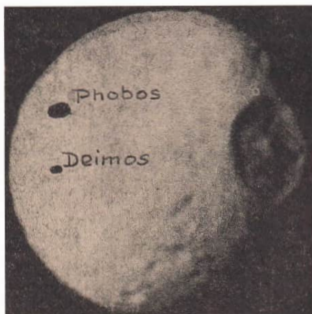
Die Fernrohr-Suchaktionen nach den Marsmonden bis zum Erfolg 1877

Der erste, der Erfolg hätte haben können, mit Hilfe eines sehr guten Teleskops die Marsmonde zu finden, war Wilhelm Herschel (1738–1822) in England. Und es sollen Hinweise auf solche Bemühungen sogar schon aus dem Jahre 1783, also nur zwei Jahre nach seiner Uranusentdeckung, aus seinen Beobachtungsbüchern hervorgehen. Vermutlich verleitet ihn die andersartigen bis

dahin gemachten Erfahrungen bei Satellitenentdeckungen, nicht ausdauernd und nahe genug am Planetenrand des Mars mit den anerkannt besten Instrumenten seiner Zeit nach Spuren zu suchen. Dennoch sollte es Herschel vorbehalten bleiben, noch im gleichen Jahrzehnt seiner Uranusentdeckung vier weitere Satelliten des Sonnensystems den bis dahin bekannten zehn hinzufügen zu können. Zunächst fand er 1787 im Umfeld des von ihm entdeckten Planeten auch dessen beide größte Monde Titanus und Oberon. Und nur zwei Jahre später, also vor nunmehr fast genau 100 Jahren, konnte er 1789 die Zahl der bekannten Saturnmonde von fünf auf sieben erhöhen, als ihm die Entdeckung dessen bis 1980 als lichtschwächste und innerste geltende „Zwergsatelliten“ Mimas und Enceladus gelang (vgl. Abb. 2).

Besonders die Entdeckung von Mimas verdient hier in Bezug auf die Marsmonde und zur Einschätzung des wahren Leistungsvermögens seiner Fernrohre Beachtung. Denn dieser Mond erreicht mit seiner Oppositionshelligkeit von 12^m1 noch nicht einmal die des Phobos von 11^m6 und umläuft Saturn sehr schnell in 22 Stunden und in einem Abstand von nur etwa zwei Planetenradien über dessen Oberfläche, was ebenfalls den Phobos-Mars-Bedingungen sehr nahe kommt.

Abb. 2: Größenvergleich Saturnmond Mimas und die Marsmonde. Der 1787 entdeckte Mimas war bis zur Auffindung der Marssatelliten der kleinste unter den bekannten Monden im Planetensystem. Sein nach Herschel benannter größter Krater hat etwa die Dimension, die ein Einschlag eines Körpers vom Deimos- bis Phobosformat auf der Marsoberfläche erzeugen würde.



Also können wir damit schlußfolgern, daß überhaupt erst, oder sagen wir besser schon, vor rund 200 Jahren die Marsmonde unter günstigsten Voraussetzungen in den Bereich des von Menschen Entdeckbaren aufgerückt waren.

Zu den etwas jüngeren erfolglosen systematischen Suchaktionen gehört die von Johann Heinrich von Mädler (1794—1874), welche dieser um 1830 mit dem Berliner Refraktor von nur 4" Öffnung vorgenommen hatte, und womit wegen der Kleinheit der Objekte diese Aktion, wie wir heute wissen, von vornherein zum Scheitern verurteilt war. Es ist wohl nicht ganz unwahrscheinlich, daß aus dieser Erfolglosigkeit heraus eine spezifische Frustration in ihm entstand, die ihn in späteren Jahren verführte, recht abfällig über die Marsmondoptimisten zu sprechen. So finden wir im Band II seiner 1873 erschienenen „Geschichte der Himmelskunde“, also nur noch ganze vier Jahre vor der Phobos-Deimos Entdeckung, folgende recht geistvollen, aber später durch die Tatsachen dennoch widerlegten Bemerkungen:

„Allein wir haben nicht bloß neue Entdeckungen zu registrieren, wir haben auch früher gemachte wieder zu streichen und manche unhaltbare Ansicht zu berichtigen.“... „Aus ähnlichen philantropischen Gründen sollte Mars durchaus einen Mond haben, den er ja doch gar nicht entbehren könnte (Nürnberger), kurz, man war nahe daran, auf Grund solcher Ansichten ein Planetensystem zu konstruieren, dem dann das wirklich bestehende sich wohl oder übel hätte fügen müssen.“

Statt des Namens von Nürnberger wäre es für ihn wohl angezeigter gewesen, Bode zu nennen, aber das verbot ihm wahrscheinlich ein zu großer Respekt vor dessen Popularität. Joseph Emil Nürnberger hat sich jedenfalls selbst eher zurückgehalten und bei dem zitierten „Pro“ für den oder die Marsmonde sehr betont auf Bode bezogen, denn er schreibt in seinem Populären astronomischen Handwörterbuch, erschienen zu Kempten 1848, das er auch „Versuch einer alphabetisch geordneten Erklärung der Vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Astronomie“ nennt, auf Seite 80:

„Die wesentlichen Unterschiede zwischen Erde und Mars sind“... „und der Mangel eines Mondes; denn das Fehlen eines solchen ist nun wohl als vollkommen erwiesen anzunehmen.“

— Und als erläuternde Fußnote zu dem Sternchen ergänzt er sehr aufschlußreich für uns die Bodeschen und damals wohl auch sehr verbreitet akzeptiert gewesenen Ansichten:

„Nach einer gewissen Regel müßte Mars gleichwohl einen Mond haben. Der vereingte Berliner Astronom Bode hielt sich, wie er mir oft mündlich erklärt hat vom Daseyn eines solchen fest überzeugt. „Da Mars“ bemerkte er in seiner Sternkunde, „selbst nur klein ist und das Licht der Sonne nicht eben lebhaft zurückwirft, so finden beide Umstände vermuthlich auch bei seinen (Bode schreibt seinen, nicht

seinem; er ging von dem Gesichtspuncte aus, daß die Zahl der Monde nach der wachsenden Entfernung des betreffenden Hauptplaneten von der Sonne zunehmen müsse) Trabanten statt. Ferner kommt Mars der Erde nur alle zwei Jahre näher, und dann wäre nur wenig Zeit hindurch Hoffnung, seine Trabanten durch die vollkommensten Teleskope zu sehen; endlich aber entfernen sie sich vielleicht um viele seiner Durchmesser von ihm, und die Neigung ihrer Bahnen gegen die Ekliptik könne auch beträchtlich seyn, wodurch ihre Auffindung noch sehr erschwert würde.“

Über 30 Jahre nach Mädler's Versuchen setzte der begabte D'Arrest (1822—1875), der bereits 1846 in Berlin an der Auffindung des Neptun mitbeteiligt gewesen war, den 10 1/2 Zoll Refraktor des Kopenhagener Observatoriums zur intensiven Marsmondsuche in den Jahren 1862 und 1864 ein. Obwohl auch diesmal noch kein Mond gefunden wurde, waren seine Durchmusterungen jedoch so intensiv gewesen, daß man danach mit einigem Recht entsprechend der Leistungsgrenze des benutzten Instrumentes davon ausgehen konnte, daß es keine Marsmonde heller als 12^m bis 13^m innerhalb der normalerweise anzunehmenden Räume geben könnte; es sei denn ganz nahe am Mars (vgl. Abb. 3), oder ab etwa 20 Durchmesser entfernt von ihm, also ab unwahrscheinlichen 130 000 km an Distanz zum Zentralkörper.

So stand eigentlich um die siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts fast eindeutig fest, daß weitere Nachforschungen nur sinnvoll sein würden, wenn sie mit erheblich verbesserten Instrumenten und zu Zeiten günstiger Oppositionen, das heißt bei relativ geringen Erde-Marsabständen durchgeführt würden. Und beides kam im Jahre 1877 tatsächlich zusammen, denn die Marsopposition von 1877 lag am 5. September nur 15 Tage hinter dem Perihelion, so daß die Entfernung des „roten“ Planeten von unserem „blauen“ nur 56,35 Millionen km betrug.

Als die beiden Marsmonde in wenigen Tagen Abstand am 11. und 16. August 1877 mit dem Refraktor des Washingtoner Marine Observatoriums entdeckt wurden, war dies das größte Instrument seiner Art (Abb. 4); gebaut von Alvan Clark (1804—1887), der es im vorigen Jahrhundert fünfmal schaffte, das jeweils größte Instrument in der Welt herzustellen. Es folgten noch der 30-inch Refraktor für Pulkowo (1884), der 36-inch Refraktor für Lick 1888, und als Höchstleistung seiner Firma der 40-inch Refraktor für Yerkes 1897. Der Washington Refraktor wurde offiziell am 20. November 1873 mit Beobachtungen der Positionen des Triton in Dienst gestellt. Und solche Positionsbestimmungen der Satelliten der fernen Planeten gehörten auch, in der Folgezeit neben Doppelsternuntersuchungen zur Hauptaufgabe des Instruments, das zunächst unter der Leitung von Simon Newcomb stand,

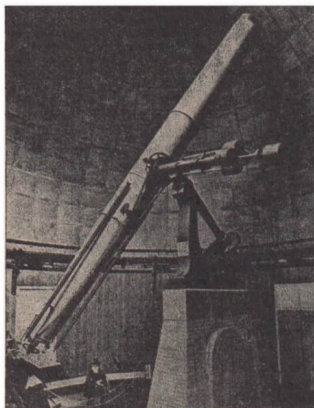


Abb. 4: Der „26-inch Refraktor“ des Observatoriums in Washington. Mit diesem Instrument, das seinerzeit das größte in der Welt war, entdeckte Asaph Hall 1877 im August die beiden Marsmonde.

der dann aber seit 1875 von Asaph Hall (1829–1907) abgelöst worden war.

In der Nacht vom 11. zum 12. August fand Asaph Hall zwei Stunden nach Mitternacht zunächst den marsferneren Satelliten (Deimos) und wegen einer wetterbedingten Unterbrechung der Beobachtungsreihe erst fünf Tage später den inneren (Phobos) seiner beiden „Mars stars“, wie er sie zunächst wegen ihrer Winzigkeit nannte. Doch ihre Benennung nach den Begleitern des Kriegsgottes in der griechischen Mythologie zu „Phobos“ also „Furcht“ und „Deimos“, was „Schrecken“ bedeutet, erfolgte sehr bald danach. Irritierend war für ihn vor allem das Verhalten des Phobos, der sich so schnell bewegte, daß er in ein und derselben Nacht auf beiden Seiten des Mars erschien, so daß Hall vorübergehend fast annahm, es handle sich um zwei weitere Satelliten.

Die beiden realen Satelliten waren dann noch bis zum 31. Oktober von 1877 mehrfach beobachtbar, aber danach erst wieder zur nächsten Oppositionszeit, und das war erst zwei Jahre später.

Hall hat später gestanden, daß er damals sehr darauf bedacht gewesen war, während der Satellitensuche allein zu sein. Besonders wollte er den

jungen, und ihm wohl etwas zu stürmisch oder voreilig erscheinenden Edward S. Holden los sein, was sich auch durch eine zufällige Einladung H's durch Draper ergab. Holden hat dennoch, als er von Hall's Erfolg erfuhr, sich sehr bald mit Draper's 28-inch Reflektor selbst an die Weitersuche gemacht und geglaubt, bis Ende September 1877 auch noch einen dritten (28. 8.) und vierten (24. 9.) Marsmond gesehen zu haben, doch sind diese „Entdeckungen“ später nie bestätigt worden.

Erforschungsgeschichte der Marsmonde nach ihrer Entdeckung bis zum Beginn der Erkundung durch Planetensonden

Die sehr schnell begriffene außergewöhnliche Kleinheit der Marsmonde ließ für viele Jahrzehnte vor dem Einsatz der Planetensonden kaum bemerkenswerte Fortschritte in den Erkenntnissen über ihre physischen Eigenschaften zu. Schon vor 100 Jahren wurden ihre wahren Durchmesser wegen der geringen Helligkeit in der Größenordnung von 10 bis 15 km oder von „1,5 bis 2 deutschen Meilen“ angenommen, wie es in den alten Berichten heißt. Und je nach den Mutmaßungen über ihre Albedoeigenschaften schwanken diese Angaben bis in die Mitte der 60er Jahre unseres Jahrhunderts zwischen etwa 8 und sogar 60 km.

Natürlich war ihre in Wirklichkeit erheblich von der Kugelform abweichende Gestalt ebenfalls nicht von der Erde aus durch teleskopische Beobachtungen auszumachen. Doch erregte es besondere Aufmerksamkeit, als noch vor dem Erhalt detaillierter Satellitenaufnahmen durch die Untersuchungen von Sharpless ab 1945 bekannt wurde, daß der innere der beiden Marsmonde „Phobos“ seine Umlaufzeit permanent verkürzte. Statt des inzwischen erkannten Gezeiteneffektes als „Motor“ solchen Geschehens, sahen damals fälschlicherweise einige Autoren die Ursache in einer Bremsung des Mondumlaufes durch eine dünne, bis in seinen Bahnbereich hinauftragen sollende Marsatmosphäre. Und der sowjetische Astrophysiker J. Schklowsky hielt sogar Phobos möglicherweise für einen künstlichen, von Marsbewohnern erzeugten Hohlkörper. Zu dieser aus heutiger Sicht abwegiger erscheinenden Auffassung, als sie es damals war, führten ihn die von Sharpless angegebenen relativ hohen Bremsungsbeträge des Phobos. Diese führen durch das damit verbundene „Absinken“ der Umlaufbahn des Satelliten ja bekanntlich zu verkürzten Umlaufzeiten und Beschleunigungseffekten, die uns aber nicht irritieren dürfen. Inzwischen sind

diese zunächst mittels der Mariner-9-Beobachtungen verbessert meßbar gewesenem Umlaufzeitverkürzungen noch mehrfach korrigiert worden und werden heute meist in der Größenordnung einer Beschleunigungsrate von etwa 0,01 Grad pro Jahr für Phobos angegeben. Doch die verbliebenen Unsicherheiten erlauben für die Zukunft des inneren Marsatelliten, der in Folge der Bremsungsvorgänge eines Tages zur Oberfläche des Mars abstürzen muß, immer noch nur dieses Schicksal mit relativ großer Ungenauigkeit anzugeben. Es könnte sich in einigen 10 Millionen Jahren ereignen, heißt es heute, bzw. als am wahrscheinlichsten gilt die Zeitspanne von 30 bis 70 Millionen Jahren.

Schon wenige Jahre nach dem Bekanntwerden der sensationellen Hohlkörperhypothese, nämlich 1969, ergaben die ersten von Mariner 7 ermittelten Daten über die Konturen von Phobos, die aus einem Bild seines Halbschattenumrisses auf der Marsoberfläche mit großer Raffinesse von B. A. Smith abgeleitet worden waren, daß es sich um einen unregelmäßig geformten Körper handeln mußte, der mit hoher Wahrscheinlichkeit als ein stark von Kollisionen in Mitteleidenschaft gezogener natürlicher Marsatellit aufzufassen ist. Gemäß dieser ersten genaueren Dimensionsangaben für Phobos sollten die Schattenumrisse durch zwei verschieden lange Achsen des Satelliten von 22 bzw. 18 km hervorgerufen worden sein (vgl. Abb. 5). Und als weitere wesentliche Konsequenz einer solchen Größenordnung ergab sich damit auch, daß Phobos, wie vor über 200 Jahren vorausgesagt, zu den dunkelsten Körpern des Sonnensystems gehören mußte. Seine Albedowerte von etwa 0,06 signalisierten nur annähernd die halbe Helligkeit im Vergleich zur Marsoberfläche.

Die ersten Nahbereichsaufnahmen übermittelte uns dann die amerikanische Mariner 9-Sonde in den Jahren 1970/71, wodurch Oberflächendetails für Phobos bis zu 100 m bekannt wurden. Und die gleiche Sonde lieferte auch die ersten Bilder von Deimos. In den Jahren 1977 und 1978 wurden dann alle diese Daten noch von den Aufnahmen der beiden Viking Orbiter übertroffen. Deren Bilder ließen auf Phobos lokal sogar Einzelheiten bis zur 10 m-Dimension erkennen, und in einigen Sonderfällen erreichte die Bildauflösung für Deimos sogar 3 m.

Nach Abschluß der ersten amerikanischen Marsmond-Erkundungsserie mit Hilfe der Satellitenfernerkundung und noch vor der Ankunft genauerer Daten der inzwischen gestarteten sowjetischen „Phobos“-Unternehmen lauten die wichtigsten bekannten physischen Parameter für Phobos: $27 \text{ km} \times 21 \text{ km} \times 19 \text{ km}$ für die Durchmesser seiner drei verschieden langen Achsen,

4 bis 5% für sein Reflexionsvermögen und etwa 1,9 bis 2,3 für die mittlere Dichte. Und für Deimos soll gelten: $15 \text{ km} \times 6 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ für seine Durchmesser bei einer Dichte ähnlich der des Phobos, aber ein etwas variables Verhalten seiner Albedowerte, die etwa zwischen 0,04 und 0,08 schwanken sollen.

Da aber beide Himmelskörper in ihrer Gestalt erheblich von der eines leichter berechenbaren dreiaxialen Rotationsellipsoids abweichen, und die Fehler in den Durchmesserangaben noch bis in die Kilometerdimension reichen, sind alle diese Aussagen, die zur Zeit neben einigen anderen sehr für eine Zusammensetzung ähnlich der der kohlgigen Chondrite aus dem Asteroidengürtel sprechen, noch mit einer hohen Unsicherheit behaftet. Erst wenn wir die Gestalt und den Geochemismus beider Monde genauer kennen, läßt sich mit einiger Sicherheit sagen, ob diese Marsatelliten eingefangene Asteroiden sein können oder nicht. Und gerade das in Erfahrung zu bringen, gehört ja neben den zu erzielenden noch präziseren Bahndaten mit zu den wichtigsten Aufgaben der zur Zeit laufenden Raumfahrtunternehmen zum Marsystem.

Erfolgreicher IUE-Satellit

OLAF GÖRING

Als am 26. Januar 1978 der International Ultraviolet Explorer (IUE), ein Gemeinschaftsprojekt von NASA, ESA und dem britischen United Kingdom Science Research Council, gestartet wurde, war nicht abzusehen, welch erfolgreiche Arbeit über zehn Jahre lang mit diesem Astronomie-Satelliten geleistet werden würde.

Betrieben wird IUE von zwei Bodenstationen aus, und zwar 16 Stunden pro Tag vom Goddard Space Flight Center (USA) und 8 Stunden von der Bodenstation ESA Villafraña Satellite Tracking Station in Spanien nahe Madrid aus. Mehr als 800 Astronomen haben als Gäste im NASA-Observatorium und mehr als 770 im VILSPA in Spanien gearbeitet. Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in über 1400 wissenschaftlichen Veröffentlichungen dokumentiert. Damit ist IUE derzeit das erfolgreichste und effektivste Weltraumteleskop.

Warum in den Weltraum?

Für die von der Erdoberfläche aus betriebenen astronomischen Beobachtungen ist die Erdatmo-

sphäre ein schwerwiegendes Hindernis, denn ihre Eigenschaften lassen nur zwei Wellenlängenbereiche ungehindert durch, den Radiowellenbereich einschließlich Millimeterwellen und den optischen Bereich bis ins nahe Infrarot. Früher-Beobachtungen von Ballonen aus sowie bei baliistischen Raketenflügen haben jedoch gezeigt, daß die anderen Wellenlängenbereiche zahlreiche wichtige und anders nicht zu erhaltende Informationen enthalten. Das trifft sowohl für den Infrarotbereich, die Röntgenstrahlung, die Gammastrahlung und auch die Ultraviolettstrahlung ferner kosmischer Objekte zu. Die Beobachtungen in all diesen Bereichen mit Hilfe kosmischer Technik haben das in den letzten Jahren bewiesen. Die astronomischen und astrophysikalischen Erkenntnisse haben sich in dieser Zeit vervielfacht und haben das Bild über zahlreiche Phänomene und Prozesse im All zum Teil radikal verändert. Das von IUE erfaßte UV-Spektrum von 1150 bis 3200 Å mit einer Auflösung von 0,2 Å sollte für folgende wissenschaftliche Untersuchungen herangezogen werden:

- Auswertung der Spektren hoher Auflösung von Sternen aller Typen
- das Studium der Gasströme in und um Doppelsternsysteme
- die Beobachtung von Sternen, Galaxien und Quasaren mit schwacher Strahlung
- Auswertung der Spektren von Planeten und Kometen
- Messung der Veränderungen des von den Sternen ausgesandten Lichtes durch Staub und Gase

Das Hauptinstrument von IUE ist ein 45 cm-Teleskop vom Typ Ritchey-Chretien mit zwei angeschlossenen Spektrographen und Videokameras. Die gewonnenen Daten können in Echtzeit von den Astronomen in der jeweils zugeschalteten Bodenstation beobachtet werden.

Die Ergebnisse von IUE

Die Beobachtung der Riesen unter den Sternen

Die Riesen unter den Sternen mit Massen, die 20 bis 100 $m_{\odot}$ entsprechen, sind sehr heiß und geben große Mengen von Materie in die Umgebung ab. Aufgrund ihrer Oberflächentemperaturen bis 30000 K wird die meiste Energie im ultravioletten Bereich emittiert, so daß hier die umfangreichsten Informationen zu gewinnen sind. Das gilt ebenfalls für die spektrale Charakteristik, aus der sich die chemische Zusammensetzung an der Sternoberfläche bestimmen läßt. Erstmals konnte mit dem hochauflösenden Spektrographen auch die detaillierte Struktur der UV-

sorptionslinien, hervorgerufen durch die oberen Schichten der stellaren Atmosphäre der untersuchten Sterne ermittelt werden.

Weißer Zwerge

Sterne mit Massen $< 8 m_{\odot}$ beenden ihr Leben als Weiße Zwerge. Wenn ein Stern dieses Endstadium erreicht hat, ist seine Oberfläche heißer als die von einigen Hauptreihensternen oder Riesen und der meiste Teil der Strahlung wird im UV-Bereich emittiert. Dank der Beobachtungen mit IUE hat das Wissen über die Vorgänge zur Bildung Weißer Zwerge in den letzten Jahren sprunghaft zugenommen. So konnten mit IUE die spektrale Energieverteilung und die genauen Temperaturen heißer Weißer Zwerge bestimmt werden. Dabei wurden die Temperaturverläufe der zwei unterschiedlichen Atmosphärentypen Weißer Zwerge - wasserstoffreiche und heliumreiche - genau bestimmt.

IUE wurde ebenfalls genutzt, um die Spuren von Ionen, die keine Spektrallinien bei sichtbaren Wellenlängen haben, zu beobachten. Dadurch ist jetzt bekannt, daß kalte Sterne mit Helium-Atmosphäre Spuren von Kohlenstoff zeigen, während kalte Sterne mit Wasserstoff-Atmosphäre Absorptionsbänder von quasimolekularem Wasserstoff haben.

Weiterhin wurden auch blauleuchtende Veränderliche (LBVs) und Wolf-Rayet-Sterne beobachtet, auf deren Ergebnisse hier nicht näher eingegangen werden soll.

Doppelsternsysteme

Die Arbeit von IUE hat das Wissen über Doppelsternsysteme wesentlich erweitert. Seit 1978 wurden viele hunderte UV-Spektren von Doppelsternen gewonnen.

Eine wichtige Entdeckung ist zum Beispiel die Existenz von optisch dichten Gasströmen bei verschiedenen Doppelsternen, die bisher nicht beobachtet werden konnten.

Weitere mit IUE geleistete wichtige Beiträge zum Studium der Doppelsterne sind:

- die Entdeckung heißer Begleiter bei einer Anzahl kalter Riesen und Superriesen
- die Entdeckung von Beweisen für Winde und Geschwindigkeitsgradienten in vielen Systemen
- die Entdeckung aktiver chromosphärischer Regionen in W Ursae Majoris-Doppelsternen
- die Entdeckung schmaler Absorptionslinien, die durch das Gas in unmittelbarer Umgebung der Doppelsterne entstehen
- die Entdeckung von überschüssiger UV-Strahlung bei einer Anzahl von Systemen und

- die Entdeckung hoher Strömungsgeschwindigkeiten in überströmenden Doppelsternsystemen, die dramatische Lichtvariationen zeigen.

Ebenfalls neue Erkenntnisse konnten über Zwergnovae gewonnen werden, das sind geschlossene Doppelsternsysteme mit Umlaufperioden von 2 bis 8 Stunden, die einen Quasi-Hauptreihenstern enthalten, der Masse durch einen Gasstrom verliert, der sich als umschließender Ring um den Weißen Zwerg ausbildet. Durch die IUE-Beobachtungen konnten die Zustände in diesen Systemen besser verstanden werden und das Verhalten des Scheiben- bzw. Ringphänomens generell untersucht werden.

Rund 150 Sterne wurden als symbiotische Sterne klassifiziert. Diese exotischen Sterne zeigen gleichzeitig Spektrallinien wie bei Riesen oder Superriesen und Absorptionslinien von Gasnebeln, die durch eine heiße Quelle angeregt wurden. Durch die Beobachtungen mit IUE wird jetzt allgemein akzeptiert, daß alle symbiotischen Sterne Doppelsternsysteme sind (vgl. AuR 24 (1986) 66). Zehn dieser symbiotischen Sterne wurden durch IUE detailliert beobachtet. Durch die langfristige systematische weitere Beobachtung hofft man, die Modelle präzisieren zu können.

Novae und Supernovae

Als am 24. Februar 1987 die Explosion der Supernova SN 1987 A mit bloßem Auge beobachtet werden konnte, entwickelten alle Observatorien Aktivitäten zu ihrer Beobachtung. Auch IUE konnte bereits wenige Stunden nach der Entdeckung die Beobachtung aufnehmen, nachdem das normale Beobachtungsprogramm unterbrochen wurde.

Die UV-Strahlung der Supernova war vor allem in den ersten drei Tagen durch rapide Veränderungen bis zum Faktor 1000 gekennzeichnet. Die IUE-Daten, kombiniert mit Beobachtungen im sichtbaren und infraroten Bereich, zeigten einen rapiden Rückgang der Temperatur von 13500 K am 25. 2. auf 8800 K am 27. 2. und 5200 K am 14. 3. (vgl. weiter in AuR 26 (1988) 100).

Die IUE-Daten waren von so hoher Qualität, daß die komplexen Spektren mit bisher unbekannter Präzision und Auflösung einen wichtigen Fortschritt in der Interpretation darstellen. Die Ergebnisse zeigen, daß die IUE-Daten für das Verständnis der Vorgänge in Novae und Supernovae unentbehrlich sind.

Das Sonnensystem

Mit IUE wurden ebenfalls Daten von den Planeten, von Kometen und Asteroiden gewonnen. Seit dem Start 1978 wurden mehr als 30 Kome-

ten beobachtet. Dabei konnte S₂ (molekularer Schwefel), der vorher niemals bei einem astronomischen Objekt beobachtet wurde, entdeckt werden. Die ersten Beobachtungen des Kometen Halley wurden September 1985 mit IUE bei einer Entfernung des Kometen von 4,4 AE gemacht. Die Aufnahmen wurden bis zu einer Distanz von 2,8 AE fortgesetzt und waren wichtige Referenzdaten für die der interplanetaren Sonden Sakigake, Suisei, Vega 1 und 2, Giotto und ICE. Ein weiteres wichtiges Beobachtungsziel waren die äußeren Planeten. So wurde der Große Rote Fleck des Jupiter mehrmals aufgenommen. Besonders interessant ist bei der langen Lebensdauer von IUE die Möglichkeit, die Auswirkungen des elfjährigen Sonnenfleckenzyklus auf die oberen Atmosphärenschichten der Planeten zu untersuchen. Von IUE wurden auch die vier Galileischen Monde des Jupiters näher untersucht. Dabei wurde nachgewiesen, daß die Verteilung von Kohlendioxid-Schnee auf der Io-Oberfläche asymmetrisch ist. Die Oberfläche von Io wurde als extrem porös, ähnlich frisch gefallenem Schnee ausgemacht.

Zusammengefaßt: Die in über zehn Jahren von IUE gewonnenen Daten stellen eine derartige Fülle dar, daß bei ihrer Auswertung mit immer neuen Überraschungen zu rechnen ist. Die Auswirkungen, die sie bereits jetzt für das Verständnis zahlreicher Vorgänge im Weltall haben, konnten in diesem Beitrag nur unvollständig genannt werden. Bereits jetzt ist klar, IUE geht in die Raumfahrtgeschichte als einer der erfolgreichsten Forschungssatelliten ein. Ein Ende seiner Tätigkeit ist noch nicht abzusehen.

Literatur.: [1] F. Macchetto, UV and Visible Astronomy from Space, ESA-Bull. 12 (1978) 46–50. – [2] Macchetto, F., Penston, M. V.: The IUE, ESA-Bull. 13 (1978) 9–14. – [3] Wamsteker, W. u. a.: Supernova 1987 A Through the Eyes of IUE, ESA-Bull. 53 (1988) 31–37. – [4] ESA-Folder F 09.

Suche Positionskreis f. Zeiss-Amateurfernrohre m. Anschlußgewinde M 44×1 – Jörg Hänel, E-Engel-Str. 76, Karl-Marx-Stadt, 9061.

Suche Kalender f. Sternfreunde 1985 u. „Die Sterne“ Hefte 1/82 u. 3/87. – Marco Peuschel, Dr.-Friedrich-Str. 68, Schönebeck, 9055.

Suche Aukt.-Hefte 1983/1, 3 u. 4 sowie 1984/1. – Michael Dachsel, 91-02-04, Karl-Marx-Stadt, 9091.

Suche Objektiv 80/500 mm o. ä. – M. Meyer, Freiburger Str. 39, Frauenstein, 9202.

Aufstellungsarten von Amateuriernrohren

WOLFGANG ROLOFF

Vielfach entwickelt sich die Beschäftigung mit der Amateurastronomie und sie wird inhaltlich und materiell ausgebaut. Von Anfang an beschäftigen den Sternfreund zwei Probleme: das des Beobachtungsplatzes und das der Aufstellung des Beobachtungsinstrumentes. Eine Auswahl typischer Aufstellungsarten wird nachfolgend beschrieben, wobei eine qualitative Einstufung nicht beabsichtigt ist.

Die äußeren Beobachtungsbedingungen

Die Abhängigkeit vom jeweiligen Wohnort, den Wohnbedingungen und den Verkehrsmitteln steckt bereits das Umfeld ab, in dem Sternfreunde ihre Beobachtungsstellen finden können. Unmittelbare Wohnungsnähe ist wegen der Bequemlichkeit und dem Zeitgewinn sehr vorteilhaft und läßt die Aktivität des Beobachters wenig leiden. So ist es gewiß sinnvoller, eine schnell aufzubauende Instrumentierung an einem in der Wohnungsnähe liegenden und gut vertrauten Platz kurzfristig einsetzen zu können, als einen bestens eingerichteten Schutzbau in großer Entfernung schlummern zu lassen.

Nicht unbedeutend ist das persönliche Engagement und die körperliche Kondition bei der Standortwahl, auch die Besitzverhältnisse am jeweiligen Grundstück spielen eine Rolle.

Die atmosphärischen Bedingungen müssen letztendlich akzeptiert werden und sind mehr oder weniger Glückssache. Ideal ist ein Platz in einigen Metern Höhe über der Bodenschicht der Luft und des Bodennebels – die Luftdurchsicht und die Luftruhe werden so günstig beeinflusst.

Die Sicht sollte nach allen Seiten bis zu großen Zenitdistanzen möglich sein, zumindest jedoch in Südrichtung, da in dieser die überwiegende Himmelsfläche sowie Sonne, Mond und Planeten passieren müssen.

Die in der Nähe befindlichen Straßenlampen und Haus- und Hofbeleuchtungen stellen bei direkter Einwirkung auf den Beobachtungsplatz ein arges Hindernis dar und stören mehr, als die Streulichtglocken über größeren Ortschaften. Vielfach grenzen solche Lichtverhältnisse die Arbeitsgebiete für Sternfreunde ein. Die unmittelbare Nähe von Wohn- und Fabrikgebäuden beeinflusst auch die Luftruhe ungünstig.

Wegen starker Erschütterungen ist die Nähe von viel befahrenen Verkehrswegen möglichst zu meiden.

Abgesehen von dem Problem der Stromversorgung sind ausgedehnte Garten- und Waldgebiete

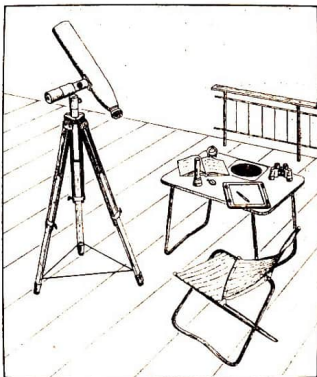


Abb. 1: Kometensucher 80/420 mm auf Holzdreibeinstativ, als tragbares Instrument im Freien.

günstige Standorte. Wer nicht auf dem Lande oder am südlichen Stadtrand wohnt, wird einige Nachteile in Kauf nehmen müssen, es sei denn, diese werden durch eine der nachstehend noch zu beschreibenden Aufstellungsarten gemindert.

Das tragbare Instrument im Freien

Diese einfachste und flexibelste Aufstellungsart begleitet im Grunde genommen den beobachtenden Sternfreund ständig, man denke nur an die zahllosen Feldstecherbeobachtungen, die ausgeführt werden, mit denen das Hobby nicht selten begann.

Als tragbar gelten im Allgemeinen gestreckte Refraktoren bis 100 mm und Newton-Teleskope bis 150 mm Öffnung. Neuere optische Systeme mit verkürzter Baulänge haben diese Obergrenzen verschoben, so daß diese für Schmidt-Cassegrain-Optiken heute bei 300 mm Öffnung liegen.

Günstige Standorte sind Balkone und Terrassendächer mit freier Südsicht, sowie alle die Orte mit verlockenden Beobachtungsbedingungen, an die man ein solches Instrument auch mit dem Auto bringen kann.

Die sichere und verwacklungsarme Aufstellung des Instruments auf dem transportablen Dreifuß oder einer festen Säule ist unabdingbar. Bei leichteren Instrumenten ist die Sicherung der Stativbeine nicht zu vergessen.

Problematisch ist die exakte Ausrichtung der Stundenachse auf den Himmelspol. Für viele Zwecke reichen indessen die bekannten Näherungsverfahren aus. Spezielle Sucher zur genauen Justierung des Achsensystems sind eine erweiterte Ausbaustufe dieser Aufstellungsart und ermöglichen auch die Sternfeldfotografie.

Das mobile Instrument im Freien

Die mancherorts zunehmend verschlechterten Beobachtungsbedingungen, führen zum Einsatz noch tragbarer Instrumente, die mit dem PKW an günstige Stellen gebracht werden.

Am Beobachtungsplatz unterscheidet sich diese Aufstellungsart nicht wesentlich von der zuvor beschriebenen, lediglich die Art der Stromversorgung per Autobatterie ist anders.

Zum Einsatz gelangen auch größere Instrumente in kompakter Bauweise, die wegen des sehr kurzen Weges von der Sicherheitsablage im PKW, doch etwas leichter auf die Montierung zu bringen sind. Vor allem aber lohnt sich der Einsatz größerer und lichtstarker Instrumente angesichts der guten Beobachtungsbedingungen überhaupt erst wieder.

Als erweiterte Ausbaustufe ist die Errichtung einer festen Säule an geeigneter Stelle erstrebenswert. Der Vorteil wird erst nach exakter Justierung des Achsensystems und bei jeder Neuaufstellung leicht zu erreichender Reproduzierbarkeit derselben deutlich. Die Kontrolle ist mittels eines entfernten, irdischen Festpunktes und markierter Teilkreisstellen schnell möglich.

Vor der häufigen Nutzung eines Beobachtungsplatzes sollte man sich um die Klärung der eigentums- und nutzungsrechtlichen Belange am Grund und Boden bemühen, da auch hierin Ordnung und Sicherheit zu gewährleisten sind. Denkbar ist die Nutzung vorhandener Ödlandflächen, Wegeränder und oberer Böschungskan-

ten an Hängen, die landwirtschaftlich nicht zu nutzen sind. Die notwendigen Informationen wären zunächst an den zuständigen Rat der Gemeinde zu geben, der gegebenenfalls weitere Koordinierung unterstützen könnte.

Boden- und Baurechtliches

Den nachfolgenden Beschreibungen fester Schutzbauten müssen, vor allem im Hinblick auf einen eventuellen Neubau, einige kurze Hinweise vorangestellt werden.

Ist der Bauwillige selbst Eigentümer eines Grundstückes oder Inhaber eines Nutzungsrechtes, so gestaltet sich die Frage des Neubaus oder Umbaus eines vorhandenen Gebäudes relativ einfach. In diesen Fällen ist das Projekt mit den weiteren Unterlagen, in Form eines Bauantrages, an den zuständigen Rat der Gemeinde/Stadt einzureichen.

Mit Rücksicht auf die Besonderheiten, wie z. B. Schiebedach, ist einige Sorgfalt den statischen Bedingungen des Bauwerkes zu widmen, um das Genehmigungsverfahren erfolgreich zu durchlaufen. Steht kein eigener Grund und Boden zur Verfügung, so braucht man dennoch nicht gleich zu kapitulieren, da auch der Erwerb privaten Bodens möglich ist. Der Verfasser denkt beispielsweise an manchen allzugroßen Hausgarten am Rande ländlicher Gemeinden.

Eine andere Möglichkeit ist der Abschluß eines Nutzungsvertrages über eine Fläche. Die auf solchen Flächen errichtbaren Gartenlauben lassen die geschickte Kombination mit einem Schutzbau für das Instrument zu. Die Baugenehmigung ist, wie bereits oben angedeutet, einzuholen.

Die abfahrbare Schutzhütte

Der kleinste hier beschriebene Schutzbau bietet bereits einem sehr leistungsfähigen Amateurfernrohr Schutz, wenn man auf die Begehrbarkeit des Inneren im geschlossenen Zustand verzichtet. Damit ist bereits ein Nachteil genannt, ein weiterer liegt im Fehlen lichtabschirmender Seitenwände, woraus auch der geringe Schutz vor Zugluft resultiert.

Im Falle des in der Abbildung dargestellten Schiefspieglers zur Mond- und Planetenbeobachtung läßt sich die Schutzhütte zumindest halb über den sitzenden Beobachter ziehen. In dieser Position sind Materialien vom Regal an der Rückwand leicht greifbar. Die Schutzhütte wird auf massiven Fundamenten errichtet, in denen die Verankerung der seitlichen Führungsschienen erfolgt. Am unteren Rahmen der Hütte befestigte Rollen mit Führungsrinne lassen das Verschieben derselben zu. Das Gerüst wird zweck-

Abb. 2: Mobiles Instrument auf fester Säule im Freien,



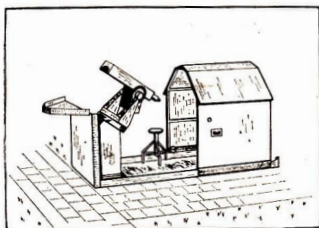


Abb. 3: Schiefspiegler 180/3300 mm unter einer abfahrbaren Schutzhütte.

mäßigerweise als Stahlprofilrahmen geschweißt und mit Blech oder Plastikflächen verkleidet. Ein umlegbares Giebelteil ermöglicht die Sicht in tiefer, südlicher Lage.

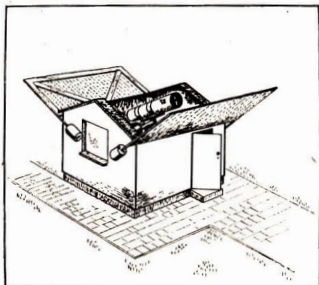
Zu beachten ist die Anordnung fester Windsicherungen zur Vermeidung von Sturmschäden und die Paßgenauigkeit der Einzelteile gegen das Eindringen von Flugschnee. Vorteilhaft ist der geschlossene Dachfirst.

Nachteilig ist an der gezeigten Ausführung die Stolperkante der Schienen. Läßt man die Rollen in versenkten Rillen laufen, so stellen sich Schwierigkeiten bei Frost nach Tauwetter ein, da diese zufrieren können.

Wegen des geringen Material- und Bauaufwandes und leicht zu erzielender Stabilität, ist die Schutzhütte sehr universell aufstellbar. Auch größere Spiegelteleskope finden in einer niedrigen Gabelmontierung oder englischen Rahmenmontierung hier Platz.

Abb. 4: Klappdachhütte mit geöffnetem Dach.

Abb. 5: Fundamentplan zur Schiebedachhütte.



Die Klappdachhütte

Im Unterschied zur Schiebedachhütte, die möglichst in Nord-Südrichtung ausgerichtet wird, stellt man die Klappdachhütte quer dazu auf. Der Vorteil liegt dann in der Möglichkeit, gegebenenfalls nur eine der Klappen zu öffnen und unter der zweiten Schutz zu finden. Die Firsthöhe ist nicht zu knapp zu bemessen, um bei aufgerichtetem Instrument diesen Vorteil nutzen zu können. Die Höhe der Seitenwände wird mitbestimmt von den Nebenlichtverhältnissen am Standort.

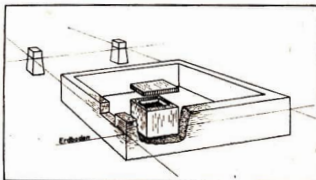
Eine für manche Justierzwecke erwünschte irdische Fernsicht, ist bei der Anordnung der Tür und des Fensters einzukalkulieren. Wegen des ganzflächig offenen Daches sind die Orientierungsmöglichkeiten und Sichtbedingungen am Himmel günstig und ermöglichen Rundumwahrnehmung. Der Temperatuausgleich erfolgt schnell. Bei niedriger Seitenhöhe, also spitzem Dach, müssen auch die Giebelteile umlegbar ausgeführt werden.

Die Klappdachhütte wird auf massiven Fundamenten errichtet, um Setzungserscheinungen entgegenzuwirken. Die Beweglichkeit der Klappen ist nur bei guter Formstabilität des Bauwerkes dauerhaft zu gewährleisten, das gilt auch für die notwendige Dichtheit der Schwachstelle Dachfirst.

Um die Klappen bis zur waagerechten Lage öffnen zu können, ist die Anordnung der Scharniere am Traufüberhang erforderlich, das ist eine weitere statische Schwachstelle der Konstruktion. Die nicht mögliche Verstrebung der Dachklappen ist ein Faktor für die begrenzte Größe der Klappdachhütte.

Die Schiebedachhütte

Die Orientierung der Hütte ist nicht sehr kritisch und wird sich aus den Begrenzungen des Grundstücks und eventuell schon vorhandener Bebauung ergeben. Optimal ist es, das abklappbare Giebelteil nach Süden anzuordnen, dann kann das teilweise geschlossene Dach noch etwas Schutz bieten.



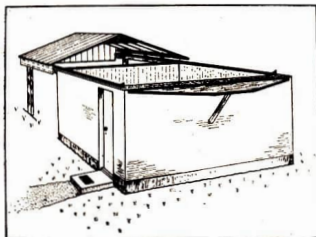
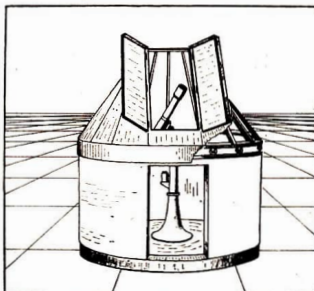


Abb. 6: Schiebedachhütte mit abgefahrenem Dach.

Abb. 7: Drehpyramide mit geöffnetem Beobachtungspalt.



Die Dachkonstruktion ist verstrebbar und bietet ausreichende Festigkeit bei Schneelast. Der geschlossene Dachfirst ist vorteilhaft. Ebenso wie bei der Klappdachhütte und der Drehpyramide, ist die sichere Gründung des Bauwerkes einschließlich des Instrumentenpfeilers erforderlich. Die Fundamente werden bis in den frostfreien Boden geführt, der in unseren Breiten bei 0,8 m Tiefe liegt.

Den Bau beginnt man zweckmäßigerweise mit dem der Größe des Instruments angemessenen Pfeiler. Ein ring- oder kastenförmiger Betonpfeiler 1×1 m mit Kies- oder Schotterfüllung und obenauf liegendem Betondeckel, wird für alle gebräuchlichen Amateurfernrohre ausreichen. Im Fundament werden isolierende Sperrschichten gegen aufsteigende Feuchtigkeit angebracht. Der Fußboden soll den Instrumentenpfeiler nicht berühren, um Erschütterungen nicht direkt zu übertragen.

Die Schienenführungen sind parallel in einer Ebene anzuordnen, nur so wird sich das Dach leicht genug bewegen lassen. Die seitlichen Rollbahnen werden von reichlich dimensionierten Abdeckungen verschlossen.

Durch das nördliche Giebelteil sind die Sichtverhältnisse sehr leicht beschnitten. Ansonsten hat man völligen Rundumblick und kann Besonderheiten am Himmel wahrnehmen. In Birkholz (Aufstellort, d. Verf.) bewährt sich die Schiebedachhütte besonders bei der großflächigen Sternfeldfotografie (und leider vieler überfliegender Flugzeuge mit Positionslichtern); nur die rechtzeitige Wahrnehmung derselben ermöglicht das Abdecken der Kameraobjektive und verhindert die Abbildung der Flugbahnen.

Neben dem Hauptinstrument kann (bei ausreichendem Platz) ein Zweit- oder gar Drittinstru-

ment aufgestellt werden. Bewährt hat sich die Anordnung entsprechender Konsolen an der südlichen Giebelwand. Wegen der genannten Vorteile eignet sich die Schiebedachhütte besonders für die gleichzeitige Tätigkeit mehrerer Sternfreunde und die Arbeit mit Besuchergruppen.

Die Drehpyramide

Sie kann als Vorstufe zum Kuppelbau bezeichnet werden und gleicht diesem von untenher, einschließlich des Drehkranzes, völlig. Dem komplizierten Kuppel- und Spaltschieberbau geht man durch einfachere, ebene Flächen aus dem Wege. Die Spaltabdeckung setzt sich aus ein oder mehreren Klapppläden zusammen, die sich mit Schutzblechen überlappen. Da die Spaltöffnung bis über den Zenit hinauszuführen ist, werden bei größeren Pyramiden die Läden zu groß und bleiben in der Höhe schwer erreichbar, das sind die Gründe für die begrenzte Baugröße.

Hinsichtlich der Fundamente, der Seitenhöhe und der Abdichtung wurden bereits Hinweise gegeben, die auch hier gelten. Die Spaltbreite sollte so groß wie möglich ausgelegt werden und nicht wesentlich unter 1 m liegen, um nicht allzuhäufig durch das Nachdrehen der Kuppel abgelenkt zu werden.

Die Sichtverhältnisse sind ebenso wie in einem Kuppelbau begrenzt, da nur ein Ausschnitt des Himmels gesehen wird; darunter leidet die Orientierung zumindest beim ungeübten Beobachter. Wegen der nicht möglichen Aufstellung weiterer Instrumente im Schutzbau und des kaum möglichen gleichzeitigen Einsatzes von Instrumenten an der Gegengewichtsseite, ist die Drehpyramide bei der Arbeit mehrerer Sternfreunde und mit Besuchergruppen nicht optimal. Vorteilhaft ist die beliebige Ruhestellung des Instruments nach

der Beendigung der Beobachtung und die geringe Standfläche dieses Schutzbaus.

Die Drehpyramide bietet, wie die Kuppel, guten Schutz vor Wind und Tau. Sehr günstig ist die tiefe Dunkelheit im Inneren für die Dunkeladaptation der Augen und beim Manipulieren mit lichtempfindlichem Material.

Zusammenfassung

Die jeweiligen materiellen und persönlichen Umstände, die handwerklichen Fähigkeiten und individuellen Neigungen bestimmen die Aufstellungsart der Amateurfernrohre entscheidend mit. Nicht unwesentlich ist es, ob vorwiegend allein oder in Gruppen gearbeitet wird und

welche Beobachtungsinstrumente und Arbeitsgebiete betreut werden sollen.

Im beschreibenden Teil wurde hier manches nur einmal erwähnt, was auch anderweitig zutreffend gewesen wäre. Der Sternfreund wird es zu verbinden wissen und auf seine eigenen Bedingungen anwenden.

Literatur: Ingalls, A.: *Amateur telescope making*. New York 1957. – Krudy, E. von: *Das Spiegelteleskop in der Astronomie*. Leipzig 1930. – McKeady, K.: *Sternbuch für Anfänger*. Leipzig 1921. – Plassmann, I.: *Hevelius – Handbuch für Freunde der Astronomie und kosmischen Physik*. Berlin 1922. – Staus, A.: *Fernrohrmontierungen und ihre Schutzbauten für Sternfreunde*. München 1952. – Stachowski, D. und Wolff, P.: *Astrokuppel selbstgebaut*. Mitt. Archenthal-Sternwarte Nr. 136, Berlin-Treptow 1982.

Sonnenfledenrelativzahlen Juli/August 1988

Herausgegeben vom Sunspot Index Data Center, Brüssel und vom Arbeitskreis SONNE (AKS) des KB der DDR

d	Juli		August	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	139	164	142	191
2	145	181	143	186
3	142	167	146	186
4	129	149	135	177
5	119	137	120	142
6	103	123	123	176
7	103	118	144	201
8	106	118	160	217
9	82	95	171	224
10	78	101	152	205
11	95	119	135	182
12	100	120	133	153
13	103	124	122	153
14	114	131	128	153
15	111	127	121	141
16	111	125	85	98
17	116	137	67	73
18	136	165	44	50
19	105	122	57	62
20	106	123	57	56
21	103	126	40	44
22	106	119	22	27
23	109	123	26	35
24	81	100	43	54
25	76	93	71	75
26	76	94	93	109
27	111	136	142	170
28	122	145	146	179
29	157	192	164	201
30	161	192	163	198
31	146	187	151	185
Mittel	112,6	134,0	111,2	138,8

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Der astronomische Lehr- und Wanderpfad Warnemünde

1979 wurde er angelegt, der Astronomische Lehr- und Wanderpfad im Rostocker Stadttell Warnemünde. Er dürfte einmalig in der DDR sein und auch weltweit sind nur wenige ähnliche Anlagen zu finden. Die Idee zu diesem außergewöhnlichen Projekt entwickelte seinerzeit der inzwischen verstorbene Oberingenieur Alfred Helliwig aus Warnemünde. Hilfreiche Unterstützung fand er bei der Astronomischen Station Rostock, der Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde/Wustrow und bei der Warnowwerft, die die Gravuren der 13 Tafeln übernahm.

Der Astronomische Lehr- und Wanderpfad führt vom Warnemünder Leuchtturm bis zur Steilküste der Stoltera, das ist eine ungefähre Entfernung von sechs Kilometern.

Mit dem maßstabsgerechten Modell unseres Sonnensystems wurde versucht, die allernächsten uns umgebenden Sterne und Planeten einschließlich des Erdtrabanten in Größe und Entfernungen zu veranschaulichen.

Auf Plastetafeln sind alle bisher bekannten Daten zu diesen Himmelskörpern untergebracht. Der Durchmesser der Planeten wurde bei den kleineren Planeten auf den Tafeln als schwarzer Kreis angegeben, bei den größeren wurden anfangs Kugeln oberhalb der Tafeln montiert.

Die Sonne als Stern ist im Modell als Korbball auf einer Säule zwischen der Gaststätte „Teepott“ und dem Leuchtturm zu betrachten. Hier befindet sich auch eine Übersichtstafel, die die Bahnen der Himmelskörper unseres Planetensystems im Verhältnis des Modells zu der uns umgebenden Landschaft zeigt. Die Bahn des entferntesten Planeten Pluto verläuft beispielsweise in diesem Modell im Westen an der Landspitze der Steilküste der Stoltera, im Süden zwischen dem Wohngebiet Lütten Klein und dem Überseehafen, im Osten bei Markgrafenheide und im Norden 3 Seeheilen weit vor dem Seekanal zum Rostocker Überseehafen.

1979 wurde vom Kulturbund der DDR ein Begleitheft zum Lehr- und Wanderpfad herausgegeben.

Als ein Jahr später die Arbeitsgemeinschaft „Astronomie“ an der Fritz-Reuter-Schule Warnemünde ins Leben gerufen wurde, übernahm diese die Wartung des Lehrpfades. 1981 wurde die Rekonstruktion des Astronomischen Lehrpfades vorbereitet. Zahlreiche Tafeln waren inzwischen leider mutwillig bis zur Unkenntlichkeit zerstört worden. Sie wurden entfernt und die Eisenpfähle mit einem Rostschutzanstrich versehen.



Der astronomische Lehr- und Wanderpfad - betreut von der Astronomischen Station Rostock

Unter Anleitung der Astronomischen Station begann man mit der Erarbeitung neuer Tafeln, war doch das Wissen über die uns umgebenden Himmelskörper inzwischen umfassender geworden. Die Dokumentation wurde an die Astronomische Station übergeben, welche nach Auflösung der AG „Astronomie“ die Betreuung des Lehrpfades übernahm.

Schwierigkeiten gab es indessen mit dem Anfertigen neuer Tafeln, die sich bis 1987 hinzogen. Dann endlich konnte der Astronomische Lehr- und Wanderpfad wieder in seiner Gesamtheit den zahlreichen Besuchern des Ostseebades Warnemünde zugänglich gemacht werden. Seit der Erneuerung wird der Pfad von der Astronomischen Station in Rostock betreut und ist mit Führungen für Interessenten in das Freizeitangebot dieser Einrichtung der Volksbildung eingebunden.

R. PIECHULEK

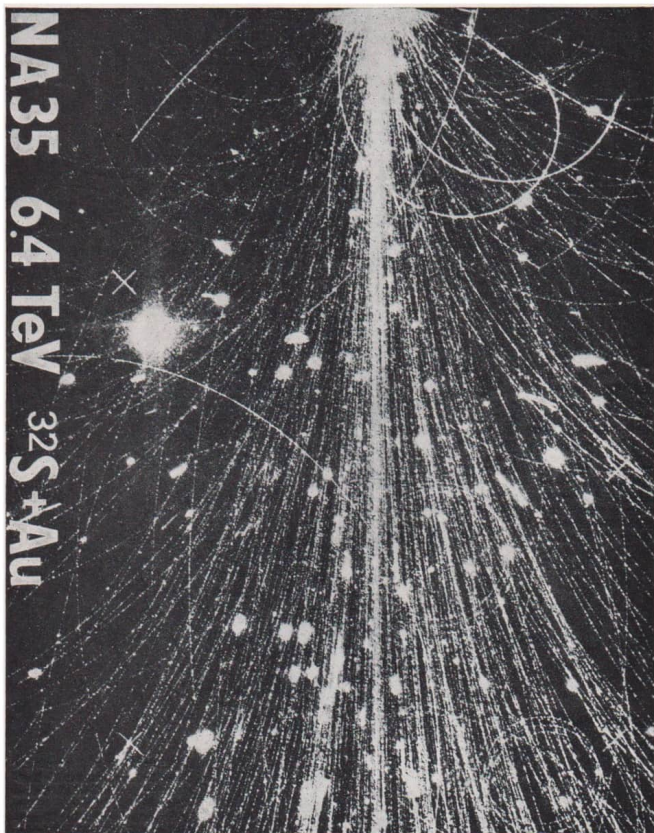




Zum Beitrag S. 185. *Oben:* Mond am 24. 03. 1983 um 21.30 MEZ mit MTL 5 am 80/1200 mm-Refr. auf NP 15, fokal, Gelbfilter, von Andreas Kauschke, Burow, 2021.

unten: Andromeda-Nebel (M 31) und NGC 205 und M 32 mit Orestegor 4/300 auf NP 27-KB-Film am 10. 11. 1985 von 0.08 bis 0.28 MEZ aufgenommen von Norbert Reddemann, Prenzlau, 21.30.



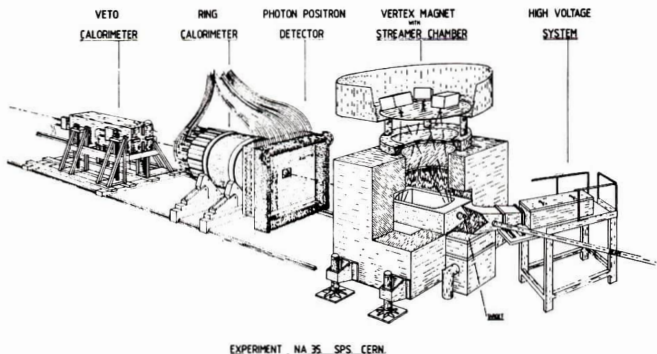


Zum Beitrag S. 186; Wege der Teilchenphysik

Abbildung I: Wahre Schauer aus bis zu 300 neuen Teilchen und Kernbruchstücken entstehen, wenn Schwefel-Atome (^{32}S), die im Super-Protonen-Synchrotron (SPS) des Europäischen Laboratoriums für Teilchenphysik (CERN) in Genf nahezu auf Lichtgeschwindigkeit – 6,4 Billionen Elektronenvolt (6,4 TeV) – beschleunigt werden und auf ein feststehendes Ziel (Target) aus Gold (Au) prallen: Mit solchen Experimenten sollen Zustände

extremer Materie- und Energiedichte nachgebildet werden, wie sie nur wenige Sekundenbruchteile nach dem Urknall – dem Beginn unserer Welt – herrschten. Die in der Kollaboration „North Area“ (NA 35) am SPS zusammenarbeitenden Forscher, darunter auch Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Physik (Werner-Heisenberg-Institut), hoffen, mit der hohen Energiekonzentration auf kleinstem Volumen ein sogenanntes Quark-Gluon-Plasma zu erzeugen, in dem sich die Quarks frei bewegen können.

Foto: MPG/CERN



BREMME 88, 1. JULI 2014

Abbildung II: Anordnung der Meßgeräte am Experiment NA 35: Der Strahl aus hochenergetischen Schwerionen kommt von rechts, trifft auf das Target, durchläuft mehrere Apparaturen und passiert schließlich das Veto-Calorimeter in dem die Restenergie des Strahls gemessen wird. Ist sie gering, so haben zentrale Stöße zwischen den Schwerionen des Strahls und den Atomkernen des Targets stattgefunden. In diesem Fall lohnt das Einschalten der übrigen Meßgeräte (vor allem der Streamer-Kammer unmittelbar hinter dem Target), um nach eventuellen Hinweisen auf die Bildung eines Quark-Gluon-Plasmas zu suchen.

Zeichnung: MPG/CERN

Zum Beitrag S. 186; Wege der Teilchenphysik

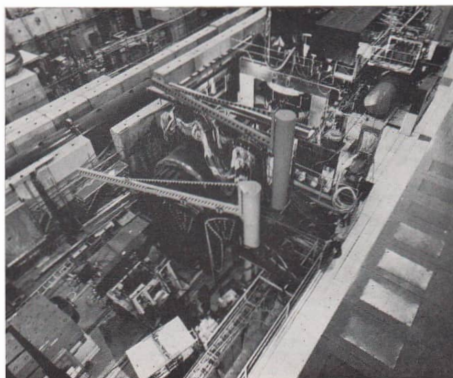
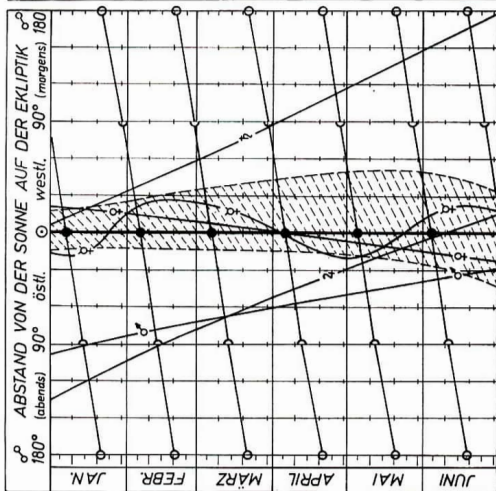


Abbildung III: 90 Prozent der gesamten Hardware für die Meßeinrichtung zum Nachweis eines Quark-Gluon-Plasmas haben Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Physik (Werner-Heisenberg-Institut), München, der „North Area 35-Kollaboration“ am Europäischen Laboratorium für Teilchenphysik (CERN) in Genf zur Verfügung gestellt. Im Bild sind zwischen den Kränen das Ring-Kalorimeter und halbrechts darüber die Streamer-Kammer zu erkennen.

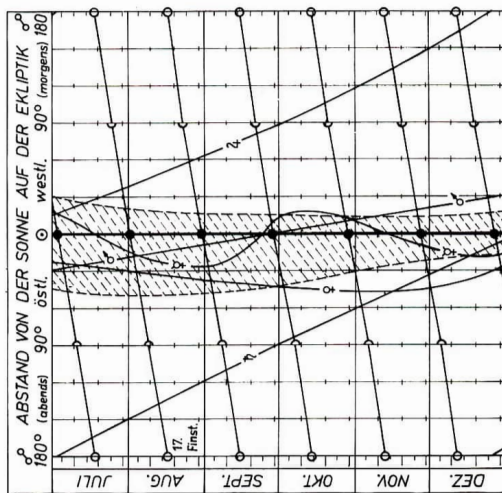
Foto: MPG/CERN

Astro-Kalender für das Jahr 1989

Mond und Planeten in der Ekliptik

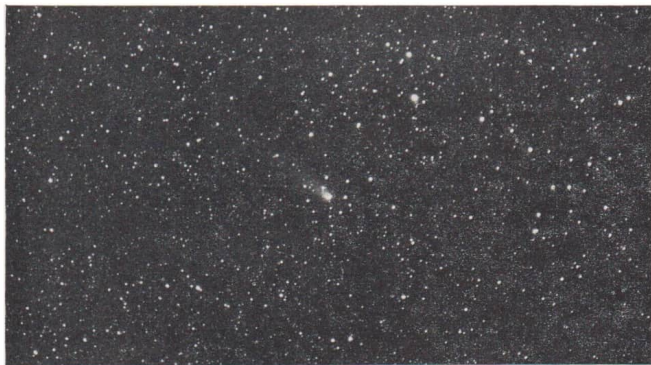


☉ Sonne, ☾☉☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus ☿ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn,
 ☉ Opposition
 /// sichtbar während der bürgerlichen und nautischen Dämmerung oder
 // unsichtbar wegen Sonnennähe



Bewegungsrichtung von Merkur und Venus:
 ← obere Konjunktion
 → untere Konjunktion

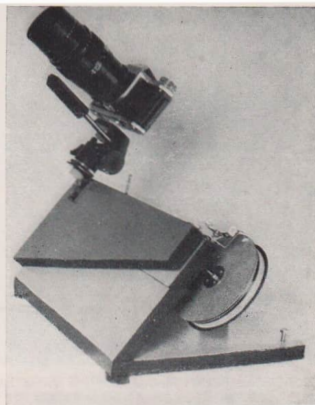
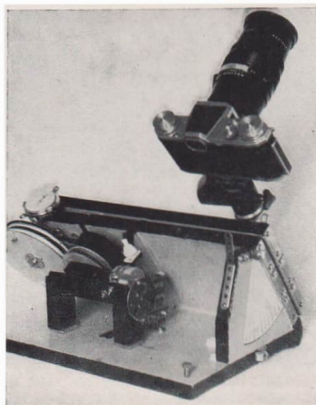
KARL-HEINZ BRÜCKE
 Beilage zu AuR 26 (1988) 6



Zum Beitrag S. 185: Komet Bradfield 1987s im Sternbild Delphin am 8. 12. 1987 von 18.00 bis 18.08 MEZ, Practika L2 und Sonnar 2,8/200; NP 27. Leitrohr Telemator, Foto: Dr. E. Paul, Prenzlau, 2130.



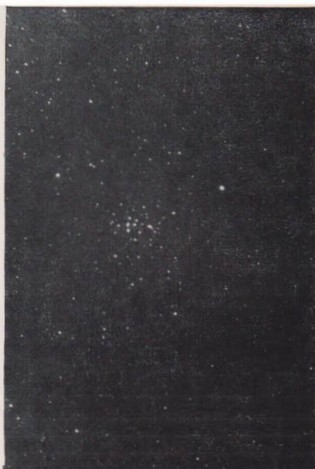
Zum Beitrag S. 187: Das ist eines der Bilder von den Viking-Aufnahmen (1976), das unter dem Namen „Mars-Gesicht“ (nach einer Pressekonferenz am 7. 7. 88 in Washington) Furore machte, weil R. Hoagland die etwa 1,6 km lange und ca. 400 m hohe Marsformation als „Hinweis auf eine lange, versunkene Zivilisation“ deutete. (ADN-ZB)



Die Montierung in der Tasche

Die parallaktische Reisemontierung mit einer Contax F-Kamera und Objektiv 4/200. Mit dieser An-

ordnung fotografierte Uwe Schwarzkopf Kastor und Pollux im Sternbild Zwillinge (unten links), 10 min belichtet, und (unten rechts) im Sternbild Krebs den Sternhaufen Praesepe; 15 min belichtet. Lesen Sie S. 183!





für den rechnenden Sternfreund

Die Perigäum- und Apogäumabstände des Mondes

JEAN MEEUS

Teil 3: Berechnung eines Perigäums

Im Heft 5/1988 haben wir die Formeln zur Berechnung des Zeitpunktes eines (beliebigen) Maximums des Abstandes Erde-Mond und der Werte dieses Abstandes gegeben. Nun wollen wir die Formeln für die Berechnung eines Perigäumdurchganges vorstellen.

Mit der Erklärung können wir uns kurz fassen. Man suche zuerst die entsprechenden Werte für k mit Formel (2) des vorigen Artikels. Dabei vergesse man nicht, daß k für einen Durchgang durch das Perigäum eine ganze Zahl sein muß.

Danach wird T mit Formel (3) berechnet, JD mit Formel (1) und M , D und F mit den Formeln auf S. 149. Wir gehen genauso vor, wie bei einem Apogäum, lediglich k muß jetzt eine ganze Zahl sein. Die zu berechnenden periodischen Terme sind aber vollkommen anders. Anstelle von Tab. A müssen wir nun Tab. B benutzen.

Es ist bemerkenswert, daß die Koeffizienten der periodischen Terme für das Perigäum viel größer sind, als die für ein Apogäum. Der größte Term in Δt für ein Apogäum hat als Koeffizient $+0.4392$ Tage, für ein Perigäum sind das aber -1.6769 Tage, mehr als 1.5 Tage. Für Δt eines Apogäums hatten wir 8 Terme mit Koeffizienten größer als 0.01 Tage und 18 mit Koeffizienten größer als 0.001. Für das Perigäum sind es 16 bzw. 47.

Um Tabelle B nicht zu überladen, wurden alle Terme in Δt entfernt, deren Koeffizienten kleiner als 0.0015 Tage sind. Bei der Parallaxe betraf das alle Terme kleiner als 0.0024. Daraus wird deutlich, daß unsere Resultate für ein Perigäum nicht so genau sein werden, wie für ein Apogäum.

Wie in Tabelle A (s. Heft 5/88) sind die periodischen Terme in Tabelle B nach abnehmenden Beträgen ihrer Koeffizienten geordnet. Wer mit weniger genauen Ergebnissen zufrieden ist, kann die letzten Terme der hier veröffentlichten Reihen weglassen. Weiter ist zu beachten, daß die Terme in $2D$, $4D$, $6D$ usw. bedeutender sind, als die in D , $3D$, $5D$ etc. Auch in Tab. A. Unseren vorigen Artikeln war das der Fall.

Eine etwas bessere Genauigkeit erreicht man bei Beachtung von folgendem: Einige Koeffizienten der Serien in den Tabellen A und B ändern sich in Wirklichkeit mit der Zeit, weil sie von der Exzentrizität der Erdbahn abhängen, die langsam variiert. Die Koeffizienten sind für das Jahr 1900 berechnet. Um den Effekt zu berücksichtigen, kann man folgendermaßen vorgehen. Man berechne die Größe

$$e = 1 - 0.002495 T - 0.00000752 T^2$$

Dann multipliziere man alle Terme, die M enthalten, mit e und alle Terme, die $2M$ enthalten, mit e^2 . Die Terme, die kein M enthalten, ändern sich nicht.

Soweit uns bekannt ist, wurden die in Tabelle A und B verzeichneten Terme noch nirgends veröffentlicht. Wir haben sie selbst berechnet, wozu Systeme von 81 Gleichungen mit 81 Unbekannten gelöst werden mußten. Es ist klar, daß das nicht mit dem Taschenrechner gemacht werden konnte.

Tabelle B: Periodische Terme für das Perigäum

Korrektur t in Tagen	Parallaxe π in Bogensekunden
$-1.6769 \sin 2D$	3629.215
$+0.4589 \sin 4D$	$+63.224 \cos 2D$
$-0.1856 \sin 6D$	$-6.990 \cos 4D$
$+0.0883 \sin 8D$	$+2.843 \cos (2D - M)$
$-0.0775 \sin (2D - M)$	$-1.927 \cos 6D$
$+0.0503 \sin M$	$-1.263 \cos D$
$-0.0460 \sin 10D$	$-0.702 \cos 8D$
$+0.0423 \sin (4D - M)$	$+0.698 \cos M$
$-0.0256 \sin (6D - M)$	$-0.690 \cos 2F$
$+0.0253 \sin 12D$	$-0.631 \cos (4D - M)$
$+0.0237 \sin D$	$-0.392 \cos (2D - 2F)$
$+0.0162 \sin (8D - M)$	$+0.297 \cos 10D$
$-0.0145 \sin 14D$	$+0.260 \cos (6D - M)$
$+0.0129 \sin 2F$	$+0.201 \cos 3D$
$-0.0112 \sin 3D$	$-0.161 \cos (2D + M)$
$-0.0104 \sin (10D - M)$	$-0.157 \cos (D + M)$
$+0.0086 \sin 16D$	$-0.138 \cos 12D$
$+0.0069 \sin (12D - M)$	$-0.127 \cos (8D - M)$
$+0.0066 \sin 5D$	$+0.104 \cos (2D + 2F)$
$-0.0053 \sin (2D + 2F)$	$-0.104 \cos (2D - 2M)$
$-0.0052 \sin 18D$	$-0.079 \cos 5D$
$-0.0046 \sin (14D - M)$	$-0.068 \cos 14D$
$-0.0041 \sin 7D$	$+0.067 \cos (10D - M)$
$+0.0040 \sin (2D + M)$	$+0.054 \cos (4D + M)$
$+0.0032 \sin 20D$	$-0.038 \cos (12D - M)$
$-0.0032 \sin (D + M)$	$-0.038 \cos (4D - 2M)$
$+0.0031 \sin (16D - M)$	$+0.037 \cos 7D$
$-0.0029 \sin (4D + M)$	$-0.037 \cos (4D + 2F)$
$+0.0027 \sin 9D$	$-0.035 \cos 16D$
$+0.0027 \sin (4D + 2F)$	$-0.030 \cos (3D + M)$
$-0.0027 \sin (2D - 2M)$	$+0.029 \cos (D - M)$
$+0.0024 \sin (4D - 2M)$	$-0.025 \cos (6D + M)$
$-0.0021 \sin (6D - 2M)$	
$-0.0021 \sin 22D$	
$-0.0021 \sin (18D - M)$	
$+0.0019 \sin (6D + M)$	
$-0.0018 \sin 11D$	

chungen mit 81 Unbekannten gelöst werden mußten. Es ist klar, daß das nicht mit dem Taschenrechner gemacht werden konnte.

Beispiel: Man berechne das Perigäum vom April 1984. Wir nehmen Jahr = 1984.25 (das ist 1/4 Jahr nach dem Beginn von 1984). Formel (2) aus unserem vorigen Artikel gibt dann $k = +1116.78$. Wir bringen das auf $k = 1117$, da für ein Perigäum eine ganze Zahl vorliegen muß. Wir finden dann weiter:

$$T = 0.8422669 \quad JD = 2445803.3235$$

$$M = 30388.5276 = 98.5276; \quad D = 375267.5124 =$$

$$= 142.5124$$

$$F = 407254.6230 = 94.6230$$

$$\Delta t = +1.4098 \quad \pi = 3649.040 = 1.013622$$

Der endgültige Julianische Tag ist damit

$$JD = 2445803.3235 + 1.4098 = 2445804.7333$$

was übereinstimmt mit 14. April 1984, 5^h36^mET =

= 5^h35^mUT, was auf 6^hUT = 7^h MEZ gerundet werden

werden muß. Der Kalender für Sternfreunde 1984 gibt auf

Seite 19 denselben Zeitpunkt.

Der Abstand Erde-Mond in diesem Augenblick ist

6378.14 km
 $\sin 1.013022 = 360548 \text{ km}$

Der richtige Wert ist 360541 km.

Anmerkung der Redaktion: Die Artikelfolge erschien zuerst in der belgischen Zeitschrift *Heelal* (deutsch: Weltall) Vol. 29 (1984) No. 9, 10 und 11. Wir danken dem Autor und Herausgeber dieser Zeitschrift für die freundliche Genehmigung des Nachdruckes. Ganz besonders danken wir dem Autor dafür, daß er seinen Beitrag für AuR bearbeitet und erweitert hat. Das betrifft vor allem Teil 3, dessen Genauigkeit durch das Hinzufügen einiger bisher unveröffentlichter periodischer Terme erhöht wurde.

Übersetzung aus dem Niederländischen: A. Dill

Streifende Sternbedeckungen 1989

ANDREAS DILL

Auch für 1989 wurden von Jean Meeus (Belgien) die Sternbedeckungen durch den Mond berechnet, deren Grenzkurven das Gebiet der DDR passieren. Die Sternpositionen wurden aus den Angaben des „XZ“ Kataloges (Washington) ermittelt. Aus der Anwendung der modernen Mondbahtheorie von Chapront (Paris) ergaben sich die Mondörter. Für die Differenz zwischen ET und UT ist im gesamten Jahr 1989 ein konstanter Wert von +58 Sekunden berücksichtigt. Aus allen stattfindenden streifenden Sternbedeckungen wurden die ausgewählt, bei denen Aussichten für eine erfolgreiche Beobachtung bestehen. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Verlauf der Grenzkurven. Dabei sind nördliche Grenzlinien gestrichelt und südliche Grenzlinien voll ausgezogen dargestellt.

In Tabelle 1 sind wichtige Daten dieser Erscheinungen verzeichnet. Die Zeiten gelten gerundet für Beginn und Ende, die Sternhöhe für die Mitte der Grenzkurve auf dem Gebiet der DDR. Unter CA findet sich der Positionswinkel des Kontaktes, gezählt vom nördlichen (N) oder südlichen (S) „Horn“ der Mondscheibe. Ein negatives Vorzeichen bedeutet das Stattfinden am hellen Mondrand. Mit k wird die Größe der Phase bei zu (+) oder abnehmendem (—) Mond gegeben.

Die Angaben in Tabelle 2 sollen es jedem Leser ermöglichen, den exakten Verlauf einer Grenzkurve schnell zu bestimmen. In direkter Abhängigkeit von der geographischen Länge λ lassen sich mit einfachen Gleichungen die

Tabelle 2: Koeffizienten der Polynome

Ereignis	φ_0	t_0	P_0
	φ_1 φ_2	t_1 t_2	P_1 P_2
Jan. 14	49°3185 0.15345 —0.00430	—21b6569 0.01937 —0.00017	151°75 0.2325 —0.0013
Jan. 23	54.9580 —0.01630 —0.00463	22.7097 0.01208 0.00021	205.05 0.2150 0.0000
Feb. 24	55.3060 —0.30108 —0.00776	0.0406 0.00215 0.00038	34.59 0.1525 0.0037
Mrz. 14	52.0705 —0.03285 —0.00605	19.5444 0.02972 0.00000	182.19 0.2825 —0.0013
Sep. 19	41.8220 0.82305 —0.00178	22.9986 0.01917 0.00028	159.93 —0.0375 0.0038
Sep. 20	41.3090 0.79053 —0.00779	—0.2825 0.03125 —0.00014	337.99 0.0525 0.0038
Sep. 22	50.3420 0.24953 —0.00506	4.3058 0.02153 0.00000	357.66 0.1875 0.0013
Sep. 23	50.1379 0.34655 —0.00468	3.1869 0.01653 0.00000	2.97 0.1325 0.0013
Okt. 22	50.8286 0.05375 —0.00510	4.0622 0.01681 0.00028	197.93 0.2450 0.0000
Nov. 13	44.7957 0.70828 —0.00714	20.2748 0.10632 —0.00306	159.80 0.0550 0.0025
Nov. 20	50.6251 0.20708 —0.00299	0.1036 0.00167 0.00014	200.03 0.1250 0.0000
Dez. 16	55.5860 —0.12153 —0.00669	2.2700 0.01938 0.00031	203.35 0.2025 0.0013

zugehörige geographische Breite φ sowie Zeitpunkt t (MEZ) und Positionswinkel P des Kontaktes für einen Beobachter an diesem Ort ermitteln. Für eine bestimmte Länge λ erhält man die gesuchte Größe, indem man die tabellierten Werte als Koeffizienten eines Polynoms der Form,

$$x(\lambda) = x_0 + x_1\lambda + x_2\lambda^2$$

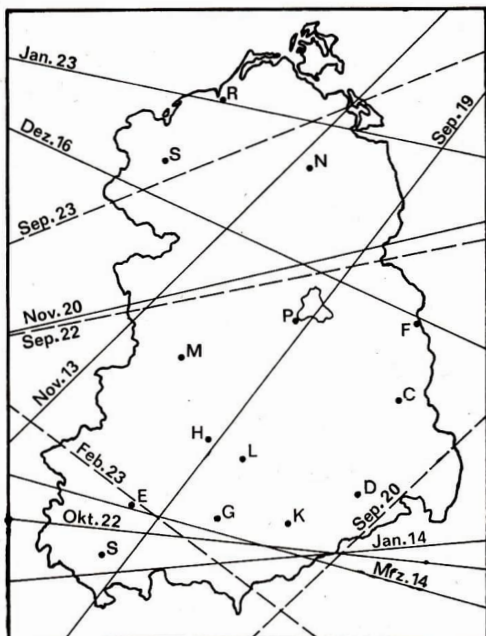
nutzt. (Für x können hier φ , t oder P stehen). Man beachte daß östliche geographische Längen mit positivem Vorzeichen verwendet werden.

Tabelle 1

Datum 1988	Stern	m	Zeit (MEZ)		h	CA	k
			A	E			
Jan. 14	SAO 92548	7m1	21h50m	21h54m	33°	5 S	0.53+
Jan. 23	Leo	5.2	22 52	22 56	35	8 S	0.96—
Feb. 24	z Vir	4.8	0 06	00 07	37	—9 N	0.90—
Mrz. 14	136 Tau	4.5	19 51	19 57	62	—6 S	0.54+
Sep. 19	17 Tau	3.8	23 14	23 19	30	—5 S	0.74—
Sep. 20	BD +24°571	6.8	1 06	1 09	47	6 N	0.73—
Sep. 22	415 B. (Tau)	6.1	4 31	4 37	59	0 N	0.50—
Sep. 23	39 Gem	6.1	3 21	3 25	41	2 N	0.39—
Okt. 22	35 Cnc	6.5	4 16	4 22	48	7 S	0.44—
Nov. 13	28 Tau	5.2	21 04	21 10	42	18 S	0.99—
Nov. 20	21 Leo	6.7	0 08	0 09	10	2 S	0.52—
Dez. 16	δ Cnc	4.2	2 31	2 37	54	11 S	0.86—

A — Höhe des Sterns

Abb. 1: Streifende Sternbedeckungen 1989.



Im Intervall $10^\circ \leq \lambda \leq 14^\circ$ östlicher Länge wird man allgemein mit folgender Genauigkeit rechnen können:

$$\varphi \pm 1''$$

$$t \pm 2 \text{ s}$$

$$P \pm 0,01$$

Außerhalb dieser Intervalle können die Fehler sehr schnell ansteigen. Sie erreichen 1° östlich oder westlich oft schon $1'$ in φ .

Beispiel: Für die streifende Sternbedeckung am 22. Oktober sind die Daten der Grenzkurve für die geographischen Längen $\lambda = 11,0; 11,25; 11,5; 11,75$ gesucht.

Die für dieses Ereignis geltenden Formeln lauten:

$$\varphi = 50^\circ 8286 + 0,05375 \lambda - 0,00510 \lambda^2$$

$$t = 480622 + 0,01681 \lambda + 0,00028 \lambda^2$$

$$P = 197,93 + 0,2450 \lambda$$

Setzt man die angegebenen Werte für λ ein, ergibt sich

λ	φ	t (MEZ)	P
11,0000	50,8028	4816 ^m 52 ^s	200,63
11,2500	50,7878	4 17 12	200,69
11,5000	50,7723	4 17 33	200,75
11,7500	50,7560	4 17 54	200,81

Es wird darum gebeten, alle erzielten Beobachtungsergebnisse zur Bearbeitung an Herrn Dietmar Büttner, Keplerstr. 56, Karl-Marx-Stadt, 9030 zu senden. Detailliertere Auskünfte zu allen hier genannten und zu weiteren dergartigen Erscheinungen im Jahre 1989 können von Herrn Wolfgang Rothe, Köpenicker Landstraße 266, Berlin, 1195, eingeholt werden.

Zentralmeridiane des Saturn und Positionen seiner Satelliten 1989

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 Fernrohrs 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

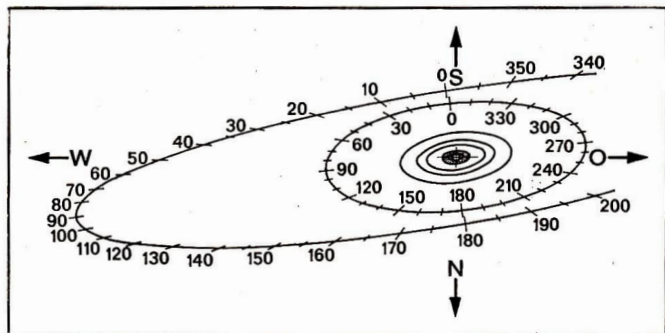


Abb. 1; Streifende Sternbedeckungen 1989.

Änderungen reicht für einige Anwendungen aus. Hierzu ein Beispiel:

Gesucht wird der Zentralmeridian System I für August 27, 23^h UT:

$$69^{\circ}6' + 844^{\circ}27' (7 + 23/24) = 6788^{\circ}6' \approx 309^{\circ}$$

Die Ergebnisse sind auf ganze Grade zu runden, Abweichungen bis zu 2° sind möglich.

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 Mittelpunktagleichung f . Genähert gelten für 1989 folgende Gleichungen:

- für Titan: $f = 3^{\circ}3 \sin (l + 135^{\circ})$
- für Japetus: $f = 3^{\circ}2 \sin (l + 93^{\circ})$

Abb. 1 stellt den Anblick des Saturn mit den Bahnen der Satelliten dar. Von innen nach außen umkreisen Tethys, Dione, Rhea, Titan und Japetus den Planeten. Da Japetus nur in den westlichen Elongationen in mittleren Fernrohren sichtbar ist, wurde aus Platzgründen auch nur dieser Bahnabschnitt dargestellt. Während Titan schon in Fernrohren 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 Zeichnung 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.

Saturn und Satelliten 1989 (0^h UT)

Datum	Zentralmeridiane System			Längen in der Bahn					
	I	II	III	Tethys	Dione	Rhea	Titan	Japetus	
Febr.	0	276 ^o 5	72 ^o 5	135 ^o 9	114 ^o 4	221 ^o 9	191 ^o 4	8 ^o 1	21 ^o 8
	10	78,9	271,9	323,2	220,4	96,3	267,2	232,8	66,2
	20	241,5	111,4	150,7	326,5	330,7	343,2	97,5	110,7
März	0	155,7	127,2	156,9	51,5	302,4	260,0	277,4	146,3
	10	318,7	327,1	344,7	157,8	177,0	336,2	142,4	191,0
	20	121,7	167,2	172,7	264,3	51,8	52,5	7,6	235,8
April	0	49,4	99,5	91,8	201,7	58,3	208,7	255,4	285,2
	10	213,0	300,0	280,2	308,5	293,5	285,3	120,9	330,3
	20	16,5	140,6	108,7	55,5	168,8	2,1	346,6	15,5
Mai	0	180,4	341,4	297,5	162,7	44,3	79,2	212,3	00,9
	10	344,3	182,3	126,3	270,1	280,0	156,4	78,3	106,5
	20	148,3	23,3	315,2	17,0	155,8	233,7	304,5	152,5
Juni	0	76,7	316,3	235,0	315,9	163,3	30,9	193,5	202,7
	10	240,8	157,4	64,0	68,7	39,4	108,5	59,9	248,7
	20	44,7	358,3	252,8	171,4	275,5	186,1	286,3	294,7
Juli	0	208,6	199,3	81,7	279,2	151,7	268,8	152,9	340,8
	10	12,4	40,0	270,4	27,0	27,8	341,5	19,5	27,0
	20	175,9	240,5	98,9	134,6	263,8	59,1	246,0	73,0
Aug.	0	103,7	173,0	18,1	73,0	271,5	216,5	135,1	123,5
	10	266,8	13,2	206,2	180,5	147,3	293,9	1,4	169,5
	20	69,6	213,0	34,0	287,7	23,0	11,2	227,7	215,3
Sept.	0	356,6	144,7	312,4	225,6	30,2	168,1	110,3	265,5
	10	159,0	344,1	139,7	332,5	265,5	245,0	342,2	311,0
	20	321,1	183,3	326,8	79,2	140,6	321,7	207,8	356,3
Okt.	0	123,0	22,2	153,7	185,7	15,6	38,3	73,4	41,4
	10	284,8	221,0	340,4	292,1	250,4	114,7	298,6	80,4
	20	86,4	59,6	167,0	38,3	125,0	190,9	163,7	151,2
Nov.	0	12,1	350,0	84,2	335,0	131,0	346,6	51,3	180,4
	10	173,5	188,5	270,6	80,9	5,3	62,6	276,1	225,0
	20	334,9	26,9	96,9	186,8	239,6	138,4	141,0	269,5
mittl. tägl.									
synod. Änd.	844 ^o 27	811 ^o 97	810 ^o 76	190 ^o 67	131 ^o 50	79 ^o 66	22 ^o 54	4 ^o 50	

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 synodischen Änderungen, die entsprechend folgendem Beispiel berechnet werden können:

Gegeben sind für System I die Zentralmeridiane:

Mai 20 148°3' 288°4'
Juni 0 = Mai 31 70°7'

Die Anzahl der Rotationen innerhalb dieser 11 Tage erhält man aus

$$\text{mittl. tägl. Änd.} = \frac{844^{\circ}27'}{360^{\circ}} \cdot 11 = 25,7 \dots$$

Aus diesem ganzzahligen Teil und dem oben gefundenen Winkel erhält man die reale tägliche synodische Änderung für die Zeit vom 20. bis 31. Mai:

$$(25 \cdot 360^{\circ} + 288^{\circ}4') : 11 = 844^{\circ}40'$$

(Diese Ephemeriden wurden mit Formeln des Verfassers gerechnet.)

Die Periodischen Kometen des Jahres 1989

KARSTEN KIRSCH

Im Jahr 1989 findet der Periheldurchgang von 14 bekannten periodischen Kometen statt. Bei zwei von ihnen (P/Tempel-Swift und P/Brorsen) ist die Wiederentdeckung allerdings sehr unsicher. Für die Beobachtung durch Amateurastronomen wird nur ein Komet interessant werden: P/Brorsen-Metcalf.

Die erste Entdeckung erfolgte durch Brorsen bei der visuellen Kometensuche mit einem kleinen Teleskop der Universitätssternwarte Hamburg, Altona am 20. Juli 1847. Die Wiederentdeckung erfolgte durch Metcalf am 21. August 1919 mit einem 18 cm-Refraktor in South Hero, New Hampshire.

Von Leuschner stammt die Identifikation 1847 V = 1919 III auf der Basis von Bahnrechnungen, die d'Arrest durchführte.

Nach P/Herschel-Rigollet und P/Halley ist P/Brorsen-Metcalf der Komet mit größter Umlaufzeit der bereits mehrmals beobachtet wurde.

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

Forts. Tabelle 2 s. S. 182!

Berichtigung

Im Beitrag „Mondort und -parallaxe“ der Reihe DATA... (AuR-Heft 3/1988, Seite 82, 27. Zeile von oben) muß es richtig heißen:

$m = \dots - 0,3078 \sin \beta$
Wir bitten das Versehen zu entschuldigen.

A. DILL

Tabelle 1: Periodische Kometen des Jahres 1989

Name	Perihel	q	P	letztes Perihel	n	mag.	Quelle
P/Tempel 1 (1987 et1)	1989 01 04.4	1.5	5.5	1983	7	15	MPC 11501
P/d'Arrest (1987 k)	1989 02 04.1	1.3	6.5	1982	14	8	MPC 11501
P/Ferrine-Mrkos	1989 02 28.2	1.3	6.8	1908	5	15	Skyscan 8889
P/Tempel-Swift	1989 04 12.1	1.6	6.4	1908	4	17	Skyscan 8889
P/Churyumov-Gerasimenko	1989 06 18.4	1.3	6.6	1982	3	13	MPC 11502
1988 I	1989 08 08.0	0.5	5.5	1879	5		Kreack
P/Brorsen	1989 08 10.9	1.3	6.4	1983	19	16	MPC 12123
P/Pons-Winnecke	1989 09 25.0	2.5	6.8	1982	4	12	MPC 11502
P/Gunn	1989 09 27.6	0.5	69.6	1919	2	5	MPC 11523
P/Brorsen-Metcalf	1989 10 02.2	5.8	14.6	1974	5	12	MPC 11510
P/Schwassmann-Wachmann 1	1989 10 10.7	1.7	9.1	1680	1	17	MPC 12135
P/Lovas 1	1989 10 18.4	1.7	6.4	1983	3	15	MPC 12135
P/du Toit-Neujmin-Delporte	1989 11 03.1	2.3	7.6	1981	2	15	MPC 12124
P/Gehrels 2	1989 11 28.4	1.6	5.5	1984	3	15	MPC 12128
P/Clark							

(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 größte zu erwartende Helligkeit und die Quelle der Bahnelemente.)

Tabelle 2: Ephemeride des Kometen P/Brorsen-Metcalf

Datum	Rekt. (1950)	Dekl.	r	d	El.	mag.
1989 7 11	23°48'3"	+ 6°41'	1.64AE	1.01AE	108°	10 ^m 9
1989 7 13	23 52.4	+ 7 46	1.81	0.97	108	10.7
1989 7 15	23 56.7	+ 8 56	1.58	0.92	109	10.5
1989 7 17	0 01.3	+10 11	1.55	0.88	109	10.3
1989 7 19	0 06.3	+11 32	1.52	0.84	109	10.1
1989 7 21	0 11.6	+13 00	1.48	0.80	109	9.9
1989 7 23	0 17.4	+14 36	1.45	0.76	109	9.7
1989 7 25	0 23.7	+16 19	1.42	0.72	109	9.5
1989 7 27	0 30.6	+18 13	1.39	0.68	109	9.3
1989 7 29	0 38.3	+20 17	1.36	0.64	108	9.1
1989 7 31	0 47.0	+22 33	1.32	0.60	107	8.8
1989 8 2	0 56.8	+25 01	1.29	0.57	105	8.6
1989 8 4	1 08.1	+27 43	1.26	0.54	104	8.3
1989 8 6	1 21.2	+30 39	1.22	0.51	102	8.1
1989 8 8	1 36.5	+33 47	1.19	0.48	99	7.9
1989 8 10	1 54.6	+37 06	1.16	0.46	96	7.6
1989 8 12	2 16.1	+40 31	1.12	0.44	93	7.4
1989 8 14	2 41.9	+43 54	1.09	0.42	89	7.2
1989 8 16	3 12.6	+47 04	1.05	0.41	84	7.0
1989 8 18	3 48.4	+49 47	1.02	0.40	80	6.8
1989 8 20	4 28.9	+51 46	0.98	0.40	75	6.6

Datum	Rekt. (1950)	Dekl.	r	d	El.	mag.	Tabelle 2 (Fortsetzung)
1989 8 22	5 12.2	+52 49	0.95	0.40	70	6.5	
1989 8 24	5 55.8	+52 50	0.92	0.41	65	6.4	
1989 8 26	6 36.9	+51 56	0.88	0.42	60	6.3	
1989 8 28	7 13.6	+50 17	0.85	0.44	56	6.2	
1989 8 30	7 45.1	+48 07	0.81	0.46	52	6.1	
1989 9 1	8 11.7	+45 41	0.78	0.48	49	6.0	
1989 9 3	8 34.0	+43 06	0.75	0.51	46	6.0	
1989 9 5	8 52.9	+40 30	0.71	0.54	43	5.9	
1989 9 7	9 08.9	+37 56	0.68	0.57	40	5.8	
1989 9 9	9 22.7	+35 26	0.65	0.61	38	5.8	
1989 9 11	9 34.8	+33 01	0.62	0.65	37	5.7	
1989 9 13	9 45.6	+30 41	0.59	0.69	35	5.6	
1989 9 15	9 55.5	+28 25	0.57	0.73	34	5.5	
1989 9 17	10 04.5	+26 12	0.54	0.77	32	5.5	
1989 9 19	10 13.0	+24 03	0.52	0.82	31	5.4	
1989 9 21	10 21.2	+21 55	0.51	0.86	30	5.4	
1989 9 23	10 29.1	+19 50	0.49	0.91	29	5.4	
1989 9 25	10 36.9	+17 46	0.48	0.96	28	5.4	
1989 9 27	10 44.6	+15 44	0.48	1.01	28	5.5	
1989 9 29	10 52.2	+13 43	0.48	1.06	27	5.6	

KURZBERICHTE



Die eigene Sternwarte im Garten

Suhl-Neundorf ist ein Wohngebiet der thüringischen Bezirksstadt Suhl mit noch erhalten gebliebenem dörflichen Charakter. Es erstreckt sich lang dahin in einem Seitental des Thüringer Waldes und ist landschaftlich sehr reizvoll.

Dort, wo das Tal endet und gegen steilere Gebirgshänge anstößt, erwarb Helmut Weiß vor einigen Jahren ein kleines Wohngrundstück und baute sich bald darauf im kleinen Hausgarten die eigene Sternwarte.

Astronomie, praktische Himmelsbeobachtung ohne ausdrückliche Spezialisierung, eben nur so zur Freude an jedweden Himmelserscheinungen, hatten ihn, den erfahrenen Versuchsmechaniker in einem Sühler Maschinenbaubetrieb schon vor vielen Jahren verführt, das benötigte Beobachtungsinstrumentarium selbst zu konstruieren und zu bauen.

Seine dabei gewonnenen Erfahrungen und Kenntnisse befähigten ihn dann auch, ein beachtlich großes Instrument für die damals gerade in Aktion getretene Schul- und Volkssternwarte auf dem Hoheloh in Angriff zu nehmen. Sein Betrieb, der glücklicherweise auch der Patentbetrieb der Sternwarte ist, ermöglichte es großzügig, daß im Zeitraum von zwei Jahren unter seinen geschickten Händen ein Cassegrain-Spiegelteleskop von 40 cm Öffnung und 6 m Brennweite entstehen konnte.

Den Teleskopspiegel fertigte nach der Altmeyer der Spiegelschleifkunst Ingenieur Alfred Wilke, Falkensee-Finkenkrug (Nachfolger: Michael Großmann) an. Und dieser konnte noch vor seinem Tode das fertige Spiegelteleskop einer strengen Kontrolle unterziehen. Er und später die Herren Jentsch und Beck vom ZEISS-Werk in Jena fanden lobende und anerkennende Worte für dieses große Schulteleskop, das noch komplettiert wurde durch einen 110 mm-Refraktor mit ZEISS AS-Objektiv gemeinsam auf einer stabilen und ebenfalls selbst gebauten äquatorialen (deutschen) Montierung.

Helmut Weiß hatte auch privat einen Wilke-Cassegrain-Spiegel 200/3000 mm erworben und daraus sein Hauptbeobachtungsgerät gefertigt. Ein Refraktor 80/1200 mm sowie ein Kometsucher 80/500 mm nebst dem benötigten Zubehör, wie NG-Filtersatz, Sonnenfilter u. a. er-

gänzte die instrumentelle Ausstattung und ermöglichte ernsthaftes Amateurastronomie.

Nun fehlte nur noch die Beobachtungsstation, die den umständlichen Aufbau der Beobachtungsinstrumente überflüssig machte.

Im Jahre 1984, nach dem Einzug in das eigene Wohnhaus, war es dann soweit. Eine maßgerecht konstruierte Privatsternwarte entstand in Form einer Stahlkonstruktion mit drehbarem Kegelstumpfdach. Alles hat Helmut Weiß selbst entworfen, handwerklich angefertigt und montiert (vgl. Umschlag-S. 3).

Kein Wunder, daß die weithin sichtbare Privatsternwarte oft Anziehungspunkt für benachbarte Sternfreunde wurde.

ROLF HENKEL

1988 III 1: Meteoritenfall in Trebbin

Am 1. März 1988 zwischen 13 und 14 Uhr MEZ ereignete sich in Trebbin (Bezirk Potsdam) ein Meteoritenfall. Nachdem zunächst 97 Jahre lang kein solches Ereignis auf DDR-Gebiet stattfand, war die „Pause“ seit dem Hohenlangenbeck-Fall vom 14. November 1985 recht kurz (vgl. Aur 4/1986).

Aufgrund der meteorologischen Verhältnisse (stark bedeckter Himmel, z. T. Schneeschauer) gab es praktisch keine optischen Wahrnehmungen. Eine Frau in Potsdam bemerkte „zogen halb zwei“ in nordwestlicher Richtung einen Blitz zwischen den Wolken, ohne daß Gewitter zu verzeichnen waren.

In einem Betriebsstil der GPG „Blumenstadt“ Trebbin waren einige Arbeiter in einem Gewächshaus tätig. Plötzlich hörten sie ein Rauschen, etwa wie beim Herabrutschen von Schnee auf einem Ziegeldach. Unmittelbar danach gab es ein Krachen und das Geräusch zersplitternden Glases. In einem Gewächshaus fanden sie eine zerschlagene Scheibe und durcheinandergeworfene Blumentöpfe. Die darunterliegenden Stücke eines grauen Gesteins mit schwarzer Kruste ließen einen Hobby-Mineralogen auf einen Meteoriten schließen. Mitarbeiter des Zentralinstituts für Physik der Erde der Akademie der Wissenschaften der DDR sammelten insgesamt 16 größere

sowie zahlreiche kleinere Bruchstücke von insgesamt 1250 g Gesamtmasse ein. In der feinkörnigen Matrix befinden sich dunklere, unregelmäßig geformte Einschlüsse. Obwohl man auf den ersten Blick keine Chondren erkennt dürfte es sich um einen Chondriten handeln.

Die oben erwähnte optische Wahrnehmung sowie die deutliche Hörbarkeit des Schalles am Fallort bei nordwestlicher Windrichtung (sowohl am Boden als auch in größeren Höhen) weisen auf eine Einflugsrichtung aus Nordwest hin.

Weiterhin ist die Schmelzkruste an den gefundenen Stücken nicht gleichmäßig dick. Auf einer Seite treten sogar die Einschlüsse durch die Schmelzkruste hervor. Man kann von einer Teilung des Meteoriten auf einem recht tiefen Abschnitt der atmosphärischen Bahn ausgehen, die häufig bei hellen Feuerkugeln und Meteoritenfällen auftritt.

Daher unternahmen fünf Mitglieder der Potsdamer Gruppe des Arbeitskreises Meteore am 16.4.1988 eine weitere Suchaktion. Zunächst suchten wir den Fallort unweit des Stadtzentrums von Trebbin auf. Am Dachbalken ist deutlich das abgesplittete Holz zu sehen, verursacht vom Aufprall des Meteoriten. Ausgehend vom Fallort wurden die freien Flächen in der Umgebung systematisch abgesucht. Auf den Wiesenflächen konnte jedoch kein weiteres Stück gefunden werden. Allerdings betrug die Längsausdehnung des Areals nur etwa 1 km, während sich die Einzelstücke bei früheren Meteoritenfällen über mehr als 2 km (Länge der Fällellipse) verteilt waren. Der Fallort Trebbin liegt bei 52°13' N, 13°13' E.

JÜRGEN RENDTEL

Die Montierung in der Tasche

Die hier vorgestellte „Reisemontierung“ lehnt sich in ihrem prinzipiellen Aufbau an die im „Astroführer“ von Lindner beschriebene Variante an, wobei es jedoch darauf ankam, hinsichtlich der Nachführungsgenauigkeit und der Aufstellung einige Verbesserungen zu erreichen. Dadurch kann ihre Anwendung auch auf langbrennweitere Objektive ausgedehnt werden.

Die Vorteile dieser ausschließlich für astrofotografische Zwecke gedachten Montierung sind:

- einfacher Aufbau, kurze Bauzeit
- leicht zu beschaffende Materialien
- Verzicht auf kostspielige Getriebeteile und Nachführungsoptiken
- schnelle Aufstellung, geringes Gewicht und Volumen
- elektrische Nachführung ohne Netzstrom.

Die Anwendung eines Tangentialantriebes erfordert einen gleichstrombetriebenen Motor, wobei sich der „Sonnett“ als günstig erwiesen hat. Er kann mit einem Potentiometer gesteuert werden und wird mit einer 4,5 Volt-Batterie gespeist.

Das nachfolgende Getriebe wurde einem Spielzeugauto entnommen. Eine individuelle Anpassung der Geschwindigkeit wird durch zwei Scheiben erreicht, von denen eine das Gewinde M4 und den Umspindeln für 30 Minuten Nachführung trägt. Der Abstand Stundenachse-Gewinde wurde so gewählt, daß in einer Minute genau zwei Umdrehungen der großen Scheibe nötig sind, um die scheinbare Sternbewegung zu kompensieren. Dazu ist eine Kontrolle mit einer auf Sternzeit geeichten Stoppuhr völlig ausreichend. Die naturgenähe Abweichung des Tangentialantriebes kann hierbei noch vernachlässigt werden. Jedoch dürften Kamerabrennweiten von 200 mm bis 250 mm die obere Grenze darstellen.

Die mit dem sehr gleichmäßig laufenden Motor festgestellte Abweichung betrug bei genau eingestelltem Potentiometer maximal 10". In Verbindung mit einem Objektiv $f = 200$ mm trennt NP 27 KB-Film höchstens 25", was weit unter der Grenze der Nachführungsgenauigkeit liegt.

Die Ausrichtung der Stundenachse nach Süd wird durch eine optiklose Peileinrichtung erreicht, die Polhöhe wird durch eine Dosenlibelle kontrolliert. Ein kräftiger Kinokopf oder ein schwenkbarer Stativfuß trägt die Kamera.

Die Montierung dürfte vor allem für Anfänger in der Astrofotografie geeignet sein, die mit einer bescheidenen Fotoausrüstung und Belichtungszeiten bis zu einer halben Stunde gute Ergebnisse erzielen können.

Lit.: K. Lindner: Astroführer. Urania-Verlag Berlin, Leipzig, Jena 1986.

UWE SCHWARZKOPF

Mondfinsternisse 1989

Ergänzend zu „Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1989“ geben wir für die beiden Mondfinsternisse die folgenden Zeiten (n. Eschegodnik für 1989):

	20. 2. 1989	17. 8. 1989
Eintritt in Halbschatten	(13 ^h 20 ^m 7)	1 ^h 22 ^m 9
Eintritt in Kernschatten	(14 43,4)	2 20,6
Beginn der Totalität	(15 55,7)	3 19,9
Mitte der Totalität	(16 35,3)	4 08,1
Größe der Finsternis	(1,279)	1,604
Ende der Totalität	(17 14,9)	(4 50,4)
Austritt aus Kernschatten	18 27,2	(5 55,6)
Austritt aus Halbschatten	19 40,9	(6 58,4)

Ereignisse, deren Zeiten (in MEZ) in Klammer stehen, sind bei uns nicht sichtbar.

Die Red.

Schnellnachrichtendienst erweitert

Die Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt (ZKAR) beschloß auf ihrer Sitzung am 22./23. Oktober 1988 in Jena, Ephemeriden über die Sichtbarkeit künstlicher Erdsatelliten in die „Schnellnachrichten“ aufzunehmen.

Der Beschluß gründet sich auf den Wunsch von Mitgliedern des Arbeitskreises Raumfahrt und vieler anderer Interessenten, Satellitenbeobachtungen zielgerichtet durchzuführen.

Die Berechnungen der Vorhersagen übernimmt die Sternwarte „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“ Rodeisch. Als Satellitenbeobachtungsstation ermittelt sie die Vorhersagen aus eigenen Bahnvermessungen oder aus Bahnelementen, die sie im Austausch für ihre Beobachtungen erhält. Durchgeführt werden die Rechnungen mit einem Kleincomputer vom Typ KC 85/3. Wichtigste Vorhersageobjekte sind die beiden z. Z. im Orbit befindlichen Orbitalstationen Salut 7 und MIR. Sie erreichen bei ihren Überflügen Helligkeiten bis zu -1^m bzw. -2^m . Damit sind sie ohne optische Hilfsmittel gut zu sehen und können mit einfachen Kameras fotografiert werden.

Beide Orbitalstationen besitzen eine Bahnneigung von 51°6. An Beobachtungsorten, die eine größere geographische Breite haben, passieren die Stationen den Meridian stets im Süden. Nur von Orten südlicher als 51°6 kann man die Stationen bei zentralen Überflügen auch am Nordhimmel beobachten. Für alle aber kommen sie bei ihren Umläufen aus einer westlichen Richtung und wandern nach Osten. Die künftigen Ephemeriden werden für drei Orte gerechnet, die unterschiedlich zur Bahn liegen.

Die Raumstationen überqueren in weniger als einer Minute das Gebiet der DDR, so daß die Zeiten – in Minuten – genau angegeben – für das gesamte Vorhersagegebiet gelten. Die Werte für Azimut und Höhe beziehen sich auf den scheinbaren Bahnhimmel am Beobachtungsort. Berücksichtigt werden muß, daß die Zählung des Azimuts im Norden beginnt und wie gewohnt im Uhrzeigersinn erfolgt.

Zur Beobachtung bewährt es sich, früher als angegeben am ausgewählten Ort zu sein und bei Verspätung etwas zu warten. Die Satellitenbahnen unterliegen mitunter kurzfristig stärkeren Veränderungen, die nicht sofort erfaßt werden können.

Am hellsten erscheinen die Satelliten in der Gegenrichtung zur Sonne. Dort sieht der Beobachter von der beleuchteten Fläche den größten Teil. Zu beachten ist der Erdschatten, der ebenfalls in der Gegenrichtung zur Sonne liegt. Am abendlichen Osthimmel kann man oft den Eintritt der Raumflugkörper in diese Zone verfolgen. Durch die dichter werdende Erdatmosphäre nimmt die Helligkeit der Station erst langsam ab; bevor die Station den Blicken der Beobachter endgültig entschwindet.

Die Ephemeriden für die künstlichen Erdsatelliten erscheinen bei guten Sichtbarkeitsbedingungen. Voraussetzungen dafür sind eine zentrale Lage der Satellitenbahnen über unserem Gebiet während der astronomischen Dämmerung und Wetterbedingungen, die erfolgreiche Beobachtungen erwarten lassen.

Wer den Wunsch hat, von nun an ebenfalls die „Schnellnachrichten“ zu beziehen, sende mit seiner Adresse verschene und als Drucksache frankierte Briefumschläge (ca. 10 Stück) an die *Schultermiete*, *Fliegerkosmonaut Sigmund Jahn*, *Rodeviach, 9706* (Kennwort: Schnellnachrichten).

DIETHARD RUHNOW

98. IAU Kolloquium „Der Beitrag der Amateurastronomen zur Astronomie“

Vom 20.–24. Juni 1987 fand in Paris das 98. Kolloquium der Internationalen Astronomischen Union unter der Thematik „Der Beitrag der Amateurastronomen zur Astronomie“ statt. Dieses Kolloquium war die erste große internationale Veranstaltung, an der sich Fachastronomen und Amateure aus aller Welt gleichermaßen beteiligten. Es konnten insgesamt 320 Teilnehmer aus 25 Staaten gezählt werden. Die 17 Vorträge wurden in drei thematische Gruppen eingeteilt und meist in Parallelsitzungen abgehalten.

Etwa 20 Referate waren den geschichtlichen Aspekten der amateur-astronomischen Arbeit gewidmet. An den Leistungen hervorragender Amateurastronomen der Geschichte wurde der Amateuranteil für die Wissenschaft dargestellt. In Einzelvorträgen beschäftigte man sich mit Camille Flammarion, Edmund Halley, Jan Hevelius und

Persönlichkeiten der jüngeren Geschichte wie E. M. Antoniadi oder C. Boyer. Das Schwerkraft der Tagung mit 61 Vorträgen galt dem Generalthema Beobachtungen. Der Zuhörer wurde hier konfrontiert mit langfristigen Beobachtungsprojekten, Beispielen der Kooperation zwischen Fachleuten und Amateuren und der modernen Beobachtungstechnik der Amateure bis zum CCD Array. Brian Marsden vom IAU Central Bureau in Cambridge (USA), Janet Mattei von der American Association of Variable Star Observers und Stephan Edberg, einem führenden Kopf der International Halley Watch aus Pasadena, betonten in ihren Vorträgen, daß die ernsthafteste Arbeit des Amateurastronomen eine durchaus willkommenen Unterstützung für den Fachwissenschaftler ist. Besonders Würdigung erfuhren die Verdienste der Sternfreunde bei der Neuentdeckung von Kometen, Novae, Supernovae und kleinen Planeten. Langfristige und systematische Arbeiten von Amateurastronomen bei der Erforschung der veränderlichen Sterne, der Beobachtung von Kometen und Sternbedeckungen liefern dem Fachastronomen wertvolles Material für weitreichende Studien. D. Dunham, der Präsident der IOTA (International Occultation Timing Association), erläuterte die Bedeutung der Beobachtung von Bedeckungen an Fixsternen durch Kleinplaneten oder Kometen. Neben der Ableitung zuverlässiger Dimensionen für die planetaren Kleinkörper sind auch genaue Ortsbestimmungen möglich. Der Wert der Beobachtungen wächst durch das Zusammenwirken mehrerer Beobachter an verschiedenen Orten. Eine Anzahl recht instruktiver Vorträge wurde über die Beobachtung der Planeten und der Sonne gehalten. D. Parker aus den USA berichtete über seine fotografische Beobachtung des Planeten Mars, eine internationale Spitzenleistung. Die darauf basierende Statistik atmosphärischer Erscheinungen auf dem Mars wird mit in die Vorbereitung zukünftiger Marsmissionen einbezogen. Eine beispielhafte Zusammenarbeit zwischen Amateuren und Fachastronomen gibt es in der Vorbereitung des Startes des ersten Astrometriesatelliten HIPPARCOS. Amateurastronomen aus Belgien, Frankreich und der BRD beteiligten sich an der Beobachtung von 66 Doppelsternen, die als Positionsreferenzen dienen. Allgemein hat man festgestellt, daß gerade bei der Beobachtung von veränderlichen Sternen, Planetoiden, Kometen noch Reserven für eine Zusammenarbeit bestehen. Es erging mehrfach die Aufforderung an die Amateure und Fachastronomen, aufeinander zuzugehen und vielleicht vorhandene Barrieren und Vorurteile zu überwinden.

Der dritte thematische Vortragskomplex galt den Aktivitäten des Amateurastronomen bei der Popularisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Interessant waren die Ausführungen von A. Tarnitzer über den Aufbau eines Modells unseres Planetensystems innerhalb einer belebten Innenstadt. Französische Sternfreunde informierten über ihre Aktion „offener Himmel“ innerhalb der Anlagen der Pariser U-Bahn. Übersichts-vorträge informierten die Teilnehmer über die astronomische Öffentlichkeitsarbeit in Venezuela, Polen, Spanien, Japan, Indien und Frankreich.

Die DDR war mit zwei Vorträgen in Paris vertreten. Der erste Vortrag informierte über die Öffentlichkeits- und die Forschungsarbeit an der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte. Der Verfasser beteiligte sich mit einem Beitrag zum Thema „Polarimetrische Forschungen mit Mitteln des Amateurastronomen“.

Das Kolloquium erschien allen Beteiligten als sehr gelungene Veranstaltung, von der zahlreiche Impulse in die unmittelbare Arbeit eingebracht werden. Es war eine Veranstaltung, wo man einander zuhörte und die Probleme und Möglichkeiten des Anderen kennenlernte. Der Tagungsband wird in englischer Sprache im Sommer 1988 durch Reidel Publishing veröffentlicht.

DIETMAR BÖHME

AG „Beobachtende Astronomie“ Neubrandenburg – eine Bilanz

Nach nunmehr 3 Jahren Tätigkeit unserer bezirklichen Arbeitsgruppe wollen wir hier kurz über das bisher Erreichte berichten.

Nach mehreren erfolglosen Versuchen wurde die Gruppe im Februar 1985 in Prenzlau gegründet. In „Astronomie u. Raumfahrt“ wurde darüber berichtet (Heft 3/85). Seitdem fanden 11 Veranstaltungen statt, an denen im Durchschnitt 7 Sternfreunde teilnahmen. Das ist natürlich eine im Bezirksmaßstab unbefriedigende Zahl, jedoch ist es für unseren sternwarten- und sternfreundearmen Bezirk als ein Erfolg anzusehen, daß sich ein fester Stamm herausgebildet hat.

Entsprechend dem Anliegen unserer AG finden die Zusammenkünfte in zwangloser Runde als Erfahrungsaustausch statt. Der Name unserer AG weist schon daraufhin, daß hauptsächlich aktiv beobachtende Sternfreunde angesprochen sind. Daher sind die Schwerpunkte der Diskussionen stets auf den Gebieten Beobachtung und Gerätebau zu finden.

Die praktischen Beobachtungen sind sehr vielfältig und umfassen die Bereiche Sonne, Meteore, Kometen, Sternbedeckungen und Planeten. Natürlich arbeiten wir auch in den entsprechenden zentralen Arbeitskreisen mit. Nicht unerwähnt bleiben soll die Astrofotografie, die von fast allen Mitgliedern betrieben wird. Einige Aufnahmen sind im Bildteil zu sehen.

Über die durchgeführten Beobachtungen wird dann auf den Zusammenkünften berichtet, wobei die anschließende Diskussion oft wichtige Erkenntnisse und Anregungen für die weitere Arbeit bringt. Aus diesem Grund kommt es auch oft vor, daß wir Amateurastronomen aus den angrenzenden Bezirken einladen, so z. B. aus Schwedt und Bärnau. Sporadisch führen wir auch thematische Veranstaltungen durch, so organisierten wir einen öffentlichen Vortrag zum Thema „Halley“ und einen Planetariumsbesuch in Demmin. Gerätetechnisch stehen nur kleinere Refraktoren von 50 bis 80 mm zur Verfügung, zuzüglich das nötige Zubehör. Für Amateurbesichtigungen kann im Bezirk nur die Volkssternwarte Prenzlau genutzt werden, deren Instrumentarium aber auch nicht mehr dem heutigen Standard entspricht.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß es in unserer Arbeit noch einiges zu verbessern gibt, so z. B. die Gestaltung der Zusammenkünfte durch alle Mitglieder. Für die Zukunft haben wir uns vorgenommen, die Arbeit der Gruppe zu stabilisieren, d. h. möglichst viele Sternfreunde unseres Bezirkes zu gewinnen sowie unsere Aktivitäten stärker zu popularisieren.

Sternfreunde aus dem Bezirk Neubrandenburg, die sich uns anschließen wollen, sind also herzlich willkommen und melden sich bitte beim Unterzeichnenden.

JENS-UWE PETERS

Bezirkstagung in Karl-Marx-Stadt

Die Kulturbund-Bezirkskommission „Astronomie und Raumfahrt“ Karl-Marx-Stadt versammelte sich vom 30. 9. bis 2. 10. 88 zu ihrer 22. Fachtagung. Es erschienen auch zahlreiche Gäste aus den umliegenden Bezirken. Beachtlich war der Anteil jugendlicher Teilnehmer.

Diese Tagung sprengte den Rahmen eines Wochenendes. Bereits am Freitagabend referierte Prof. Dr. Epperlein über moderne Filmmaterialien. Schwerpunkt seines Vortrages war ein Blick auf den aktuellen Weltstand und die Herausbildung der Color-Fotografie.

Am darauffolgenden Tag war ein umfangreiches Vortragsprogramm zu absolvieren. Der lange Ritt begann um 9.30 Uhr und endete erst nach über 11 Stunden. Einleitend stellten sich die einheimischen Sternfreunde vor. Mit Stolz verwiesen sie auf erfolgreiche Beobachtungen von der Stadt aus und auf ihre jährliche Perseldexpedition ins Zittauer Gebirge.

Obwohl der Zeitplan etwas ins Wanken gekommen war, konnten die Teilnehmer fast noch rechtzeitig den Vortrag von Prof. Marx zur Supernova 1987 A hören. Er begründete das enorme fachliche Interesse an dieser besonders nahen Erscheinung, weil die bisherigen Kenntnisse auf relativ wenigen Objekten basieren und nunmehr einer Revidierung bedürfen. (Vgl. AuR 4/1988, S. 100ff.)

Nach der Mittagspause folgten zwei Beiträge zur Geschichte. Im ersten kam mit Dr. Sarak aus Erfurt auch ein Nicht-Astronom zu Wort. Trotzdem verstand er, seine Zuhörer zu beeindrucken. Er belegte u. a. den astronomischen Bezug von Röhrenöffnungen in mittelalterlichen Kirchenfassaden durch die Tatsache, daß das Sonnenlicht an nur wenigen, kirchlich markanten Tagen des Jahres ungehindert hindurchtritt und dann ein „spotlight“ bildet. Im folgenden sprach Elvira Pfitzner zum Wirken von Georg Samuel Dörffel, einem „fast vergessenen Astronomen des 17. Jahrhunderts“ aus dem Planer Raum. Dörffel erkannte als erster die parabolische Form einer Kometenbahn. Deren Brennpunktsanalogie zu den Planetenbahnen war ein Mosaiksteinchen in seinem neuen Weltbild. Bis zur Dörffelfeier in einigen Jahren werden sicher weitere Fakten aus seiner Biographie offenliegen. Für ihre Leistungen konnte Frau Pfitzner die Johannes-R.-Becher-Medaille in Bronze in Empfang nehmen.

Raumfahrtexperte Thomas Marold aus Gotha setzte mit dem anschließenden Vortrag einen weiteren Höhepunkt der Tagung. Er sprach über verschiedene Projekte unter dem Ziel „Bemannung zum Mars“, wobei er energetische Probleme darstellte und unterschiedliche Missionsprofile diskutierte. Die Flugdauer streute dabei von 5 Jahren für Treibstoffspare bis zur „Dienstreise“ von Montag bis Freitag mittels permanenten Nuklearantriebs. Daß nicht alles nur Zukunftsmusik, sondern manches schon gegenwärtig ist, wurde anschaulich durch Dias belegt.

Mit frischem Mut und knapper Zeit wurde dann die letzte Vortragsetappe in Angriff genommen. Zunächst referierte Jörg Mettig über die visuelle Beobachtung der vier helleren Planeten: Es sind zwar infolge der erfolgreichen Raumfahrtunternehmen kaum mehr sensationelle Entdeckungen zu erwarten, doch sind die Amateure nach wie vor unverzichtbar, besonders zur Überwachung. Bei der Venus sind es Terminatorienbuchungen, übergreifende Hörnerspitzen und Sekundärlit, beim Mars veränderliche Albedostrukturen, die es zu erfassen gilt. Auch der Jupiter bietet Beobachtungsaufgaben in Form von Objekten mit veränderlicher Driftgeschwindigkeit. Der Arbeitskreis Planeten erwartet neue Beobachter. Die gezeigten Gesamtkarten belegen beste Erfolgchancen auch am 50/540-Bastelfernrohr.

Auf ein weiteres Beobachtungsgebiet machte Dietmar Büttner aufmerksam. Er beschäftigt sich mit der Vermessung von Mondberghöhen anhand ihres Schattenschwurfes. Algorithmen – wenn auch mit kleinen Druckfehlern – findet man im „Kalender für Sternfreunde 1985“ und in der „Kleinen Praktischen Astronomie“. Der Vergleich sorgfältiger Beobachtungen bei zu- und abnehmendem Mond erlaubt sogar Rückschlüsse auf die Bergumgebung. Anschließend wurde eine Sternbedeckung durch Venus ausgewertet.

Nach einem erstklassigen Abendessen kam mit Klaus Rümmler nochmals ein Verehrer der Raumfahrt zu Wort. Er zeigte Exponate seiner Schüler-AG, die durch ihren Einfallsreichtum verblüfften: Ein Modell vom Missionsverlauf der LUNA 16, ein Bahnmodell zur VEGA-Mission, das mittels Lämpchen die Lage von Erde, Venus, Halley und VEGA im 10-Tage-Abstand verdeutlichte, sowie ein Applikationsmodell zum System „MIR“, an dem dessen modulare Arbeitsweise gezeigt wird. Die Teilnehmer spendeten reichlich Beifall. Mit einem regen Meinungsaustausch klang der Tag aus. An dieser Stelle ist Herrn OL Heinz Albert zu danken, der mit viel Sachkunde von Vortrag zu Vortrag überleitete.

Am Sonntag stand ein Besuch des Kosmosautenzentrums „Sigmund Jähn“ auf dem Plan. Die Pioniere werden hier mit der Raumfahrt vertraut gemacht. Wer einen mehrstufigen Wissens- und Konditionstest besteht, kann an einem simulierten Weltumflug teilnehmen. Die Kabine faßt ca. 15 „Passagiere“ und ist mit achtbarer Technik angefüllt.

Nur wenige Schritte entfernt liegt die Georgius-Agricola-Oberschule. Alle Erwartungen wurden übertroffen, als die dortige Schulsternwarte besichtigt wurde. Sie entpuppte sich als wahres Raritätenkabinett für Lehrmittel. Die Exponate reichten von Anschauungsmodellen und -modellen zu den Koordinatensystemen – selbst eine Sperrholz-Armillarsphäre war zu bewundern – über Sonnenuhren und ein Basteloptik-Spektroskop bis hin zu einem Protuberanzensatz von Jörg Hänel. Dieser wurde dann auch gleich auf dem Dach der Schule nach Überwindung einer halbschweren Treppe ausprobiert. Leider verriet die hohe Bevölkerung jede Beobachtungschance. Dafür waren daneben am Teleskop wenigstens zu Hauf Sonnenflecken zu sehen.

Es bleibt zu hoffen, daß die Tagung für viele der Teilnehmer, besonders aber der Jugendlichen, Anregung und Motivation zu verstärkter Beobachtungstätigkeit war. Am Schluß sei noch die Bemerkung gestattet, daß zu vielen der Vorträge bereits Veröffentlichungen erschienen oder dem Vernehmen nach geplant sind.

MICHAEL STERNBERG

Wege der Teilchenphysik

Vom 4. bis 10. August 1988 trafen sich in München führende Teilchenphysiker zur XXIV. Internationalen Konferenz der Hochenergiephysik, zu einer weiteren „Rochester-Konferenz“, wie diese Zusammenkünfte nach dem Ort der ersten Veranstaltung dieser Art auch heißen. Nicht wenig beziehungsreich wirkte es auf den Beobachter, daß fast zur selben Zeit in Baltimore die Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union (IAU) stattfand. Muß man doch feststellen, daß Astrophysik und Teilchenphysik bei der Betrachtung fundamentaler Fragen zunehmend Berührungspunkte finden und gemeinsame Wege beschreiten. An vorderster Front der Grundlagenforschung bedienen sie sich kostspieliger Anlagen, die den Höchststand von Wissenschaft und Technik verkörpern und die ohne breitangelegte internationale Zusammenarbeit nicht gebaut beziehungsweise betrieben werden könnten. Obwohl AuR vor allem der Astronomie verpflichtet ist, erscheint ein „Blick über den Zaun“ auf das Wirken der Teilchenphysiker sehr gerechtfertigt. Stellen wir also die Frage: Mit welchen Mitteln und Methoden sind die Teilchenphysiker zur Zeit welchen Problemen auf der Spur?

UNK, Tevatron, LEP und HERA; diese geheimnisvoll klingenden Akronyme symbolisieren die neue Generation von Superbeschleunigern, die gerade im Probetrieb sind oder in absehbarer Zeit fertiggestellt sein werden. Der Tevatron-Beschleuniger des Fermilab (Batavia/USA) wird Protonen auf eine Energie von 1000 Gigaelektronenvolt (GeV), also 1 Teraelektronenvolt (TeV) beschleunigen können, während im Tunnel des UNK (Serpuchow/UdSSR) 3 TeV erreicht werden sollen.

Wenden wir uns aber den beiden großen internationalen Einrichtungen in Mitteleuropa zu. HERA (Hadron-Elektronen-Ringanlage) wird zur Zeit vom traditionsreichen DESY-Forschungszentrum in Hamburg installiert. Dort waren seit 1960 bereits drei Anlagen, DESY (Deutscher-Elektronen-Synchrotron), der Elektron-Positron-Doppelspeicherring DORIS sowie der Elektron-Positron-Speicherring PETRA errichtet worden, die noch unter dem Institutsgelände Platz fanden. Mit HERA, einem Ring von 6,4 km Umfang, unterquert man jetzt benachbarte Wohnsiedlungen und ein Sportstadion. In diesem Tunnel werden übereinander zwei Speicherringe montiert, in denen Elektronen auf 30 GeV und Protonen auf bis zu 1000 GeV beschleunigt werden sollen. Letzteres macht den Einsatz von supraleitenden Magneten nötig, von denen man 420 zur Strahlführung und ebenso viele zur Strahlkorrektur benötigt. Die beiden alten Beschleuniger DESY und PETRA werden als Vorbeschleuniger zum Einsatz kommen.

Im HERA-Tunnel sind vier große Experimentierhallen angeordnet, in denen die beschleunigten Teilchen zur Wechselwirkung gebracht werden sollen. Beim Bau der hier benötigten Detektoren arbeiten etwa 500 Physiker aus 70 Instituten zusammen. Dazu gehören auch Mitarbeiter des Institutes für Hochenergiephysik der AöW der DDR in Zeuthen, die am Bau des sogenannten H1-Detektors beteiligt sind.

Eine große technische Herausforderung ist auch die Inbetriebnahme von LEP (Large Electron-Positron Collider) bei CERN, dem Europäischen Kernforschungszentrum in Genf/Schweiz. LEP besteht aus acht Kreis-Segmenten von je 2,6 km Länge mit acht je 500 m langen geraden Zwischenstücken. Die Gesamtlänge erreicht also knapp 27 km! Neu für CERN ist bei LEP, daß hier nicht mehr Protonen, sondern die 2000mal leichteren Elektronen und ihre Antiteilchen, die Positronen, beschleunigt werden. Der Tunnel des LEP wurde aber vorausschauend so gestaltet, daß man dem LEP noch einen „Large Hadron Collider“ (LHC) zugesellen könnte, der Teilchenenergien von zweimal 9 TeV erlauben würde. Wie bei HERA werden auch hier vier Detektoren an den Kollisionspunkten der Teilchenstrahlen installiert, nur wirken hier 1280 Wissenschaftler aus 124 Forschungseinrichtungen mit.

Was hat man nun mit diesen Anlagen vor? Werfen wir nur den Blick auf eine Fragestellung der Teilchenphysiker, die auch kosmologisch sehr bedeutsam ist. Allen Nukleonen (wie Protonen und Neutronen) ist gemeinsam, daß sie aus fundamentalen Partikeln, den Quarks, aufgebaut sind. Es scheint dabei sechs Quark-Typen und deren Antiquarks zu geben. So sicher man sich dessen auch ist, noch nie konnten solche Quarks einzeln, also als freie Teilchen, beobachtet werden. Den Grund sieht man darin, daß die Quarks von einem sehr effektiven „Kitt“ zusammengehalten werden, den Gluonen. Anders ausgedrückt: Die Gluonen sind die Träger der Wechselwirkung zwischen den Quarks, ähnlich den Photonen, die für die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen elektrisch geladenen Teilchen verantwortlich sind. Im Unterschied zur elektromagnetischen Wechselwirkung sorgen die Gluonen bei den Quarks dafür, daß die Anziehungskraft zwischen diesen umso größer wird, je weiter sie sich voneinander entfernen. Man sprach deshalb mitunter von der prinzipiellen Untrennbarkeit der Quarks.

Inzwischen spekuliert man aber, daß es unter extremen Bedingungen doch möglich sein könnte, die „Einkerkung“ der Quarks aufzuheben. Unmittelbar nach dem Urknall waren Materiedichte und Temperatur so hoch, daß die Materie nicht in Form diskreter Nukleonen, sondern aus einem heißen, dichten Plasma von Quarks und Gluonen, einem „Quagma“, bestanden haben sollte.

Wenn das aber so war, dann müßte sich dieser Vorgang umkehren lassen. Schafft man es, in einem dieser großen Beschleuniger für kurze Zeiträume gleichsam Urknallbedingungen herzustellen, ließe sich zum einen auf die Richtigkeit der Vorhersagen der Quark-Gluonen-Theorie schließen, zum anderen ergäben sich wertvolle Rückschlüsse auf sehr frühe Entwicklungsstadien des Kosmos.

Während die Erkenntnisse der Kosmologen einen durchaus beträchtlichen Eingang in das Denken vieler Menschen gefunden haben, muß die Teilchenphysik hier noch über große Popularitätsdefizite klagen. Dabei würde sich ein breiteres Verständnis der Vorgänge in ihrer Verbindung von Mikro- und Makrokosmos lohnen. Dazu ein führender Teilchenphysiker: „Ich bin der Meinung, daß wir gegenwärtig wieder an einer Schwelle stehen, an der neue Begriffe zum Naturverständnis eingeführt werden müssen.“ Dies schrieb kürzlich Prof. Herwig Schopper, der Generaldirektor von CERN. Er wendet sich damit an diejenigen, die die Aufgabe der Teilchenphysiker in der Suche nach immer kleineren „fundamentalen“ Teilchen erblicken und vielleicht darauf warten, wann man endlich auf das „garantiert Unteilbare“ stoßen wird. Aber steht dieses Problem wirklich? Nein, denn inzwischen lassen die Ergebnisse der Teilchenphysik erkennen, daß bei der Beschreibung der Natur das Bild von den „letzten“ Materie-Bausteinen mit den zwischen ihnen wirkenden Kräften nicht mehr den Realitäten entspricht. Prof. Schopper: „Es scheint heute, daß die Symmetrien, also abstrakte Gegebenheiten, die 'first principles' für das Verstehen der Natur sind. Ich glaube, daß die wesentliche Konsequenz der Elementarteilchen-Physik darin besteht, einen Bewußtseinswandel zu bewirken und neue Denkförmungen einzuführen. Die Details, die mathematischen Beschreibungen, sind unwesentlich. Aber die wichtigsten Ergebnisse werden in Philosophie und später vielleicht auch in das allgemeine Denken einfließen.“

(AD)

(nach diversen Pressemitteilungen zur XXIV. Rochester-Konferenz)

Budgeschenk Hermann Oberths an die Bürgel-Gedenkstätte

Der bekannte Pionier der Raumfahrt und Wissenschaftler, Prof. Hermann Oberth, übersandte dem Astronomischen Zentrum „Bruno H. Bürgel“ Potsdam einen mit seiner Widmung versehenen Repro-Druck des 1923 erschienenen Buches „Die Rakete zu den Planetenräumen“. Der heute Vierundneunzigjährige, in Feucht bei Nürnberg lebende Oberth wohnte in den 20er Jahren eine Zeit lang in Babelsberg und stand mit Bürgel in brieflichem Gedankenaustausch.

Das Buch gehört zu den Standardwerken aus der Anfangszeit der Raumfahrtentwicklung. Obwohl der Inhalt auf exakter Grundlage eine Fülle weitreichender Konzeptionen enthält, wurde es in Göttingen nicht als Dissertation anerkannt. Damals sah man vom wissenschaftlichen Standpunkt aus die Gedankengänge als allzu phantastisch an. Oberth war 1929 auch als Berater für den Film „Die Frau im Mond“ tätig, bei dem Fritz Lang die Regie führte.

(A. Z.)

AUS J. LITERATUR



Das Marsgesicht: Odyssee eines schlechten Scherzes

In der zweiten Juliwoche 1988 gaben mehrere Tageszeitungen unseres Landes eine dpa-Meldung wieder, die von einer Pressekonferenz in Washington berichtete. Dort hatte der als Wissenschaftler bezeichnete Richard C. Hoagland das Viking-Foto mit dem „Marsgesicht“ vorgestellt und die Meinung vertreten, dies sei ein Hinweis auf eine lange versunkene Zivilisation. Der Termin der Pressekonferenz fiel, welch Zufall, mit dem Start der Marssonde Phobos 1 zusammen, so daß die Meldungen zu beiden Ereignissen gemeinsam die Runde machten. Hatte doch Hoagland auch angeregt, die Phobos-Sonden zur Untersuchung dieses Mirakels einzusetzen.

Das einzig Interessante an dieser Meldung ist die medienpolitische Komponente: Im Sog großer Ereignisse, hier des Starts der sowjetischen Marssonden, lassen sich erfolgreich Nachrichten plazieren und zu Weltgeltung bringen, die sonst in der Papierflut der Nachrichtenagenturen untergehen würden. Für den Sensationsschriftsteller Richard C. Hoagland bedeutete sie außerdem eine wohlfeile Werbung für sein Buch *The Monuments of Mars*, in dem er all die Artefakte der Marszivilisation vorstellt, die seine Fantasie ihm finden ließ. Dabei ist das Marsgesicht sein Paradestück.

Nun kann sich Hoagland weder die Entdeckung des Marsgesichtes zuschreiben noch kann behauptet werden, dies sei erst kürzlich nach sorgfältigen Prüfungen der Viking-Mirakel gelungen. Conway W. Snyder, bei 1984 Projekt-Wissenschaftler des Viking-Unternehmens erinnert sich: Im Jahre 1977 sahen zwei Mitarbeiter des Goddard Space Flight Center, die nichts mit Fotointerpretation zu tun hatten und auch keine Spezialisten der Marsologie waren, das besagte Bild. Sie wandten sich damals an Snyder, um seine Meinung über das Gesicht zu erfahren und erhielten den freundlichen Rat, an diese Sache keine Zeit zu verschwenden. Ihr Drang nach Publizität war aber stärker, und so fand das Marsgesicht erstmals Eingang in die Zeilen des Millionenblattes *National Enquirer*, dessen Spezialität die Wiedergabe sensationeller Stories aus den „Grenzgebieten“ der Wissenschaft ist. Von Zeit zu Zeit tauchte es dann verschiedentlich wieder auf und erreichte im Winter 1987/88 einen weiteren Höhepunkt der Popularität:

Die Leser des Quartalberichtes der Investment-Firma Alan Shaw Feinstein Associates (Cranston, Rhode Island) wurden mit einer „Wichtigen Mitteilung“ konfrontiert, deren Wert Feinstein um einiges höher ansetzte, als seine früheren Tips etwa zur nuklearen Abrüstung oder zur Börsenentwicklung. Man hatte den Geschäftsmann Feinstein „unglaublich beeindruckt“ können mit diesem „Monument eines menschlichen Antlitzes“ und den „exakt 6 Meilen entfernten fünfseitigen, präzise ausgerichteten Gebäuden, die eine Million Menschen beherbergen könnten“, so daß er seinen Lesern und Kunden nun zurief: „Dies könnte die größte Entdeckung dieses Jahrhunderts sein... Dies kann Ihre Zukunft mehr beeinflussen, als alles je zuvor.“

Ein besonders delikates Pech für Feinstein war, daß ausgerechnet jener führende Marswissenschaftler Snyder zu seinen bisher zufriedenen Kunden gehört hatte und sich nun nicht nur intellektuell angegriffen, sondern offenbar auch konkret wirtschaftlich bedroht fühlte. Sein offener Brief an Feinstein ist eine Mischung aus Wut und Spott:

„Sie sollten sich schämen, sich mit so einem Verein (dem *National Enquirer* – Red.) zusammenzutun ... Millionen Menschen sehen jeden Tag die Formen großer Tiere in den Wolken, ohne zu erwarten, solche Tiere anzutreffen ... (das Marsgesicht) sieht einem Gesicht kaum ähnlich, aber die synthetisierenden Fähigkeiten des menschlichen Gehirns füllen die fehlenden Details aus ... (die fünfseitigen Gebäude) sind natürliche windgeformte Strukturen eines Typs, den Spezialisten für Wüstengeologie gut kennen ... Sie schulden Ihren Lesern eine Richtigstellung und Entschuldigung, wenn Sie nicht einen ernststen Verlust an Vertrauenswürdigkeit riskieren wollen.“ Die Antwort Feinsteins ließ alle wichtigen Argumente Synders außer acht, und kurze Zeit später publizierte Feinsten ein weiteres Bulletin zum Marsgesicht. Ob außer Snyder hier jemand Konsequenzen zieht? ... (Die Red.)

Lit.: The Skeptical Inquirer Vol. XII, No. 4, S. 340–343

Der militärische Charakter des Navigationssystems NAVSTAR-GPS

Anfang der 90er Jahre soll das aus 18 aktiven und 3 Reservesatelliten bestehende NAVSTAR-GPS (Navigation Satellite using Timing and Ranging/Global Positioning System) einsatzbereit sein.

Die Satelliten werden in 20178 km Höhe mit einer Umlaufzeit von 11h57min positioniert. Sie senden zwei Signalgruppen auf 1227 und 1575 MHz im L-Band aus, die nach dem öffentlich zugänglichen C/A-Code (Clear oder Coars Acquisition) und nach dem militärischen P-Code (Precision oder Pseudorandom) verschlüsselt sind. Der P-Code wird von den amerikanischen Streitkräften genutzt und ist nur mit Hilfe eines streng geheimen Kennwortes verfügbar.

Die Empfänger sind in Tornistergröße gehalten und können somit ohne Probleme von einzelnen Soldaten (manpack-Ausrüstung) transportiert werden. Die GPS-Empfänger arbeiten passiv. Sie ermitteln den eigenen Standort aus der Messung der Signallaufzeiten und damit der Distanz zu jeweils vier bekannten operativen Satellitenpositionen. Durch Auswertung des Dopplereffektes läßt sich auch die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges ermitteln. Angestrebt wird eine Genauigkeit von 16 m bei der zweidimensionalen und 33 m bei der dreidimensionalen Standortbestimmung. Die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges soll sich auf 10 cm/s genau bestimmen lassen. Die außerordentlichen Möglichkeiten von NAVSTAR hat die US-Armee schon 1980 mit ersten Prototypen dieser Satelliten nachgewiesen, indem sie die Blindleistung eines Hubschraubers vorführte, bei der der Pilot den Hubschrauber genau neben die Zielmarkierung setzte; sein einziges Hilfsmittel war eine Anzeigenelektrode, die ihm zeigte, ob er sich nach rechts, links, nach oben oder unten bewegen mußte. Die hohe Präzision der Orts- und Geschwindigkeitsbestimmung ist für zivile Zwecke nicht notwendig. Darum soll die Unsicherheit des C/A-Codes absichtlich auf 200 m gesteigert werden. (1) Da den Verbündeten der USA nur dieser Code zur Verfügung steht, zeigt sich hier ein ähnliches Dilemma für die Partnerländer wie beim SPACELAB-Programm.

Sicher ist, daß NAVSTAR die Schnelle Eingreiftruppe der USA von den Navigationsproblemen befreien wird, die noch 1980 zum Abbruch des militärischen Einsatzes zur Lösung des Geiseldramas im Iran führte.

Lit.: Interavia 12/86. – AIB 4/85.

(US)

Namen der Uranusmonde

Die IAU hat für die Uranusmonde, die 1986 durch Voyager 2 entdeckt worden waren, folgende definitive Bezeichnungen und Namen vergeben:

Name	alte Bezeichnung
Saturn	
XII Helene	1980 S 6, Dione B
Uranus	
VI Cordelia	1986 U 7
VII Ophelia	1986 U 8
VIII Bianca	1986 U 9
IX Cressida	1986 U 3
X Desdemona	1986 U 6
XI Juliet	1986 U 2
XII Portia	1986 U 1
XIII Rosalind	1986 U 4
XIV Belinda	1986 U 5
XV Puck	1985 U 1

Lit.: IAU-Circular 4609

(Ha.)

Kollisionen von Galaxien

Eines der faszinierenden Themen der gegenwärtigen theoretischen wie der beobachtenden Astronomie ist die Entstehung und Entwicklung der Galaxien. Sie werden nicht mehr als isolierte Weltinseln betrachtet, die unverändert nebeneinander bestehen. Sie wirken aufeinander ein, können Satelliten haben, sind in einem Halo dunkler Materie stabilisierend eingebettet, meist Teil von Clustern und Superclustern, können aktive Kerne haben.

Welche bedeutsame Rolle im Entwicklungsprozeß der Galaxien Kollisionen spielen, ist erst in jüngster Zeit erkannt worden, obwohl der schwedische Astronom Erik Holmberg dieses Phänomen schon 1940 diskutiert hatte. Auch Fritz Zwicky's umfangreiches Beobachtungsmaterial der 50er Jahre zur Wechselwirkung von Galaxien blieb ohne theoretischen Widerhall. Nach der 1963 erfolgten Entdeckung der Quasare wurde die Hypothese bevorzugt, daß gigantische Explosionen die chaotischen Strukturen mancher Galaxien verursacht hätten. Erst vor einem Jahrzehnt kam der Durchbruch, mit einer Arbeit von Alar und Juri Toomre, die überzeugend nachwies, daß einfache gravitative Modelle wechselwirkender Galaxien die seltensamen, zerrissenen Strukturen mancher Galaxien gut erklären können. Die großen Fortschritte der Computertechnik lassen es zu, solche kosmischen Ereignisse in vereinfachter Form und quasi im Zeitraffer tempo nachzuvollziehen. Zudem hat sich im letzten Jahrzehnt ein umfangreiches Beobachtungsmaterial zur Kollision und Verschmelzung von Galaxien angesammelt. Typische Beispiele sind NGC 1316, 5128 und 7252. Spektroskopische Messungen zeigen, daß sie aus zwei Komponenten bestehen, die sich in der Rotationsgeschwindigkeit und Lage der Bahnebene deutlich unterscheiden, mitunter stehen diese senkrecht aufeinander. Auch für den Einfall einer Spiral- durch eine elliptische Galaxie gibt es zahlreiche Beispiele. Diese Verschmelzung führt über charakteristische Zwischenstufen zu sehr kompakten, fast kugelförmigen Gebilden mit einem Halo spiralförmiger, dünner Ringe. Eine weitere Kategorie mit sehr sonderbaren Strukturen umfaßt spindelförmige, saturnähnliche, „Zigarette- mit-Rauchring“-förmige Gebilde, die durch das

Verschmelzen einer SO- mit einer Spiralgalaxie senkrecht zueinander entstanden sind.

Cluster von Galaxien enthalten Dutzende bis Tausende Mitglieder, und ihr Zentrum wird häufig von ungewöhnlich großen und hellen Galaxien gebildet, supergalaktische oder cD-Galaxien genannt. Die Vermutung, sie seien besonders gefräßige „Kannibalen“, wird durch neueste, sehr sorgfältige Messungen nicht bekräftigt.

Richtete sich das Augenmerk zunächst auf die Sterne der wechselwirkenden Galaxien, so hat sich inzwischen herausgestellt, daß noch dramatischere Prozesse das galaktische Gas betreffen. Manchen Galaxien wird es bei Kollisionen völlig entzogen, andere sammeln es an, es wird umgeschichtet, verdichtet, Stoßwellen und Strahlung ausgesetzt, gravitativ instabil, fraktioniert, und all dies führt zu einem wahren Sternburst, Millionen neuer Sterne entstehen fast gleichzeitig in zuvor ruhigen Galaxien.

Wahrscheinlich besteht zwischen galaktischen Kollisionen und Verschmelzungen einerseits und der Bildung elliptischer Galaxien andererseits ein enger Zusammenhang.

L. TILL

Lit.: F. Schweizer, Science 231, 227—234 (1986)

REZENSIONEN



Raumfahrer von A bis Z

Wer sich schon länger mit Raketen- und Raumfahrt-technik befaßt, dem ist der Name Staches nicht unbekannt. Er ist beinahe schon ein Synonym für Typenbücher der Raumfahrt geworden. Nun gesellt sich zu den Raketenbänden vergangener Jahre eine Art Wissensspeicher über Kosmonauten und Astronauten. Im Militärverlag der DDR erschien die 1. Auflage eines 256 Seiten umfassenden Lexikons „Raumfahrer von A bis Z“, Redaktionsschluß Dezember 1987. Mit anderen Worten: 202 Raumfahrer aus 19 Ländern konnten bedacht werden, wobei jedem Raumfahrer durchschnittlich eine halbe Seite Text (Geburtsdatum, Auswahl, Einsatz, Anzahl der Flüge, Flugzeit, Anzahl der Erd- bzw. Mondumkreisungen, Gesamtflugstrecke usw.) und zusätzlich ein Porträt zugemessen wurde.

Im Anhang des alphabetisch aufgebauten Raumfahrerlexikons finden wir eine Reihe von Tabellen, die gewisse Aktivitäten im Weltraum aus neuer Sicht erfassen und den Rezensenten schließlich doch veranlaßt haben, das Buch trotz seiner schlechten Druckqualität zu kaufen. Typenbeschreibungen von Raumfahrzeugen, Raumstationen und Träger Raketen runden den zweiten Teil des Buches ab.

Für den hier vorgelegten Band, der von vielen raumfahrt-interessierten Lesern lange erwartet wurde, hätte man sich gewünscht, daß die zeitliche Zäsur auf das Ende des Kalenderjahres 1987 gelegt worden wäre. Obwohl als Redaktionsschluß Dezember 1987 genannt wurde, fehlt der Start von Sojus TM 1 am 21. Dez. 1987 und demzufolge die Namen Mussa Manarow und Anatoli Letschenko (beide UdSSR). Auch die Energija, das Lastpferd unter den Trägersystemen, ist bei den Raketen nicht vertreten (Start: 15. 5. 1987).

Alles in allem verfügen wir nun mit Staches „Raumfahrerlexikon“ endlich über ein Nachschlagewerk, welches den neuesten Stand der bemannten Raumfahrt nahezu komplett wiedergibt.

Schade, daß Papier- und Bildqualität den Wünschen der Leser in keiner Weise gerecht werden, schon gar nicht entspricht diese Ausgabe bezugsfähig internationalen Anforderungen.

WOLFGANG KÖNIG

Stache, Peter; Raumfahrer von A bis Z. Militärverlag der DDR, Berlin 1988, 1. Auflage, 256 S., 251 Abb., Preis: 12,80 M, Best.-Nr.: 747 0333, ISBN 3-327-00527-3.

Vom Wetterglauben zur Wetterforschung

Das Buch schildert den jahrtausende langen Weg der Meteorologie vom Aberglauben zur Wissenschaft. Der Autor berichtet über Wettergötter und Wetterprophetie früher Kulturen in Mesopotamien, Ägypten, Palästina, Indien, China, Japan, Amerika und Afrika. Ferner wird der Leser mit den Vorstellungen vom Wetter in der Antike bekannt gemacht, u.a. mit der Meteorologie des Aristoteles und den meteorologischen Ansichten der Römer, Germanen und Kelten. Der Leser erfährt, was es mit den Bauernregeln, Wetterregeln und dem 100jährigen Kalender auf sich hat.

Nach einer Vorstellung der ersten meteorologischen Meßinstrumente wird ein Einblick in die Anfänge der Erforschung der freien Atmosphäre und in die Anfänge der Wetter- und Klimaforschung gegeben. Ein kurzer Einblick in die heutige Meteorologie rundet den reichlich bebilderten Band zur Geschichte und Kulturgeschichte der Meteorologie ab.

MANFRED WOCHE

Körber, Hans-Günther: Vom Wetterglauben zur Wetterforschung. Verlag Edition Leipzig, 1987, 24,5 x 28 cm, 121 S., 125 z. T. ganzs. Abb., davon 59 farbig, zahlreiche Zeichnungen. Preis: 89,— M, Bestell.-Nr. 593 1028, ISBN: 3-361-00040-8

Catalogue of the 72 Very Large Astronomical Telescopes

Seit der Erfindung des Fernrohrs und seiner Nutzung für die Astronomie haben sich die astronomische Beobachtungstechnik und -methodik immer stärker spezialisiert. Dies kommt in dem Katalog von Classen sehr gut zum Ausdruck, denn wenn man die 72 größten astronomischen Teleskope zusammenstellen will, kann man das nach ganz unterschiedlichen Kriterien machen. Man könnte im einfachsten Fall den Durchmesser der Teleskopöffnung als einziges Kriterium wählen ohne auf die Nutzungsmöglichkeiten der Instrumente Rücksicht zu nehmen. Diesen Weg ist Classen nicht gegangen. Er hat den Durchmesser der freien Öffnung an die zweite Stelle gesetzt und primär nach dem grundsätzlichen optischen Aufbau und der Einsatzmöglichkeit katalogisiert.

So unterscheidet Classen klassische Reflektoren, Schmidt-Teleskope, Refraktoren, Astrographen, Sonnenteleskope, Raum- und Ballonteleskope und Teleskope mit altazimutaler Montierung. Er hat aber auch Radioteleskope aufgenommen.

Bei den optischen Teleskopen hat er dann streng nach der Öffnung katalogisiert und hier vernünftiger, aber natürlich subjektive untere Grenzen gewählt. So hat er bei den klassischen Reflektoren 3 m als unteren Öffnungsdurch-

messer genommen, wodurch 12 Teleskope in seinem Katalog berücksichtigt werden. Bei den Schmidt-Teleskopen hat er alle Instrumente mit Korrektionsplattendurchmesser ab 1 m aufgenommen, das bedeutet, daß über die 8 größten Schmidt-Teleskope informiert wird.

Um bei den Astrographen wenigstens 5 berücksichtigen zu können, mußte bis auf 50 cm Öffnung zurückgegangen werden.

Bei den Radioteleskopen ist das Kriterium Öffnung schon kompliziert, da es von der Beobachtungstechnik und -methode hier ganz unterschiedliche Instrumententypen gibt. Dabei denkt natürlich jeder an Array- und Interferometeranordnungen. Unverständlich ist deshalb z. B., daß das RATAN 600 mit einem Durchmesser von 7,4 m aufgenommen wurde. Das ist die Längsausdehnung einer Reflektionsplatte, von denen das Instrument aber 895 hat.

In jedem Fall erfüllt der Leser neben der Öffnung der Instrumente die Brennweite des Teleskops, Ort und Land, wo das Teleskop steht und den Namen des Observatoriums, die geografischen Koordinaten des Instituts und seine Höhe über dem Meeresspiegel. Auch Informationen über den Hersteller der Optik und die Montierung und seit wann das Teleskop arbeitet, sind im Katalog enthalten. Sehr wesentlich ist auch, daß in jedem Fall eine Literaturstelle angegeben wird, wo man sich ausführlich über das jeweilige Teleskop informieren kann. Wer sich für große Teleskope interessiert, wird sicher gerne zu dieser übersichtlichen Zusammenstellung greifen.

S. MARX

Classen, J.: Catalogue of the 72 Very Large Astronomical Telescopes. Veröffentlichung der Sternwarte Potsdam Nr. 22 (1987), 48 Seiten, 10 Abbildungen, 6 M.

Fundamental Astronomy

Um es gleich am Anfang zu sagen: Ein sehr gelungenes Buch über die Grundlagen der Astronomie, das von den Autoren und dem Springer-Verlag vorgelegt wird. In diesem Buch wird ein umfassender Überblick über die Astronomie unter Berücksichtigung aller modernen Erkenntnisse gegeben. Da es sich aber um „Grundlagen“ handelt, stehen die modernen und oft spektakulären Ergebnisse aber nicht im Vordergrund. Der Leser kann aus dem Buch das Wissen erwerben, das unbedingt notwendig ist, um moderne Resultate zu verstehen und in das Gesamtgebäude der Astronomie einzuordnen. Dazu gehören Beobachtungstechnik und -methoden, die ausführlich behandelt werden. So ist ein ganzes Kapitel den astronomischen Instrumenten gewidmet, natürlich unter Berücksichtigung der „Teleskope der Zukunft“. Da die Fotografie eine der wichtigsten Beobachtungsmöglichkeiten ist, wird sie ebenfalls in einem eigenständigen Kapitel ausführlich behandelt.

Die Astronomie hat als wichtigste Information die Strahlung der Himmelskörper. Aus diesem Grund werden die Mechanismen der „Strahlungsentstehung“ übersichtlich beschrieben.

Bevor die verschiedenen Himmelskörper behandelt werden, werden Probleme der Sphärischen Astronomie und der Himmelsmechanik dargestellt. Erst nach der Behandlung dieser allgemeinen Grundlagen wenden sich die Autoren den Himmelskörpern selbst zu. Sie beginnen mit dem Planetensystem, kommen dann zu den Sternen, ihrem inneren Aufbau und ihrer Entwicklung, wobei die Sonne gesondert betrachtet wird und veränderliche und kompakte Sterne ebenfalls als eigenständige Objekte vorgestellt werden. Weitere Kapitel sind den verschiedenen

Systemen von Sternen, Sternhaufen und Galaxien gewidmet. In einem speziellen Kapitel werden Probleme der interstellaren Materie sehr übersichtlich dargestellt. Das letzte Kapitel beschäftigt sich erwartungsgemäß mit der Kosmologie. Schon an diesem kurzen Inhaltsüberblick ist zu erkennen, wie die wesentlichen Gebiete der Astronomie in dem Buch berücksichtigt sind.

In einem Anhang kann nach über einige Probleme der Mathematik, Quantenmechanik und Relativitätstheorie, die für die Astronomie von Bedeutung sind, kurz informiert werden.

Das Lesen des Buches stellt an den Leser aber einige Anforderungen und setzt sowohl mathematische und physikalische Grundkenntnisse voraus, so z. B. den Umgang mit mathematischen und physikalischen Formeln, die umfangreich verwendet werden. Das gilt für alle Kapitel. Es sollen hier nur zwei Beispiele genannt werden: Zum Verständnis des Kapitels „Sphärische Astronomie“ muß mit dem Formalismus der Trigonometrie umgegangen werden können. Die Struktur der Sterne wird auf der Basis der physikalischen Grundgleichungen des inneren Aufbaus, d. h. einem Differentialgleichungssystem behandelt. Es könnten zahlreiche weitere Beispiele, eigentlich aus jedem Kapitel, angeführt werden.

Sehr förderlich zum Verständnis sind die zahlreichen, meist sehr gut durchdachten Abbildungen und graphischen Darstellungen.

Das Buch wird vor allem den Studenten der Astronomie sowie allen, die Astronomie lehren, eine sehr wertvolle Hilfe sein. Dazu tragen auch die Aufgaben bei, die am Ende vieler Kapitel zu finden sind und sowohl dem Ausbilder als auch dem Studenten viele Anregungen geben. Das Buch kann allen Interessenten uneingeschränkt empfohlen werden und ich bin sicher, daß keiner, der das Buch kauft, diesen Kauf jemals bereuen wird.

Zur Zeit liegt das ausgezeichnete Buch in englischer Sprache vor. Es ist aber sicher zu erwarten, daß es bald in deutscher Übersetzung auch auf dem Büchermarkt der DDR zu finden sein wird.

SIEGFRIED MARX

Kartunen, Kröger, Oja, Poutanen, Donner: Fundamental Astronomy. Springer-Verlag (Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo), 478 Seiten, 399 Abbildungen, 36 Farbtafeln.

Der gebrochene Lichtstrahl

Band 63 der Reihe „Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek“ liegt jetzt in erster Auflage als Übersetzung aus dem Russischen vor. Das Büchlein führt den Leser in 10 Kapiteln durch die Welt der sich brechenden Lichtstrahlen. Im ersten Kapitel wird die lange historische Entwicklung der physikalischen Vorstellungen über die Brechung des Lichtes dargestellt. Über die Vorstellungen von Euklid, Kleomedes, Ptolemäus, Snellius, Descartes, Fermat und Huygens wird der Weg zur Erkenntnis des heute trivial erscheinenden Brechungsgesetzes aufgezeigt. Alle folgenden Kapitel befassen sich mit speziellen Erscheinungen, Phänomenen und Anwendungen der Lichtbrechung, wobei mehr als die Hälfte der aufgeführten Beispiele für den Amateurastronomen von Interesse sein sollten. Dies betrifft die Kapitel über die Lichtbrechung in der Erdatmosphäre (und damit verbundene Erscheinungen), die Brechung durch ein Prisma, die Dispersion des Lichtes, Regenbogen und Halos und die optische Abbildung durch Linsen.

Jedes Kapitel wird durch zahlreiche historische Exkurse aufgelockert, wodurch sich das Buch leicht liest. Die An-

schaulichkeit wird durch viele, leicht nachzuvollziehende Experimente erhöht. Kleingedruckte eingefügte Aufgaben können beim Lesen durchaus übersprungen werden. Sie dienen lediglich dem tieferen Verständnis einzelner Beispiele.

Leider ist das Buch nicht frei von Mängeln. Der Versuch der Autoren, in Abschnitt 2.7 das Flinnern der Sterne in nicht mehr als 10 Zeilen erklären zu wollen, ist daneben gegangen. So einfach kann man das komplizierte Problem der bei der Beobachtung von Sternen auftretenden Effekte, verursacht durch die Erdatmosphäre, nicht abtun. Darüber hinaus ist zur Erklärung dieser Erscheinungen die Strahlenoptik denkbar ungeeignet. Es wäre angebracht, zukünftig den Abschnitt in diesem Buch ganz zu streichen.

Auch das letzte Beispiel, die Gravitationslinse, ist hier fehl am Platz. Die Lichtablenkung durch eine Gravitationslinse beruht auf der Gravitationsanziehung massereicher kosmischer Objekte und hat nichts mit der Lichtbrechung zu tun.

Angesichts der behandelten Thematik ist verständlich, daß sich die Autoren nahezu durchweg an das Konzept der geometrischen Optik halten. Dem Leser sollte jedoch schon in einer Einleitung, und nicht erst auf der letzten Seite klargemacht werden, daß die geometrische Optik ein Grenzfall in der Betrachtung des Lichtes ist, und das Licht allgemeiner nur als Dualismus von Welle und Teilchen zu verstehen ist.

MANFRED WOCHE

Tarassow, Lew Wassiljewitsch; Tarassowa, Albina Nikolajewna: *Der gebrochene Lichtstrahl*. Übersetzung aus dem Russischen. Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 63. Leipzig 1988, 168 S., 120 Abb., 12,5 x 20 cm, Best.-Nr.: 6663811. Preis: 9,10 M. ISBN 3-322-00391-4

Sowjetische Raketen

In der DDR erscheint durchschnittlich pro Jahr ein größerer Titel zur Raumfahrt. Man könnte vermuten, daß die mangelnde Quantität durch eine höhere Qualität aufgewogen wird. Weit gefehlt! Nach Sigmund Jähns Best-seller „Erlebnis Weltraum“ konnten Verlage und Autoren den Wünschen der Raumfahrtinteressenten unseres Landes nach anspruchsvoller Literatur nicht mehr gerecht werden. Außer manierten Wortkonglomeraten, wie „... erste deutsche marxistische Raumfahrtgeschichte“, mit denen falsche Ansprüche geweckt wurden oder sogar vorgetäuscht werden sollten, war auf dem Büchermarkt der Raumfahrtbranche nichts Auffälliges zu bemerken.

Nach dieser langen Durststrecke kam das Erscheinen von Peter Staches neuem „Raketenbuch“ dem Aufbruch einer Nova gleich. Was hier auf 286 Seiten in Wort und Bild wiedergegeben wird, ist eine Fundgrube an Informationen. Selbst für den Raumfahrt-Fan fast alles neu! Die Fülle der Einzelheiten über Ziolkowskis Raketenprojekte, den Konstruktionsweg der GIRD-09, den zahlreichen sowjetischen Höhenraketen bis hin zu den Vorbereitungen für den Start von Sputnik 1 nehmen mehr als die Hälfte des Buches in Anspruch.

Besonders beeindruckend ist die spannende Schilderung der unsäglichen Mühen der Väter des Sputniks, die junge Sowjetmacht mit allen Mitteln vor ausländischen Aggressionen zu schützen. Darum ist es auch kein Geheimnis, daß im Prinzip bis heute die Sowjetunion immer wieder genötigt wurde, Raketen in erster Linie für ihre Verteidigung zu entwickeln. Der Imperialismus diktierte die Prioritäten. Beispielsweise kommt der Autor zu dem Schluß, daß die legendären „Katuschas“ einen großen

Anteil am Sieg der Roten Armee über das faschistische Deutschland hatten.

Historische Bedeutung hat die Entwicklung der sowjetischen Interkontinentalraketen. Mit der R-7 erteilte die UdSSR am 21. August 1957 der imperialistischen Großmacht USA eine asymmetrische Antwort auf die fünffache Bedrohung.

Der Untertitel des Buches „Im Dienst von Wissenschaft und Verteidigung“ hätte eigentlich umgekehrt stehen müssen, so wie es auch Koroljows Maxime war und der Autor im 11. Kapitel richtig bemerkt. Nur ein Pazifist oder Ignorant hätte daraus Autor und Verlag inoffiziell vorwerfen können.

Stache versteht es beispielhaft, die Arbeiten Sergej Koroljows darzulegen. Besonders bemerkenswert ist, wie er das Genie zur bedeutendsten Figur seines Buches macht. Man spürt immer wieder die Sympathie und die menschliche Wärme Koroljows (Briefe an seine Frau) sowie den Kampf um seine Ideen, Raketen für die Raumfahrt, zum Wohle des Menschen für Wissenschaft und Frieden einzusetzen (Briefe an das Zentralkomitee).

Bis heute kennen viele im Westen nur Hermann Oberth und Werner v. Braun. Nicht wenige zählen sie als die eigentlichen Väter des Sputniks, denn es gilt als weit verbreitete Ansicht, daß die sowohl von den USA als auch von der UdSSR nach Ende des 2. Weltkrieges erbeuteten Teile und Konstruktionsunterlagen des Aggregat 4 (V-2) den Beginn der Raumfahrtära wesentlich beschleunigt haben. Stache zeigt in seinem Kapitel „Die ersten Fernraketen“, daß die USA aus der zerstörten unterirdischen Montagefabrik bei Nordhausen sämtliche Produktions- und Fertigungsunterlagen sowie hunderte fertige und halbfertige A-4 Raketen auf den Kontinent überführten. Sowjetische Spezialisten, darunter Koroljow, fanden in dem zerstörten Peenemünde nur Wrackteile vor.

Stache weist weiter nach, daß das Konstruktionsprinzip der A-4 für die sowjetischen Experten keine Bedeutung für die Zukunft hatte. Bemerkenswert ist die Lebendigkeit, mit der die Kapitel über die entbehrungsreiche Zeit der Raketenpioniere geschrieben sind. In vielen Abschnitten läßt der Autor Zeitzeugen sprechen und vermittelt somit dem Leser einen hautnahen Eindruck. Mit dem Kapitel „Die Maschine des Jahrhunderts“ – treffend kann die gewaltige Leistung der sowjetischen Raketenkonstrukturen nicht ausgedrückt werden – beginnt Stache die Beschreibung der aktiven Raumfahrt.

In weiteren drei Kapiteln werden die einmaligen und gegenwärtigen Träger Raketen vorgestellt. Interessant ist, daß selbst die Großrakete Energija noch Erwähnung findet, obwohl ihr Start kurz vor Redaktionsschluß des Buches erfolgte.

Ausführlich geht der Autor auch auf Entwürfe für einen Raumgleiter ein. Projekte über das Raketenflugzeug reichen bis in die 60er Jahre zurück. Ein umfangreicher Tabellenanteil mit einer historischen Chronologie und technischen sowie logistischen Daten über alle Rakentypen befindet sich am Ende des Buches.

Man könnte meinen, daß die Nach-Sputnik-Ära gegenüber zehn Kapiteln zur Geschichte etwas kurz abgehandelt wurde. Der Rezensent ist jedoch der Auffassung, daß Stache nur seiner Prämissen treu geblieben ist, möglichst viel Neues und bisher Unbekanntes zu berichten. Über die Ereignisse nach 1957 sind bereits viele Fakten und Zahlen bekannt, so daß es bei ausführlicheren Eingehen zu Wiederholungen gekommen wäre. Vielleicht war der Autor selbst überrascht, daß die Materialsammlung, die von der Beschreibung der ersten russischen Pulverrakete bis hin zum Sputnik-Träger reicht, so umfangreich ausfiel. Darum ist es ein großes Verdienst, daß der Autor dies auch umfassend publizierte. In diesem Zusammenhang ist auch die bestehende Fotodokumentation hervorzuheben. Allein die zahlreichen Originalfotos, denen man ihr Alter teilweise ansieht, machen den Band zu einem wertvollen Geschichtsalbum. Die farbigen Schnittzeich-

nungen und Graphiken schaffen einen hervorragenden Kontrast zu den verständlicherweise fast nur Schwarz-Weiß-Bildern.

Im Text handelt der Verfasser nicht einfach einen Raketentyp nach dem anderen ab, sondern beherrscht die Balance zwischen Darstellung ihrer Anwendung und übermäßigem Verzetteln in den verschiedenen wissenschaftlichen Applikationen.

Abschließend noch eine Preisfrage: Was ist falsch? Ins Stammbuch der Erbsenzähler, die gern jede Zahl und jeden Fakt überprüfen, sei geschrieben:

1. Der Umfang und die Mannigfaltigkeit mit der dahinter verborgenen Arbeit ließen ein etwaiges Puzzle-Spiel zur Suche nach der berühmten Stecknadel im Heuhaufen in die eigene Disqualifikation enden.

2. Ja, es gibt einen Fehler, ganz am Ende des Buches und auch nicht unauffällig. Ob nun zu Lasten des Autors oder ob hier der Druckfehlerteufel seine Hände im Spiel hatte, der Rezensent sieht ihn als ein schiltzohriges Augen-zwinkern des „Raketenstache“: Geschafft!!

Man wünsche dem Buch nicht nur in der DDR und im kapitalistischen Ausland, sondern auch in der UdSSR(!) weite Verbreitung.

UWE SCHMALING

Stache, Peter: Sowjetische Raketen: Im Dienst von Wissenschaft und Verteidigung. Berlin 1987, 288 S., 245 Abb., Preis: 37,—M, Bestell-Nr.: 7468970

Verkaufe umfangreiche astronom. Bibliothek (antiquar. u. neuere Lit.); parallakt. Mont. Ia; Objektive; div. Teleskopbaugruppen u. Zusatzeinheiten. Gegen frankierten Umschlag Liste anfordern bei
Bernd Engel, Schwerborner Str. 5, Erfurt, 5073.

Verkaufe Rohmont. Meniscas 150/2250 m. Okularrevolver, neu, Werksgarantie, für 2800 M. — Dr. R. Polak, Bgm. — Jantzenstr. 8, Ludwigslust, 3800, Tel.: 3817/2805.

Suche AS- oder A-Objektiv m. 200 mm Ø oder größer. — Gerald Wagner, Str. d. Revolution 18, Halle, 4070.

Suche Katalog zum Atlas Coeli Skalnat Pleso 1950.0 von A. Bečvář. — K. Böhme, Fürstenwalder Damm 421, Berlin 1162.

Verkaufe Tekmator 63/840 (84fache Vergr.) mit Vierfachokularrev., Sucherfernrohr, Mondglas hell u. dunkel, Dreibeinestativ; alles in Bestzustand f. 2800 M. — O. Henning, Hauptstr. 29, Melborn, 5901.

Verkaufe 63/840 Refr. (Eigenbau) m. Telemontor-Okularauszug u. Protuberanzensatz (Eigenbau) f. 450 M. — **Suche** Objektiv 80/840 mm. — Thomas Borowski, Lange Str. 24, Boizenburg/Elbe, 2830.

Gilt immer! Suche Anschauungsmaterial und Bücher über Maya-Astronomie. — Jens Rohark, Griesbachstr. 7/1/5, Jena, 6900.

Ansprühen der Arbeitskreis-Leiter

Raumfahrt;

Hans-Dieter Naumann
Straße der Thälmannpioniere, Radeberg, 8142

Geschichte der Astronomie;

Dr. Jürgen Hamel
Alt-Treptow 1, Berlin, 1193

Gnomonik;

Arnold Zenkert
Seestr. 17, Potsdam, 1560

Sonne;

Heinz Albert
PSF 61, Crimmitschau, 9630

Planeten;

Dieter Richter
Bergfelder Weg 1, Dresden, 8036

Sternbedeckungen;

Edgar Otto
Friedrichshöhe 11, Eilenburg, 7280

Veränderliche;

Helmut Busch
Sternwarte, Gallberg, Hartha, 7302

Meteore;

Jürgen Rendtel
Gontardstr. 11, Potsdam, 1570

Kometen;

Karsten Kirsch
Otto-Schwarz-Str. 27, Jena, 6908

Asteroiden;

Michael Großmann
Ringstr. 99, Falkensee, 1542

Numerische Astronomie;

Lothar Ehrenberg
Karl-Marx-Str. 47, Böhlitz-Ehrenberg, 7152

Das Jahresinhaltsverzeichnis der Jahrgänge 25 und 26 (1987/88) erscheint im Heft 2/89.

Vorschau auf Heft 1/1989

Neptun und sein gestörtes Satellitensystem • 100 Jahre photographisch bestimmte Radialgeschwindigkeiten • Wandlungen im Kometenbild • Montierungen des Amateurs • Die japanische ISAS • Kratergenaue Berechnung von Mondfinsternissen

Unsere Autoren

Doz. Dr. M. Reichstein, Händelstr. 35, Halle, 4020
Olaf Göring, C.-v.-Ossietzky-Str. 25, Potsdam, 1570
Wolfgang Roloff, Dorfplatz 9, Birkholz, 3511
R. Piechulek, M.-Kalinin-Str. 39, Rostock, 2540
Jean Mees, Heuvestraat 31, B-3071 Erps-Kwerps, Belg.
Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
Karl-Heinz Bücke, F.-Geyer-Str. 40/004, Dresden, 8019
Karsten Kirsch, O.-Schwarz-Str. 27, Jena, 6908
STR Rolf Henkel, Grüner Weg 3, PF 113/01, Suhl, 6000
Dipl.-Phys. J. Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570
Uwe Schwarzkopf, H.-Steyer-Ring 48, Dessau, 4500
Ing. Dietmar Böhme, PF 93, Nessel, 4851
Norbert Reddemann, Puschkinstr. 54A, Prenzlau 2130
Michael Sternberg, Auerbacher Str. 5, Bärenwalde, 9504
(Weitere Adressen durch die Redaktion.)

Die eigene Sternwarte im Garten

oben: Helmut Weiß neben seiner selbst errichteten Sternwarte in Suhl-Neundorf.

unten: Die in der Sternwarte von H. Weiß befindlichen Beobachtungsinstrumente: ein 200/3000 mm-Cassegrain-Spiegelteleskop, ein Refraktor 80/1200 mm und ein Kometensucher 80/500 mm auf einer gemeinsamen Montierung.

(Fotos: R. Henkel)

Lesen Sie dazu unseren Bericht auf Seite 182:

