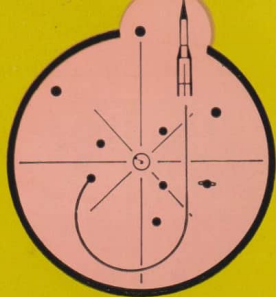


Astronomie UND Raumfahrt



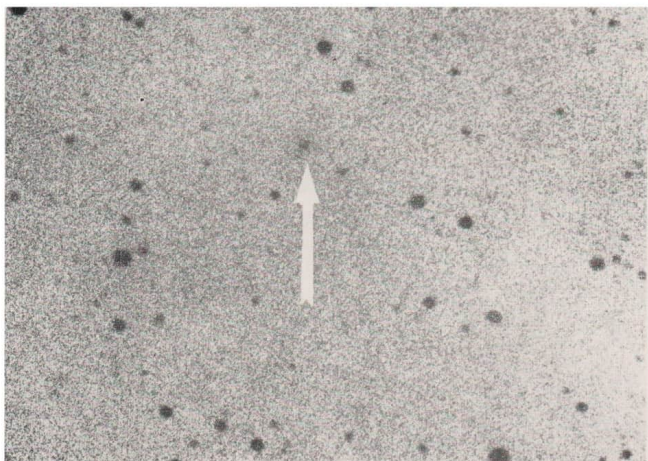
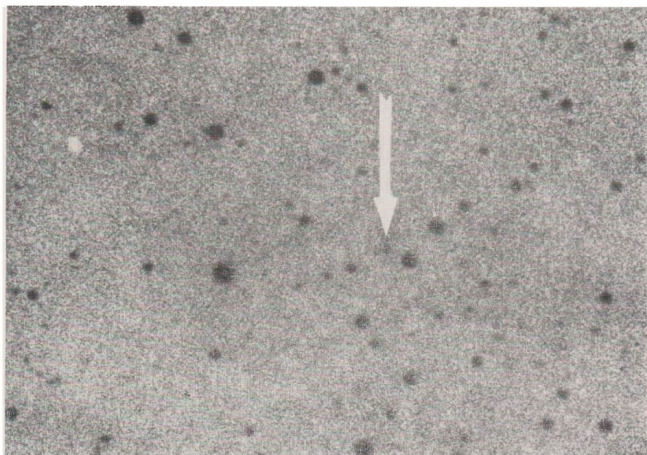
ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1986 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. 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, B. Zill; – *Aus der Lit.:*

J. Gasiecki; – *Rezensionen:* Dipl.

Phys. M. Woche; *Red.-Skr.:*

Ing. W. Pohl

Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsstz:

9630 Crimmitschau, Pionier-
und Jugendsternwarte „Johan-
nes Kepler“, Straße der Jugend 8
Fernsprecher 3730.

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1986 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 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 Faehbuchdruck Nbg.

INHALT

24. Jahrgang (1986) Heft 1

Sigmund Jähn: Ein Vierteljahrhundert nach Juri Gagarins Weltraumflug	2
Diedrich Möhlmann: Das Phobos-Projekt	5
P. M. Millman: Landschaftsbezeichnungen auf Planeten und Monden	7
H. Meusinger: Materie – Bewegung – kosmische Entwick- lung	8
Uwe Schmaling: Raumfahrt-Atlas (2), Volksrepublik China .	13
Dieter Arndt: Komet Halley 1910 – ein Zeitungsbericht . .	18
Wolfram Fischer: Die kleine Schmidt-Kamera-Station der Sternwarte Sohland	20
A. Koeckelenbergh: Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen September/Oktober 1985	22

Beobachtungshinweise

Arnold Zenkert: Die Besonnungsdauer einer Wand	22
Ulrich Witt: Beschreibung eines Vergleichssternphoto- meters	24

Kurzberichte

Mitteilung der ZKAR • Das Kepler-Brahe-Denkmal in Prag • Internationales Treffen von Weltraumfliegern . . .	27
Internationale Konferenz für Kleinplanetarien	28
Astronomie auf dem Zeltplatz • Raumfahrt Ausstellung in Suhl • „Es war eine phantastische Erscheinung“	29
Erste Aufnahmen des Kometen Halley in Zittau	30

Aus der Literatur	30
------------------------------------	----

Kurz informiert	31
----------------------------------	----

Rezensionen	31
------------------------------	----

Vorschau • Unsere Autoren	32
--	----

Redaktionssehluß: 12. November 1985

Anslieferung an den PZV: 27. Februar 1986

Bildseiten

Titelbild: Das Kepler-Brahe-Denkmal in Prag. Lesen Sie dazu
unseren Bericht S. 27.

2. Umschl.-S.: Komet Halley. oben: Aufn. von Matthias Scholz
und Dietmar Kitta, Zittau, mit N 400/2000 auf NP 27-Planfilm am
13. 9. 1985, 3.40–4.20 MESZ. unten: 19. 9. 1985, 3.45–4.35
MESZ, Foto von D. Kitta (zu unserem Beitrag S. 30).

4. Umschl.-S.: Der Orion-Nebel. Wiedergabe in „Unschärfe-
maskierungs“-Technik von David Malin (nach seiner Aufn. mit
dem 1,2 m UK Schmidt-Teleskop (Siding Spring, Austral.)).
Malin stellte von der Originalplatte eine etwas unscharfe Positiv-
Filmkopie gleichen Maßstabs her, brachte sie mit der Original-
platte zur Deckung und kopierte davon das gewünschte Positiv.
Der „Trick“ reduziert die relative Überbelichtung der zentrale
Nebelregion gegenüber den zarten Außengebieten. Auf den m
dieser Technik gewonnenen Positiven kommen dann die feinsten
Einzelheiten, die die Originalplatte enthält, infolge erreichte
Kontraststeuerung noch heraus und das Bild gewinnt an Tiefen-
wirkung. (Vgl. dazu auch unsere Bild-S. III!)

Ein Vierteljahrhundert nach Juri Gagarins Weltraumflug

SIGMUND JÄHN

Am 12. April 1986 jährt sich zum 25. Mal jenes denkwürdige Ereignis, daß ein Mensch die Fesseln der Erdschwerkraft überwand und ins Weltall flog. Vieles ist seitdem über die Pioniertat Juri Alexejewitsch Gagarins, des sowjetischen Fliegers und Kommunisten, geschrieben und gesprochen worden.

Einer, der wie nur wenige dazu berufen war, die Bedeutung des Fluges und die Leistung Gagarins zu würdigen, war Nikolai Kamanin, einer der ersten Helden der Sowjetunion, und an der legendären Rettungsaktion für die „Tscheljuskin“ beteiligter Polarflieger. Er war Leiter der 1960 gebildeten Gruppe sowjetischer Kosmonauten, der auch Juri Gagarin angehörte. Er schrieb in seinen Erinnerungen über den 12. April 1961: „Der Homo sapiens – der vernünftige Mensch – ist der Gipfel dessen, was die Natur hervorgebracht hat. Unablässig hat sie an dieser „ihrer Konstruktion“ gearbeitet – der Mensch hat sich im Ergebnis eines langwährenden Evolutionsprozesses an seine Umwelt angepaßt. Andererseits ist nur die gegebene irdische Umwelt am besten geeignet, das Leben zu ermöglichen.

Wenn man es recht bedenkt, sind wir doch nur fähig, in einem relativ engen Bereich von Temperaturen und Drücken, in einer streng ausgeprägten Atmosphäre aus verschiedenen chemischen Komponenten, unter den Bedingungen einer zuverlässigen „magnetischen Bindung“ an unseren Planeten, in den Grenzen bestimmter Beschleunigungen zu leben.

Der Raumflug, der Juri Gagarin an jenem Morgen des 12. April 1961 bevorstand, würde ihn über die meisten dieser seit jeher bestehenden Grenzen hinausragen.

Gewiß, es war alles unternommen worden, um den ersten Flug eines Menschen in den Weltraum so gut wie möglich vorzubereiten, waren in der Ausbildung Bedingungen geschaffen worden, die dem realen kosmischen Umfeld möglichst nahekommen sollten.

Doch um ehrlich zu sein, keinerlei noch so gründliche Berechnungen und Trainings konnten die völlige, hundertprozentige Sicherheit für den Erfolg garantieren: Wie würde der menschliche Organismus auf den radikalen Wechsel der Lebensbedingungen reagieren?

Dabei wiederum war wohl am meisten ungewiß: Wie würde sich das Wechselspiel zwischen Eindrücken und Gefühlen einerseits und dem nüchternen Verstand andererseits entwickeln?

Gagarin war sich nicht nur über diese Gefahr im klaren.

Als Flieger wußte er darüber hinaus: Dieser neue Flugapparat, dieses Raumschiff, an dessen Fuße stehend er sich nun von uns verabschiedete, war wenig mehr als er selbst erprobt für den Flug, der über die Grenzen der Atmosphäre hinausführen sollte. Es war eben ein Experimentalfallkörper ...

Erster Kosmonaut konnte nur ein Mensch sein, der in der Lage war, gleichzeitig zu denken und zu handeln. Gagarin war solch ein Mensch. Gerade diese außerordentlich seltene Charaktereigenschaft – vor der größten Gefahr auch nicht für den Bruchteil einer Sekunde zurückzuschrecken, sondern unverzüglich zu handeln – beeinflusste im positiven Sinne seine Entschlossenheit, die bevorstehende, noch nie dagewesene Aufgabe zu lösen. Es bestätigte sich, daß wir mit Juri die richtige Wahl getroffen hatten.“

Als Juri Gagarin nach seinem 108-Minuten-Flug an Bord von Wostok 1 am Ufer der Wolga seinen Fuß wieder auf die heimatische Erde setzte, war ein großer Sieg errungen worden.

Es war bewiesen, daß der Mensch, vorerst für einen begrenzten Zeitraum, die Faktoren des Kosmosfluges und der Rückkehr zur Erde ertragen und seine Arbeitsfähigkeit beibehalten kann. Der Beruf des Kosmonauten war geboren, von dem Juri Gagarin sagte, daß er eine Besonderheit habe. Nämlich die, daß jeder, der ins All startet, auf seine Weise „Erster“ ist, denn kein Flug ist die einfache Wiederholung des vorangegangenen.

Es verändern sich die Forschungsziele, es verändert sich die Technik. Der erste Kosmonaut hatte damit die Schlußfolgerung aus einer Gesetzmäßigkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis formuliert, daß ein gelöstes Problem stets mehrere neue, ungelöste aufwirft. So tauchte naturgemäß nach Juri Gagarins Erdumkreisung die Frage auf: Was ist, wenn ein Mensch mehrere Stunden, vielleicht einen ganzen Tag im Kosmos verbringt?

Am 6. August 1961 startete Wostok 2 mit dem Fliegerkosmonauten German Stepanowitsch Titow an Bord in eine erdnahe Umlaufbahn. Nach dem Flug, der 25 Stunden und 18 Minuten dauerte und über eine Flugstrecke von 700000 km führte, erhielten die Wissenschaftler wertvolle Aufschlüsse darüber, wie die Faktoren des Kosmosfluges während eines ganzen Tages auf den menschlichen Organismus wirken. Der Kosmonaut hatte gearbeitet, sich erholt, geschlafen, gegessen und somit nachgewiesen, daß der Mensch im Kosmos nach einem irdischen Rhythmus leben kann. German Titow hatte meteorologische und geophysikalische Beobachtungen durchge-

führt, er machte erste Aufnahmen aus dem Kosmos und steuerte das Raumschiff selbst.

Lassen wir die „kosmischen Ereignisse“ seit jenen historischen Tagen des Jahres 1961 vor unserem geistigen Auge vorüberziehen, wird ein Weg sichtbar, der – was die sowjetische Raumfahrt anbelangt – von Planmäßigkeit, Folgerichtigkeit und Systematik bei der Erschließung des irdischen Weltraums gekennzeichnet ist. Die Flüge des Wostok-Programms waren das Fundament für die weitere Entwicklung der bemannten Raumfahrt in der Sowjetunion. Erstmals hatte eine Frau – Valentina Tereschkova – an Bord eines Raumschiffs die Erde umkreist, und Waleri Bykowski verbrachte fast fünf Tage in der Schwerelosigkeit. Es waren prinzipielle Fragen der Konstruktion von Raumschiffen geklärt und der erste Gruppenflug erprobt worden.

Mit der Woschod-Serie begann die „Arbeitsteilung“ im Kosmos. Zum ersten Mal flogen ein Pilot, ein Wissenschaftler und ein Arzt gemeinsam. Mit dem Namen Woschod waren noch andere wesentliche Neuerungen verbunden, so die Erprobung der weichen Landung von Raumschiffen auf der Erdoberfläche und, nur vier Jahre nach Gagarins Flug, der erste Ausstieg eines Kosmonauten, Alexej Leonow, in den freien Raum. Während die Starts von Wostok- und Woschod-Raumschiffen noch in vollem Gange waren, liefen bereits die Entwicklungsarbeiten für die Sojus-Schiffe, eine völlig neue Klasse, die über breitere technische Möglichkeiten verfügte und bereits der erste Schritt auf dem Weg zur Schaffung größerer Komplexe im All war.

Denn mit dem Voranschreiten auf diesem neuen Gebiet menschlicher Tätigkeit war der unbestreitbare Fakt immer deutlicher geworden: Die grundlegende Erschließung des irdischen kosmischen Raumes durch den Menschen würde nur mit ständigen Basen – Langzeitorbitalstationen – möglich sein. Die konsequente Umsetzung dieser Erkenntnis bildet seitdem den Kern der diesbezüglichen langfristigen Strategie der Sowjetunion.

Deswegen wurde die Aufmerksamkeit auf die planmäßige Lösung aller Probleme gerichtet, die mit der Schaffung solcher Stationen verbunden sind. Das betrifft u. a. Manöver auf der Umlaufbahn, die Suche, Annäherung und Kopplung kosmischer Flugkörper, den Übergang der Kosmonauten von einem Raumschiff in ein anderes. Große Bedeutung erlangten Probleme der genauen Lageregelung und -stabilisierung der Flugkörper sowie der Lebensfähigkeit des Menschen bei Langzeitflügen. Man mußte sich davon überzeugen, daß der Mensch einen längeren Auf-

enthalt im Kosmos nicht nur erträgt, sondern daß er auch in hohem Maße arbeitsfähig bleibt. Es mußte auch die Effektivität der verschiedenen Methoden der Fernerkundung der Erde von einer Umlaufbahn aus ermittelt werden.

Diese vielschichtigen Aufgaben konnten nur mit einem bemannten Mehrzweck-Raumflugkörper gelöst werden. Die Schaffung der Sojus-Raumschiffe kennzeichnet eine neue Etappe auf dem Wege zum komplexen kosmischen System. Das Vorhandensein von zwei Wohnsektionen, von zuverlässigen Bordsystemen und Triebwerken verschiedener Zweckbestimmung sowie eines Kopplungsteils machte die Durchführung von Langzeitflügen mit dem Ziel der detaillierten Untersuchung der Einwirkung kosmischer Faktoren auf den menschlichen Organismus, das Manövrieren und die Kopplung mit anderen Raumschiffen sowie die Realisierung umfangreicher wissenschaftlicher Forschungsprogramme möglich.

Mit Sojus konnten nicht nur alle Probleme im Zusammenhang mit der Schaffung einer Orbitalstation gelöst werden, es hat sich seither – auch in der weiterentwickelten Variante Sojus-T – ebenfalls als Transportraumschiff bewährt. Später wurde auf der Grundlage des Sojus-Schiffes mit minimalem Aufwand an Zeit und Mitteln das automatische Transportraumschiff Progress geschaffen.

Die wissenschaftliche und technische Solidität des Programms hat die erwarteten Früchte getragen; jetzt verfügt die UdSSR über ein ausgefeiltes bemanntes Langzeit-Orbitalsystem, das aus der Orbitalstation Salut, den Transport- und Frachtraumschiffen besteht. Diese Konzeption hat sich bewährt und gleichermaßen als perspektivisch erwiesen. Sie gewährleistet wissenschaftliche Forschungen über große Zeiträume hinweg auf den verschiedensten Gebieten, sie ermöglicht einen regelmäßigen Pendelverkehr in den Kosmos, und sie verkörpert eine originelle Idee der Wiederverwendbarkeit der Raumfahrttechnik. Diese Idee besteht darin, daß das Hauptelement des Orbitalkomplexes, die Salut-Station, mit Hilfe der anliegenden Transport- und Frachtraumschiffe „wiederverwendbar“ gehalten wird. Die hervorsteckendste neue Qualität, auf Grund derer die Station jahrelang fliegen und eine große Anzahl Besatzungen aufnehmen kann, ist die Möglichkeit, die an Bord verbrauchten Materialien (Treibstoff, Verpflegung, wissenschaftliche Ausrüstungen u. a. m.) aufzufüllen.

In ganz besonderem Maße waren und sind die Orbitalstationen Salut 6 und Salut 7 Synonyme für die erfolgreiche Umsetzung dieser Idee. Salut 6 war die erste Orbitalstation mit zwei

Kopplungsaggregaten, und die dadurch mögliche Kopplung von drei Raumflugkörpern zu einem Komplex bildete gewissermaßen die erste Vorstufe künftiger Orbitalstationen in Modulbauweise. Mit Kosmos 1267, der 14 Meter lang war und eine Masse von etwa 20 Tonnen hatte, wurde der Prototyp eines Moduls für den Bau großer Raumbasen erprobt. Mit Erfolg wurde die Technologie der Instandhaltung der Station, der Reparatur und Auswechslung von Geräten, Ausrüstungen u. a. m. getestet. Als die Station Salut 6 am 29. 6. 1982 ihren Dienst beendete, hatte sie 1610 Tage im Kosmos verbracht, hatten 5 Stammbesatzungen und Interkosmos-Mannschaften aus 9 Ländern insgesamt 676 Tage an Bord geweiht und rund 1600 wissenschaftliche Experimente durchgeführt.

Seit dem 19. April 1982 umkreist die Nachfolge-Station Salut 7 die Erde. Sie ist eine Station der gleichen Klasse wie Salut 6, jedoch ist sie im Vergleich zu dieser mit qualitativ neuen Geräten und Apparaturen ausgerüstet, und viele Steuerungsprozesse wurden automatisiert. Es ist an dieser Stelle noch nicht möglich, ein Resümee ihres kosmischen Dienstes zu ziehen. Doch steht schon jetzt fest, daß die sowjetische bemannte Raumfahrt mit Salut 7 einen weiteren großen Schritt in Richtung auf ständige bemannte Raumstationen gegangen ist. In dieser Hinsicht sind meines Erachtens besonders bemerkenswert:

- der 237 Tage währende Flug der Kosmonauten Kisim, Solowjow, Atkow. Diese (erste, aus drei Mann bestehende) Langzeitbesatzung führte nicht weniger als 500 Experimente und Untersuchungen durch, und sie machte über 25000 Aufnahmen von der Erdoberfläche;
- die erstmalig außerhalb der Station durchgeführten Arbeiten mit einer Elektronenstrahlpistole, die auch als Werkzeug für Bau- Wartungs- und Reparaturarbeiten an größeren Orbitalkomplexen eingesetzt werden kann;
- die bewundernswerte Aktion, während der die Kosmonauten Dshanibekow und Sawinych innerhalb der Orbitalstation bisher einmalige Reparaturarbeiten durchführten. Sie ist ein glänzendes Beispiel dafür, daß die Reparatur, ja sogar die Rettung havariierter Raumflugkörper möglich ist;
- die Erprobung des Satelliten Kosmos 1443; er könnte künftig als spezialisierter Modul (beispielsweise als Observatoriumsmodul) für einen aus vielen Teilen zusammengesetzten Orbitalkomplex dienen, der ständig von einander ablösenden Mannschaften besetzt ist.

25 Jahre ist die bemannte Raumfahrt alt (oder jung), und die Erinnerung an den 12. April 1961

ist so frisch, als wäre Juri Gagarin erst gestern zu seinem epochemachenden Flug aufgebrochen. Vieles ist in diesem Vierteljahrhundert bei der Erschließung des Weltraums vollbracht worden; ich habe in meinen Betrachtungen nur einen Bruchteil des in der Sowjetunion Geleisteten erwähnt. Auch außerhalb der UdSSR ist die Entwicklung schnell vorangeschritten. Ich denke hierbei u. a. an das Apollo-Programm der USA, das hinsichtlich seiner wissenschaftlichen und technischen Bedeutung weit über das eigentliche Mondflugprojekt hinausreicht. Der menschliche Schöpfergeist hat zum gegenwärtigen Zeitpunkt zwei grundlegend verschiedene Konzeptionen hervorgebracht, mit bemannten Raumflugkörpern in den Kosmos vorzudringen. So haben die USA als erste die Idee des wiederverwendbaren Raumgleiters, des Space Shuttle, entwickelt, und zu Beginn der 90er Jahre soll eine ständige bemannte Weltraumstation im Orbit kreisen. Welcher Weg der Erschließung des Kosmos und der Rückkehr zur Erde auch gewählt wird, jeder hat seine Vor- und Nachteile, und jeder trägt auf seine Weise zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bei. Was den Shuttle anbetrifft, so ist die seiner Konstruktion zugrunde liegende Idee der Mehrfachverwendung trotz aller damit verbundenen technischen Probleme sicher perspektivreich. Jedoch zeigt sich in der Praxis immer deutlicher, daß der Transport eines Satelliten mit dem Space-Shuttle nicht kostengünstiger ist als der mit einer herkömmlichen Rakete. Es kommt einschränkend hinzu, daß mit der Raumfähre keine Langzeitflüge durchgeführt werden können. Offensichtlich waren aber für die Militärs der USA andere Überlegungen ausschlaggebend, als sie sich für den Space Shuttle in seiner derzeitigen Form entschieden.

Die immer offensichtlichere militärische Ausrichtung der Shuttle-Missionen weist auf ein besorgniserregendes Problem hin: Die Weltraumfahrt ist durch Verschulden des Imperialismus an einem Scheideweg angelangt, und es steht die Frage: Wird sich das Vermächtnis Juri Gagarins erfüllen und der Weltraum ein Feld friedlicher Forschungen bleiben, oder können die aggressivsten Kräfte der Ausbeutergesellschaft ihre verbrecherischen Pläne verwirklichen und den Kosmos in eine waffenstarrende Basis verwandeln, um den Sozialismus nunmehr aus kosmischen Höhen zu bedrohen?

Jeder vernünftig denkende Mensch, der sich um Gegenwart und Zukunft der Menschheit Sorgen macht, ist beunruhigt über die Visionen US-amerikanischer Weltherrschaftsstrategien, die um unsere Erde herum Laskampfstationen

errichten wollen, gleichsam augenblicklich bereit, das Leben auf unserem Planeten auszulöschen.

Doch beunruhigt zu sein allein genügt nicht. Es kommt darauf an, durch Wort und Tat mitzuhelfen, daß sich die Position der Sowjetunion durchsetzt, die auf die Verhinderung einer Militarisierung des Weltraums und auf die Bewahrung des Lebens auf unserer schönen Erde abzielt. So ehren wir am besten das Andenken Juri Gagarins, des Pioniers der bemannten Raumfahrt.

*

Das Phobos-Projekt

DIEDRICH MÖHLMANN

Einrichtungen und Wissenschaftler der DDR sind an dem internationalen Phobos-Projekt der UdSSR zur Erforschung des Mars und seiner Monde, der Sonne und des interplanetaren Plasmas beteiligt. AuR beginnt mit diesem Beitrag eine Reihe von Artikeln zum Phobos-Projekt und dessen wissenschaftlichen Aufgaben und Zielstellungen, die von am Projekt beteiligten Wissenschaftlern unseres Landes verfaßt werden. Im vorliegenden Beitrag wird auf die wesentlichsten wissenschaftlichen Zielstellungen des Phobos-Projektes und die vorgesehene Gerätebestückung übersichtsartig eingegangen. In den weiteren Beiträgen werden einzelne Experimentvorhaben detaillierter vorgestellt werden.

Die Redaktion

Im Sommer 1988 werden in der UdSSR zwei Sonden in Richtung Mars gestartet werden, deren wissenschaftliche Gerätebestückung in einer noch nie dagewesenen internationalen Kooperation von elf Partnern mit der UdSSR zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Kosmos geschaffen wird. Zu diesen Kooperationspartnern zählen neben den auch am VEGA-Projekt beteiligten sozialistischen Ländern UdSSR, VRB, ČSSR, DDR, VRP und UVR Einrichtungen kapitalistischer Länder wie Frankreich, BRD, Österreich, Schweden und Finnland sowie die westeuropäische Raumfahrtagentur (ESA). Das Phobos-Projekt ist als Fortführung der mit den VEGA-Sonden begonnenen erfolgreichen und international vorbildlichen Kooperation der UdSSR mit anderen interessierten Ländern bei der Kosmosforschung zu friedlichen Zwecken zu sehen. Unser Land beteiligt sich gegenwärtig mit drei eigenständigen gerätebaulichen Beiträgen für planetogonisch und plasmaphysikalisch relevante Experimente am Projekt.

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften der Marsmonde

	Masse (kg)	Halbachsen (km)	Dichte (g/cm ³)	Bahnradius (km)	Exzentrizität	Bahnneigung °
Phobos	$17,4 \cdot 10^{15}$	$13,5 \pm 1/10,7 \pm 1/0,6 \pm 1$	2,99	9378	0,015	1,02
Deimos	$3,1 \cdot 10^{15}$	$7,5(+3, -1)/6,0 \pm 1/5,5 \pm 1$	2,98	25459	0,00052	1,82

Wissenschaftliche Zielstellungen

Die beiden relativ kleinen Monde Phobos (Furcht) und Deimos (Schrecken) des Planeten Mars wurden im Jahre 1877 von dem amerikanischen Astronomen J. A. Hall an der Washingtoner Sternwarte entdeckt. Ihre wesentlichsten mechanischen Parameter sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Monde des Mars sind also in die Gruppe der Kleinkörper im Sonnensystem einzuordnen. Diese Gruppe ist einerseits noch relativ wenig verstanden, andererseits ist sie deshalb von besonderem Interesse, weil die Kleinkörper sich seit ihrer Entstehung nur relativ wenig verändert haben dürften, da sie kaum eine eigene differenzierende Entwicklung, wie z. B. die Erde, durchgemacht haben. Sie sind mithin für die Rekonstruktion der planetogonischen Prozesse von großem Interesse. Diese Kleinkörper sind vor allem im Asteroidengürtel – dort allerdings zumindest zum Teil als Trümmer bereits differenzierter größerer Körper – anzutreffen. Kosmische Experimente im Asteroidengürtel werden jedoch in den 90er Jahren durchgeführt werden. Die Erforschung der Marsmonde mit kosmischen Techniken ist also eine der letzten Premieren bei der Erforschung neuer Gruppen von Körpern des Planetensystems. Noch völlig ungeklärt ist bei den Marsmonden, ob sie als Monde im Marssystem entstanden, oder aber, ob sie, evtl. aus dem Asteroidengürtel kommend, vom Mars (über Gezeitenwirkungen) eingefangen wurden. Bemerkenswert ist auch, daß diese Monde eine relativ reguläre Form, ungefähr als Rotationsellipsoid, haben. Das deutet, daß sie eine hydrostatische Gleichgewichtsfigur, und keine bizarre, durch zufällige Zusammenstöße geprägte Figur haben. Waren also diese Kleinkörper bereits einmal in den Anfängen ihrer Entwicklung aufgeschmolzen? Wenn ja, so ist das eigentlich nur durch Wirkungen hochradioaktiver Elemente oder aber ein extrem schnelles Wachstum möglich. Die Elemente der Zerfallsketten radioaktiver Elemente müßten allerdings noch heute auf diesen Monden nachweisbar sein. Neben einer möglichst genauen bildmäßigen Erfassung der Oberfläche des Phobos mit Kameras sind somit auch chemisch-mineralogische Untersuchungen der Oberflächenmaterie von besonderer Bedeutung.

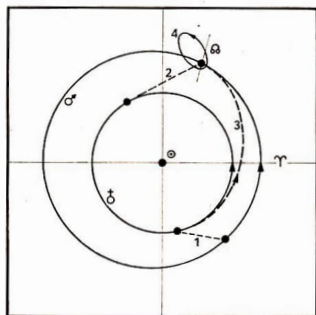


Abb. 1: Bahngeometrie von Transfer- und Parkbahn. 1 – Start, 2 – Ankunft, 3 – Transferbahn, 4 – Parkbahn.

Die DDR ist mit mehreren Akademiejnstituten und in Kooperation mit Kombinatn sowohl an der Bildgewinnungstechnik als auch an dem Lasereperiment zur Massenspektrometrie der Oberflächenmaterie beteiligt.

Ein weiteres interessantes Problem ist das des bisher noch nicht gemessenen Magnetfeldes unseres Nachbarplaneten. Experimentelle Nachweise fehlen bisher, da zum einen das – aus indirekten Schlüssen heraus vermutete – Marsmagnetfeld sehr klein ist (die Beträge an der Oberfläche sind ungefähr tausendmal kleiner als an der Erdoberfläche), und andererseits hatten die bisherigen Marslander keine Magnetometer an Bord. Die vorbeifliegenden Sonden oder die umlaufenden Satelliten hatten eine zu große Entfernung bzw. eine zu ungünstige Bahnlage, um das Marsmagnetfeld bzw. die Marsmagnetosphäre zu erfassen. Auf den Phobos-Sonden sind nun zwei Magnetometer vorgesehen, wovon eines in der DDR hergestellt wird.

Weitere Experimente des Phobos-Projektes gelten der Erforschung der Sonne und der Physik des interplanetaren Plasmas. Weiterhin sind Experimente zur Hochenergie-Astrophysik vorgesehen. Diese einzelnen Experiment-

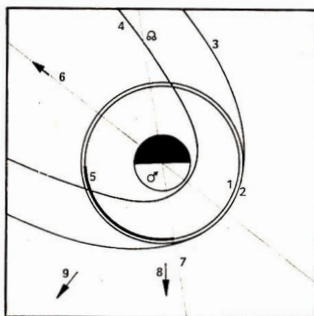


Abb. 2: Geometrie der Bahnen im Marssystem. 1 – Phobosbahn, 2 – Parallelbahn, 3 – Übergangsbahn, 4 – Parkbahn, 5 – Synchronbahn, 6 – Apsidenlinie, 7 – Knotenlinie, 8 – Richtung Sonne, 9 – Richtung Erde.

gruppen und ihre Aufgaben werden im folgenden dargestellt.

Bahnwahl der Phobos-Mission

Die im Sommer 1988 zu startenden Sonden werden den Mars nach einer Flugzeit von 200 Tagen auf der Transferbahn erreichen (s. Abb. 1). Der Winkel zwischen Erde-Mars-Sonne beträgt bei der Ankunft am Mars 40° , er wächst in den folgenden Monaten noch an. Das gewährleistet, daß von den Sonden am Mars Gebiete der Sonnenoberfläche beobachtet werden können, die erst einige Tage später von der Erde aus sichtbar werden. Das ist nicht nur für Prognosen wichtig, sondern auch für eine längere Beobachtung aktiver Gebiete in der Sonnenatmosphäre.

Die wesentlichsten Eigenschaften der Bahnen im Marssystem sind in Tabelle 2 dargestellt (vgl. auch Abb. 2).

Hervorzuheben ist bei den Bahnen die Synchronbahn mit dem Parallelflyg (ca. 30 km über der Phobosbahn) und der Annäherung

Tabelle 2: Bahnen im Marssystem

	Perizentr. (km)	Apozentr. (km)	Umlaufzeit	Aufenthaltsdauer
Parkbahn	4200	60000	ca. 3 Tage	25 Tage
Übergangsbahn	9700	60000	3 Tage	30 Tage
Parallelbahn	9700		8 Std.	35 + 140 Tage
Phobos- bzw. Synchronbahn	9400			30 Tage

an den Phobos bis auf ca. 50 m mit einer Relativgeschwindigkeit von 2 bis 5 ms^{-1} . Die Annäherungsphase (50 m) dauert ca. 15 bis 20 min. Die Zeit für die Arbeiten der Sonden nach der Phobos-Annäherung wird ungefähr 140 Tage betragen. Damit beträgt die Gesamtdauer der Mission ca. 460 Tage.

Vorgesehene Experimentgruppen

Das Phobos-Projekt sieht vier große Experimentgruppen vor:

1. Erforschung des Phobos (Oberfläche), evtl. mit Lander.
2. Erforschung des Mars (Oberfläche, Atmosphäre, Magnetosphäre).
3. Sonnenforschung.
4. Physik des interplanetaren Plasmas.

Die wissenschaftlichen Schwerpunkte der auf den Phobos bezogenen Experimente sind: Chemische und mineralische Zusammensetzung, Oberflächenmorphologie, thermische Kartierung, Oberflächeneigenschaften, die innere Struktur, präzise Erfassung der Bahnbewegung. Dazu sind folgende Experimente vorgesehen:

- „LINA-D“ zur laser-induzierten Massenspektrometrie.
- „DION“ zur Massenspektrometrie (SIMS)
- „GRINT“ zur Erfassung elektrophysikalischer Eigenschaften und tieferer Strukturen mittels Radar.
- „FREIGAT“ zur bildmäßigen Oberflächenerfassung (auch für Mars).
- „KREM“, „ISM“ und „TERMOKAN“ zur IR-Oberflächen Sondierung (auch für den Mars).
- „GS-14“ zum Nachweis gesteinsbildender Elemente über Gamma-Emissionen (auch für Mars).
- „IPXM“ zum Wassernachweis durch Neutronenfluß-Messungen.

Schwerpunkte der auf den Mars orientierten Experimente sind:

Chemische und mineralische Zusammensetzung der Marsoberfläche, thermische, radiometrische und optische Erfassung der Oberfläche; Zusammensetzung, Dichte, Temperatur und Staubgehalt der Atmosphäre, Dichte und Dynamik der Ionosphäre, Plasma und Magnetfeld in der Magnetosphäre.

Dazu sind folgende Experimente vorgesehen (incl. der Messungen im Sonnenwind):

- „AUGUST“ zur absorptionspektrometrischen Messung der Konzentration einzelner Konstituenten.
- „PLAZMA“ zur Radio-Sondierung der Ionosphäre.
- „MAGMA“ und „FGMM-1“ zur Messung von Magnetfeldern.
- „APV-F“ zum Nachweis hochfrequenter Plasmafluktuationen (wellen).
- „ASPERA“ zum Ionennachweis in der Magnetosphäre.
- „AEG-F“ zur Messung der Verteilungen niederenergetischer Elektronen (auch im Sonnenwind).
- „SOVIKOMS“ zur Untersuchung der Energie-, Massen- und Ladungszusammensetzung im Sonnenwind (analoges Experiment auf der ESA-Sonde „Ulysses“).

- „TAUS“ zur Messung von Verteilungsfunktionen von Protonen und α -Teilchen im Sonnenwind.
- „SLED“ zur Untersuchung der Ausbreitung der niederenergetischen kosmischen Teilchenstrahlung im interplanetaren Raum.
- „LET“ zur Messung der Intensität und Spektren der hochenergetischen solaren Teilchenstrahlung (im Sonnenwind).

Schwerpunkte der sonnenphysikalisch motivierten Untersuchungen sind die Stereo-Abbildung und großräumigen Strukturen der Korona und der oberen Chromosphäre (auch aktive Gebiete und koronale Löcher), solare flares, die Prognose der Sonnenaktivität und der solaren Oszillationen.

Neben den z. T. schon beschriebenen Experimenten zur Messung solarer Teilchen und des von der Sonne kommenden Plasmastromes sind zur Sonnenphysik noch folgende Experimente vorgesehen:

- „TEREK“ zur (abbildenden) Messung der solaren Röntgenstrahlung.
- „RF-15“ zur Messung der solaren Röntgen- und UV-Strahlung.
- „IPHIR“ zur Erfassung solarer Oszillationen (ist noch nicht endgültig bestätigt).

Zusätzlich ist als Experiment zur Hochenergie-Astrophysik das Experiment „VGS“ zur Beobachtung von Gamma-Ausbrüchen (vermutlich auf Neutronensternen) vorgesehen.

Alle Experimente erfolgen mit der dreiachsig stabilisierten „Phobos-Sonde“, wobei die Stabilisierung an der Sonne und am Stern Kanopus erfolgt. Die Stabilisierungsgenauigkeit liegt bei $\pm 1^\circ$; sie kann (zeitlich begrenzt) erhöht werden. Möglich ist auch eine Spin-Stabilisierung um die Achse Sonde-Sonne mit einer Winkelgeschwindigkeit der Rotation von $0,5^\circ$ pro Sekunde.

(Die wesentlichsten Angaben dieses Artikels sind der Publikation „Project-Phobos“ des Instituts für Kosmosforschung der AdW der UdSSR, Moskau, November 1984, entnommen.)

*

Landschaftsbezeichnungen auf Planeten und Monden

P. M. MILLMAN

Im April 1985 fand in den Städten Tbilissi und Mzcheta (Georgische SSR) die 10. Tagung der Arbeitsgruppe für Nomenklatur des Planetensystems in der IAU statt. An den Sitzungen nahmen Wissenschaftler aus Canada, Frankreich, USA, Norwegen und der SU teil – insgesamt 30 führende Spezialisten auf dem Gebiet der Planetenforschung, die im Auftrag der IAU zur Lösung brennender Probleme, der Toponomastik (Ortsnamenkunde), zusammengekommen

waren. Frühere Tagungen dieser Arbeitsgruppe fanden in den Jahren 1978—1982 jeweils in Australien, Canada, Ungarn, Großbritannien und Griechenland statt; jetzt sind für die Nomenklaturgruppen Mond und Venus zwei sowjetische Wissenschaftler und für Merkur, Mars und alle übrigen äußeren Planeten drei US-Wissenschaftler berufen worden.

In vielen Fällen von Neuentdeckungen durch Astronomie und Raumfahrt entstand die Notwendigkeit, das eine oder andere Objekt mit einem charakteristischen Eigennamen zu bezeichnen, besonders wenn dieses oft in wissenschaftlichen Publikationen figuriert. Um unterschiedlichen Lesarten zu entgegen, mußte ein standardisiertes und international anerkanntes Nomenklaturesystem geschaffen und ständig weiterentwickelt werden.

Man kam überein, die Nomenklatur für Oberflächengebilde auf Planeten und deren Monden mit Wörtern aus der lateinischen Sprache zu belegen. Dazu benutzt man heute zur Typenbezeichnung topografischer Objekte 35 lateinische Wörter (s. Tabelle).

Dies ist um so dringender geworden, da typische Reliefformen auf der festen Oberfläche der großen und kleinen Planeten (insbesondere die Krater) die unterschiedlichsten und sehr individuellen Bezeichnungen erhalten haben. Traditionsgemäß werden gerade Krater nach Persönlichkeiten bezeichnet, die in die Geschichte der Weltzivilisation eingegangen sind – oder nach Helden von Mythen und Legenden. Heute gibt es bereits ca. 3500 topografische Namen auf 20 Planeten und Monden unseres Sonnensystems, und ein entsprechend erweitertes Nomenklaturverzeichnis wird voraussichtlich 1985 in den USA erscheinen. Doch diese Entwicklung geht konstant weiter; in letzter Zeit wurde die Nomenklatur um weitere 40 Namen von Astronomen und Geologen erweitert. So wird es immer notwendiger, eine solide Grundlage für das umfangreiche Betätigungsfeld der vergleichenden Planetenforschung zu schaffen, d. h., die kosmische Forschung durch international anerkannte Standards zu unterstützen. Heute leben wir in der Zeit einer Informationsexplosion auf dem Gebiet der Planetentopografie. Somit liegt auf den Schultern dieser Arbeitsgruppe die Verantwortung für fundamentale Standards, die auch die nächste Wissenschaftlergeneration verwenden kann.

Tabelle: Nomenklatur über Oberflächengebilde auf Planeten und Monden

Catena	– Kraterkette
Cavus	– Kessel
Chaos	– Gebiet mit gestörten Reliefformen

Chasma	– tiefe, ausgedehnte Ebene mit abschüssigen Hängen
Collis	– kleine Erhöhung, Hügel
Crater	– Krater, Vertiefung in runder Form
Dorsum	– Grat, Gebirgskette
Facula	– heller Fleck
Flexus	– geneigte und gewundene Gebirgskette
Fluctus	– gegen die vulkanischen Ergüsse und dunkle Flecken
Fossa	– lange, schmale und flache Vertiefung
Labes	– Bergrutsch
Labyrinthus	– Komplex sich überschneidender schmaler Vertiefungen
Lacus	– „See“, kleines dunkles Gebilde
Linea	– Linie, gerade oder gewunden
Macula	– dunkler Fleck
Mare	– „Meer“, weite dunkle Ebene
Mensa	– Vorsprung mit flacher Spitze
Mons	– einzelne Erhöhung, Berg, Pik
Oceanus	– „Ozean“, sehr große dunkle Ebene
Palus	– „Sumpf“, dunkles Gebilde mit verwaschenem Relief
Patera	– unregelmäßige Kraterform oder Komplex davon
Planitia	– Ebene
Planum	– Plateau, Hochebene
Promontorium	– Kap
Regio	– großes Gebiet, durch Schattierungen oder Färbungen gekennzeichnet
Rima	– Spalte, Rille
Rupes	– Abhang, Verschiebung
Scopulus	– Stufe, komplizierte Abstufung von unregelmäßiger Form
Sinus	– Bucht
Sulcus	– Rillensystem, Gebiet aus parallelen Furchen und Ketten zusammengesetzt
Terra	– „Land“, erhöhtes Gebiet mit sich überschneidendem Relief
Tholus	– „Kuppel“, Berg, Hügel, flache Erhöhung
Vallis	– Tal
Vastitas	– sehr breite Fläche einer Ebene

(gekürzt, Übersetzung aus „Erde und Weltall“, 2/85 v. R. Friedmann)

*

Materie – Bewegung – kosmische Entwicklung

Antwort auf einen Leserbrief

Lieber Herr Zschocke,

Sie haben sich mit einer Anfrage zu meiner Rezension des Hollitscher-Buches „Materie-Bewegung-kosmische Entwicklung“ (AuR/84) gemeldet. Ich will versuchen, Ihre Frage zu beantworten. Dies fällt mir ehrlich gesagt nicht ganz leicht, da ich keine Vorstellung habe, auf welcher Grundlage wir uns am besten unterhalten. Also, entschuldigen Sie bitte, falls meine Erklärung zu einfach oder zu umständlich ausfallen sollte. Für diesen Fall möchte ich Sie ermutigen, zurückzufragen.¹⁾

Nun zur Sache. Vorsichtshalber werde ich etwas weiter aussholen. Meine Bemerkung bezieht sich ja auf eine Textstelle bei Hollitscher. Ich nehme an, daß Sie das Buch kennen, möchte aber dennoch die für unseren Zusammenhang wichtigsten Sätze zitieren:

S. 219: „Nimmt man die Expansion der Metagalaxis als unzweifelhaft gegeben an, dann kann man die Frage anschließen, ob sich die Expansion unaufhaltsam in ein unendliches Volumen hinein fortsetzt oder irgendwann zum Stillstand kommt ... bzw. in Kontraktion umschlägt. Dies ist aber von der mittleren Massendichte in der Metagalaxis abhängig.“

S. 220: „Die heutigen Dichteabschätzungen geben nur den Wert von $5 \cdot 10^{-32} \text{ g cm}^{-3}$ an. Danach würde die Metagalaxis unaufhaltsam auseinanderfliegen ...“

S. 220/221: „Gewisse Hinweise auf eine Verlangsamung der Fluchtgeschwindigkeit sehr weit entfernter kosmischer Objekte glauben A. Sandage (Mount Palomar) und andere Astronomen schon gefunden zu haben. Danach weisen einige der an der Grenze der Beobachtbarkeit liegenden Quasare eine geringere Fluchtgeschwindigkeit auf, als sie nach der Hypothese der gleichmäßig expandierenden Metagalaxis haben müßten. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß die gegenwärtige Phase der Expansion in ferner Zukunft in eine Phase der Kontraktion umschlägt.“

Es handelt sich also um die Frage, ob der Kosmos (unsere Metagalaxis) ständig expandiert, oder ob die gegenwärtige Expansion in der Zukunft in eine Kontraktion umschlagen wird. Den ersten Fall bezeichnete Hottischer als „gleichmäßig expandierende Metagalaxis“ und ich zitierte dies, leicht abgewandelt, als „gleichmäßige kosmische Expansion“.

Bekanntlich folgt unsere Kenntnis über das zeitliche Verhalten des Kosmos aus der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie (ART). Die Einsteinschen Feldgleichungen der ART (das sind zehn partielle Differentialgleichungen, die untereinander zusammenhängen) beschreiben ganz allgemein den Zusammenhang von Materieverteilung (Energie-Impuls-Tensor) und geometrischen Eigenschaften des Raumes (dessen Metrik, d. h. die Vorschrift zum Messen von Längen und Winkeln).

Das einfachste Modell vom Kosmos erhält man aus dem sogenannten kosmologischen Prinzip, d. h. aus der Annahme, daß die dreidimensionale Welt überall gleich beschaffen sei, anders ausgedrückt: daß es im Ruhesystem der Materie keinen ausgezeichneten Punkt und keine ausgezeichnete Richtung gibt. („Der Kosmos ist homogen und isotrop.“) Die diesem Kosmos entsprechende Metrik nennt man Robertson-Walker-Metrik. Sie bezieht sich auf einen Raum, der gekrümmt ist, dessen Krümmung konstant ist, aber zeitabhängig sein kann.

¹⁾ In der Rezension wurde darauf hingewiesen, daß ein Beobachtungsbefund, wonach die entferntesten kosmischen Objekte eine geringere Rotverschiebung besitzen würden, als bei gleichmäßiger kosmischer Expansion zu erwarten wäre, kein Hinweis auf eine Verlangsamung der kosmischen Expansion (relativ zu einem Modell der gleichmäßigen Expansion) wäre.

Herr Zschocke (Dresden) fragte, da dies ihm unlogisch erschien, wie dies möglich sei und bat um eine „physikalisch wie mathematisch begründete Antwort“. Wir fanden diese Antwort veröffentlichtenwert, da sie sicher nicht nur den Fragesteller interessiert. Ihr Wortlaut wird in der Originalfassung abgedruckt.

D. Red.

Das „Linielement“ ds , das ist der Abstand zwischen zwei Punkten im vierdimensionalen Raum (Raum-Zeit), ist ganz allgemein in der ART

$$ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta, \quad (1)$$

wobei α und β Indizes sind (keine Exponenten!), die von 1 bis 4 laufen und $x^1 \dots x^4$ sind also die vier Koordinaten. $g_{\alpha\beta}$ ist der „metrische Tensor“, der eben die metrischen Eigenschaften des jeweils zu beschreibenden Raumes angibt. In der Robertson-Walker-Metrik ist dieses Linien-element

$$ds^2 = R^2(t) [dr^2/(1 - kr^2) + r^2 \times (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)]. \quad (2)$$

Dabei bedeuten r , θ und φ die Kugelkoordinaten, k ist ein Parameter, der die Werte -1 oder 0 oder $+1$ annehmen kann. Er bestimmt ganz wesentlich die Eigenschaften des Raumes:

$k = -1$: „hyperbolischer Raum“ (Bolyai-Lobatschewski-Raum). Der Raum ist offen und unendlich (ein nichtabgelenkter Lichtstrahl kann nie zu seinem Ausgangspunkt zurückkommen; das Volumen des Raumes ist unendlich). Die Kreisfläche ist hier größer als $4\pi r^2$.

$k = 0$: „flacher Raum“ (Euklidischer Raum). Der Raum ist der unserer Erfahrung, es gilt die Euklidische Geometrie, die Kreisfläche ist gleich $4\pi r^2$. Das Volumen des Raumes ist unendlich.

$k = +1$: „elliptischer Raum“ Der Raum ist geschlossen und endlich (ein Lichtstrahl kommt infolge der Raumgeometrie zu seinem Ausgangspunkt zurück, wenn ihm genügend Zeit bleibt; das Volumen des Raumes ist endlich). Die Kreisfläche ist hier kleiner als $4\pi r^2$.

$R(t)$ ist eine zeitabhängige Größe, die das Zeitverhalten des Raumes beschreibt. Sie wird oft als „Weltradius“ bezeichnet, obwohl dieser Begriff natürlich nur für den geschlossenen Raum ($k = +1$) einen Sinn hat. Andere Bezeichnungen sind „Expansionsfaktor“, „Skalenfaktor“ oder „Krümmungsradius“. Für $k \neq 0$ ist R ein Ausdruck der Raumkrümmung, analog zum Krümmungsradius einer zweidimensionalen Fläche. R ist für das ganze Universum gleich und hängt nur von der Zeit t ab, wobei die kosmische Zeit t die gleiche für das ganze Universum ist.

Mit dieser Robertson-Walker-Metrik können die Einsteinschen Feldgleichungen nur noch die Größen $R(t)$ und k , also zeitliches Verhalten des Kosmos und die Art des Ortsraumes festlegen. Die Feldgleichungen reduzieren sich auf folgende:

$$2 \ddot{R}/R + \dot{R}^2/R^2 + k/R^2 = -\kappa \rho \quad (3)$$

und

$$3 \dot{R}^2/R^2 + 3k/R^2 = \kappa \rho c^2, \quad (4)$$

die aber nur miteinander verträglich sind, falls gilt

$$\dot{\rho}/(\rho + p/c^2) = -3 \dot{R}/R. \quad (5)$$

(κ ist eine Konstante, p ist der Druck, ρ die Materiedichte und c die Lichtgeschwindigkeit. Die Punkte bedeuten die Ableitung nach der zeitartigen Koordinate ct .)

Für den Fall, daß die Dichte $\rho > 0$ ist und der Druck $p = 0$ (was gegenwärtig sicher der Fall ist, wenn die meiste kosmische Masse in den Galaxien steckt: Galaxien üben einen vernachlässigbaren Druck aufeinander aus), folgen daraus die Weltmodelle, die wegen ihrer Einfachheit und richtigen Beschreibung des beobachteten Kosmos von den meisten Wissenschaftlern bevorzugt werden. Sie werden durch die einzige noch verbleibende Feldgleichung beschrieben

$$\dot{R}^2 = \kappa M/3R - k, \quad M = \rho c^2 R^3 = \text{const.} \quad (6)$$

Das ist die „Friedmannsche Differentialgleichung“, ihrer Lösung entsprechen die „Friedmannschen Weltmodelle“. Die Lösungen, d. h. das Zeitverhalten des Kosmos $R(t)$ in Abhängigkeit von k sind in der Abb. 1 gezeigt. Den Fällen $k = 0$ und $k = -1$ entspricht ein ständig expandierender Kosmos (oder in Hollitschers Sprachgebrauch eine gleichmäßig expandierende Metagalaxis). Für $k = +1$ schließt sich an die Expansionsphase eine Kontraktionsphase an und eventuell wiederholt sich der Zyklus („oszillierender Kosmos“).

Nun hat es sich eingebürgert, verschiedene kosmologische Modelle durch zwei Parameter zu beschreiben, die prinzipiell der Beobachtung zugänglich sind: der gegenwärtige Wert der Hubble-Konstante

$$H_0 = \dot{R}_0/R_0 \quad (7)$$

und der gegenwärtige Wert des Beschleunigungs- oder Abbremsungsparameters (beide Begriffe werden verwendet)

$$q_0 = -\ddot{R}_0/(\dot{R}_0 H_0). \quad (8)$$

Es zeigt sich nun, daß der Parameter k mit dem Beschleunigungsparameter q_0 zusammenhängt und dieser wiederum proportional ist zur mittleren Dichte ρ_0 im Kosmos, so daß folgende Zuordnung gilt:

$k = 0$	$q_0 = q_{\text{kritisch}}$	$q_0 = 1/2$
$k = -1$	$q_0 < q_{\text{kritisch}}$	$0 < q_0 < 1/2$
$k = +1$	$q_0 > q_{\text{kritisch}}$	$q_0 > 1/2$

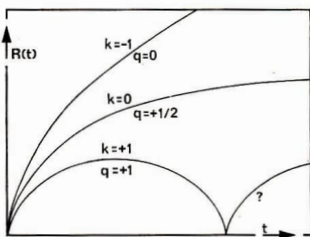


Abb. 1: Die Änderung des Skalenfaktors $R(t)$ mit der Zeit für die Friedmannschen Weltmodelle.

Als „kritische Dichte“ bezeichnet man i. a. die dem Fall $k = 0$ entsprechende.

Diese Abhängigkeit des Weltmodells von der mittleren Dichte bedeutet anschaulich, daß die Gravitationskraft der im Kosmos vorhandenen Materie als Rückstellkraft der Expansion des Kosmos entgegenwirkt, diese also abbremst. Je größer die Materiedichte ist, desto stärker ist die Abbremsung. Damit kann man an die Kurven der Abb. 1 anstelle der k -Werte auch q_0 -Werte schreiben.

Soweit Vorbemerkungen, nun endlich aber zur Problematik der Fluchtgeschwindigkeit der entferntesten Objekte.

Da, wie oben gezeigt wurde, das Weltmodell durch den Beschleunigungsparameter bestimmt ist, sind wir an dessen Ermittlung besonders interessiert. Dazu benötigt man einen Zusammenhang von q_0 mit anderen, aus der Beobachtung ableitbaren Größen. Das kann im Prinzip das Hubble-Diagramm leisten, d. i. der Zusammenhang von Fluchtgeschwindigkeit (bzw. Rotverschiebung z) und scheinbarer Helligkeit m_{bol} der Galaxien (als Maß für deren Entfernung). Formelmäßig ist der Zusammenhang

$$m_{\text{bol}} = 5 \log \frac{1}{H_0 q_0^2} \times [q_0 z + (q_0 - 1) \times \\ \times ((1 + 2q_0 z)^{1/2} - 1)] + M_{\text{bol}} + 25. \quad (9)$$

(M_{bol} ist die absolute bolometrische Helligkeit.) Etwas übersichtlicher wird dies, wenn wir die Wurzelfunktion und danach die Logarithmusfunktion bis zum quadratischen Glied in eine Reihe entwickeln:

$$m_{\text{bol}} = 5 \log \frac{z}{H_0} + 1.086 (1 - q_0) \times z \\ - 0.2714 (1 - q_0)^2 z^2 + M_{\text{bol}} + 25. \quad (10)$$

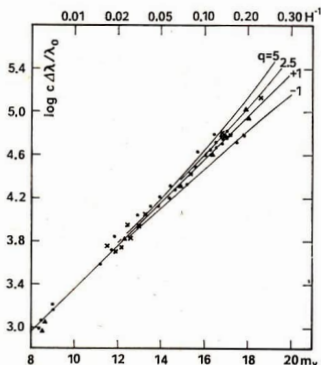


Abb. 2: Die Beziehung zwischen Rotverschiebung und scheinbarer visueller Helligkeit (Hubble-Diagramm) für die jeweils hellste Galaxie in Galaxienhaufen (n. einer Arbeit von Sandage 1972, aus [4]).

(siehe hierzu [1]) Im Hubble-Diagramm entspricht dem eine Kurvenschar mit dem Parameter q_0 (Abb. 2).

Nun kann ich auf das Problem kommen, das Sie angesprochen haben. Für den Fall eines ständig expandierenden Kosmos („gleichmäßige kosmische Expansion“) liegen die entferntesten Galaxien zwischen den Kurven für $q_0 = 0$ und $q_0 = 1/2$ (= Fall 1). Nehmen wir nun mit Hohltscher an, es seien entfernte Galaxien bei geringerer Rotverschiebung beobachtet worden, als dies bei einem ständig expandierenden Kosmos der Fall wäre, würde die Verteilung der Galaxien im Hubble-Diagramm zu einem kleineren Beschleunigungsparameter q_{02} (Fall 2) verschoben sein, d. h. $q_{02} < q_{01}$. Nun erinnere ich an die Definition von q_0 :

$$-\ddot{R}_{02}/(\dot{R}_{02}H_{02}) < -\ddot{R}_{01}/(\dot{R}_{01}H_{01}). \quad (11)$$

Da die Hubble-Konstante in beiden Fällen den gleichen Wert H_0 hat, und da weiterhin aus dem $R(t)$ -Diagramm der Abb. 1 leicht zu ersehen ist, daß $R(t)$ (d. h. der Anstieg der Kurve bei der Zeit t) zunimmt mit abnehmendem q_0 , folgt

$$\ddot{R}_{02} > \ddot{R}_{01}. \quad (12)$$

$\ddot{R}_0$ (die zweite zeitliche Ableitung des Welt-radius) ist ein Ausdruck für die gegenwärtige (negative) „Beschleunigung der kosmischen Expansion“.

Fassen wir zusammen: Würden wir von irgendeinem Weltmodell ausgehen, das durch den Abbremsungsparameter q_0 bestimmt ist und dann für die entferntesten Galaxien Rotverschiebungen finden, die kleiner sind als die für q_0 zu erwartenden, ist der gegenwärtige Wert des Beschleunigungsparameters kleiner als q_0 . Das ist gleichbedeutend damit, daß die kosmische Expansion weniger stark abgebremsert wird als erwartet wurde. Gehen wir von einem speziellen ständig expandierenden Kosmos aus ($0 < q_0 < 1/2$), so würde diese Beobachtung also nicht eine stärkere Abnahme der Expansionsgeschwindigkeit bedeuten als angenommen wurde (das wäre eine „Abbremsung der Expansion“ relativ zum Ausgangsmodell), sondern eine geringere Abnahme (also eine Beschleunigung relativ zum Ausgangsmodell). Insbesondere wäre diese Beobachtung also das Gegenteil eines Anzeichens, daß der Kosmos in der Zukunft in eine Kontraktionsphase übergehen könnte.

Zum Hubble-Diagramm muß ich bemerken, daß die Kurve für $q_0 = -1$ für Friedmann-Kosmos, wo wir ja gerade $q > 0$ (und damit auch $q_0 > 0$) vorausgesetzt hatten, keinen Sinn gibt. Sie entspricht einem anderen kosmologischen Modell, das 1948 von Bondi, Gold und Hoyle vorgeschlagen wurde. Es geht von einem „perfekten kosmologischen Prinzip“ aus, wonach nicht nur der dreidimensionale Ortsraum, sondern das vierdimensionale Raum-Zeit-Kontinuum überall gleich beschaffen sei. Das heißt nichts anderes, als daß die Welt nicht nur an jedem Ort, sondern auch zu jeder Zeit gleich aussieht (also stationär ist = „Steady State Modell“). „Dies ist sozusagen eine Welt für Bürokraten, in der alles zu allen Zeiten nach denselben Paragraphen geregelt sein soll!“ schreiben Unsöld und Baschek [2]. Dieses Weltmodell wird heute i. a. abgelehnt, daß ich es hier zitiere, hat folgenden Grund: Genau genommen bedeutet Hohltschers Bemerkung von den entferntesten Galaxien, die „eine geringere Fluchtgeschwindigkeit aufweisen“, als sie nach der Hypothese der gleichmäßig expandierenden Metagalaxien haben müßten“, daß $q_0 \leq 0$ ist. Damit kommt man in die Nähe des Steady-State-Modells, das in mechanischer Hinsicht als offenes Universum mit $q_0 = -1$ und $k = -1$ zu betrachten ist (Abb. 2). In diesem stationären Modell ist die Hubble-Konstante zeitunabhängig. Aus Gl. (7) folgt somit

$$R(t) = e^{Ht} \quad \text{und} \quad \dot{R}(t) \sim R(t). \quad (13)$$

Das würde also bedeuten, daß die Expansion nicht nur relativ zum Ausgangsmodell beschleunigt wäre, sondern in diesem Modell ist die Expansion absolut beschleunigt.

Wieso erscheint Ihnen dies unlogisch, fragen Sie. Diese Frage ist sicherlich berechtigt, aber schwer zu beantworten. Zunächst muß ich ganz allgemein dazu bemerken, daß die relativistische Kosmologie zu jenen Wissenschaften gehört, die sich weitgehend der einfachen, durch unsere Alltagserfahrung geprägten Anschauungen (Sie nennen es Logik) entziehen. Das hängt einfach mit der Natur des Gegenstandes zusammen, die in diesem Fall ziemlich verschieden ist von dem, was wir gewöhnlich sehen, hören, berühren ... Deshalb kommt man in diesem Fall auch nicht umhin, sich mit der Theorie zu beschäftigen, will man ein tieferes Verständnis erreichen.

Vielleicht hilft aber bezüglich unseres Problems die Überlegung, daß wir mit der Beobachtung der entferntesten Galaxien am weitesten zeitlich zurückschauen. Wir beobachten dann also den Kosmos in einer früheren Expansionsphase. Wenn die Expansionsgeschwindigkeit $\dot{R}(t)$ damals geringer gewesen ist, als für ein bestimmtes Modell zu erwarten wäre (und also die Rotverschiebungen der entsprechend weit entfernten Galaxien kleiner sind als nach dem Modell), bedeutet dies doch offensichtlich, daß die Expansion weniger stark abgebremst wurde als in diesem Modell. Also relativ zu diesem Modell ist die Expansion beschleunigt worden.

Meine vage Vermutung, warum Ihnen meine Bemerkung unlogisch erschien, geht dahin, daß Sie sich vielleicht die kosmische Expansion vorstellen als eine Bewegung der Galaxien von uns weg in den Raum hinein, oder wie Hohlischer schreibt (s. vorn) „in ein unendliches Volumen hinein“, in der Weise, daß die entferntesten Galaxien gewissermaßen die Grenze des Kosmos markieren, welche sich langsam in den Raum hinausschiebt. Dies legt die Vorstellung nahe, daß die Beobachtung, wonach sich diese Grenze bereits langsamer bewegt, als sie es bei gleichmäßiger Expansion tun sollte, einer Abbremsung der Expansion gleichkommt. Daß das Gegenteil der Fall ist, habe ich oben gezeigt. Falls Ihre Überlegungen in diese Richtung gehen, muß ich darauf aufmerksam machen, daß diese Vorstellung falsch ist. Das Universum ist alles, was existiert. Es gibt nichts außerhalb des Universums, auch keinen Raum, in den hinein es sich ausdehnen könnte. Die entferntesten Galaxien markierten keine Grenze des Universums, sondern dessen früheren Zustand. Wie soll man sich diese Expansion aber dann vorstellen? Nowikow verweist in seinem empfehlenswerten Büchlein [3] auf das Beispiel einer unendlich ausgedehnten Ebene, auf die die Galaxien gemalt sind. Wenn sich diese Ebene ausdehnt, nimmt der Abstand zwischen den Galaxien zu

(wie auf der Oberfläche eines Luftballons, der den Radius $R(t)$ hat). Wohin dehnt sich die Ebene aus? Sie war vorher unendlich ausgedehnt und ist es jetzt auch. „Offensichtlich ist das eine Eigenschaft des Unbegrenzten“, schreibt Nowikow.

Zum Schluß: Was ist nun wirklich mit der Rotverschiebung der entferntesten Galaxien? Abb. 2 zeigt, daß die entferntesten untersuchten Galaxienhaufen bei etwas größeren Rotverschiebungen liegen als bei gleichmäßiger kosmischer Expansion und sie scheinen sich gut an die Kurve für $q_0 = +1$ anzupassen (geschlossenes Weltall, das irgendwann in eine Kontraktion umschlägt). Die entferntesten bekannten Quasare liegen im Mittel bei noch größeren q_0 -Werten. Allerdings ist die Interpretation dessen problematisch, vor allem deshalb, weil wir diese Galaxien in einem früheren Entwicklungsstadium beobachten. In den Zusammenhang zwischen scheinbarer Helligkeit und Rotverschiebung geht ja die absolute Helligkeit ein (Gl. (9)). Diese kennen wir zwar (mit Vorbehalt) für die näheren Galaxien und können auch annehmen, daß sie für Galaxien gleichen Typs etwa gleich sei. Aber Galaxien entwickeln sich, sie ändern dabei Helligkeit und Farbe. Allein die Tatsache, daß wir über diese Entwicklungseffekte noch sehr wenig wissen, bringt so große Unsicherheiten mit sich, daß es momentan nicht möglich ist, q_0 mit größerer Sicherheit als zu 1 ± 1 aus dem Hubble-Diagramm zu ermitteln. Geht man den anderen Weg, aus der Verteilung der sichtbaren Materie im Kosmos bei Annahme eines Verhältnisses von Masse zur Leuchtkraft die mittlere kosmische Dichte zu ermitteln, erhält man daraus $q_0 \approx 0,1$. Allerdings sind auch hier die Unsicherheiten groß und insbesondere ist die Möglichkeit nicht ausgeräumt, daß es eine beträchtliche dunkle Materiekomponente im Kosmos gibt, die bisher „übersehen“ wurde. Dieser Punkt ist in den letzten Jahren wieder verstärkt in die Diskussion gekommen.

Damit möchte ich meine Erwiderung beenden, die nun ganz unbeabsichtigt zu einem kleinen kosmologischen Exkurs ausgeartet ist. Ich hoffe damit Ihre Frage beantwortet zu haben.

Literatur: [1] W. Mattig 1957, *Astron. Nachr.* Band 284, S. 109. – [2] A. Unsöld und B. Baschek „Der neue Kosmos“, Springer-Verlag Berlin (W.)-Heidelberg-New York, 1981. – [3] Nowikow „Evolution des Universums“ Teubner-Verlag Leipzig 1982. – [4] J. Kleczek „The Universe“ Reidel, Dordrecht 1976.

Raumfahrt-Atlas (2)

Volksrepublik China

UWE SCHMALING

„Feuerpfeile“ und „Kleiner Leopard“

Chinas Weltraumtechniker, nach dem Beginn der Raumfahrtentwicklung in ihrem Land befragt, verweisen mitunter stolz auf Überlieferungen aus alten Zeiten.

Sogenannte Feuerlanzen sollen seit der Jahrtausendwende Feinden Angst und Schrecken eingejagt haben. An langen Speeren befestigte Bambusröhren spien Flammen einer langsam brennenden Schwarzpulvermischung dem Gegner minutenlang ins Gesicht.

Im 13. Jahrhundert soll dann eine neue Waffenversion aufgetaucht sein. Lanzen und Pfeile trugen jetzt das feuerspeiende Bambusröhrchen verkehrt montiert auf dem Rücken. Anstatt lediglich Flammen zu spucken, flog nun die gesamte Waffe nach dem Rückstoßprinzip in das feindliche Lager – die „Rakete“ war geboren (Abb. 1).

Im 14. Jahrhundert gab es in China – so berichten die Chroniken – bereits „zweistufige Raketen“ mit selbständigem Zünden der zweiten Stufe nach Ausbrennen der ersten und Seitenflügeln zur aerodynamischen Stabilisierung. Der Clou dieser Waffe lag aber in der Spitze. Am Ende der Flugbahn löste sich vom Raketenkopf ein ganzer „Schwarm raketengetriebener Pfeile“. Eine andere Überlieferung erzählt von dem Gelehrten Wan Hu, der im Jahre 1500 mit einem von 47 „Huojian“ (Feuerpfeile – so heißen bis heute die Raketen in der VR China) angetriebenen Drachenschlitten in den Himmel fliegen wollte. Der Gelehrte mußte dieses Experiment mit dem Leben bezahlen.

Historisch verbürgt ist hingegen der Start der ersten Höhenrakete im Jahre 1958. Insgesamt kamen drei verschiedene Typen zum Einsatz.

- 1. Typ, einstufig mit einer Gesamtmasse von 100 kg und 10 kg Nutzmasse. Sie diente zu Messungen der Hochatmosphäre bis in Höhen von 70 km.

Abb. 1



- 2. Typ, zweistufig, Feststofftriebwerk in der ersten Stufe, Flüssigkeitsantrieb für die zweite Stufe. Die Rakete hatte einen Durchmesser von 46 cm und konnte eine Nutzmasse von 60 bis 150 kg in eine Höhe von 60 bis 200 km bringen.

- 3. Typ, zweistufig, Feststofftriebwerk. 2,05 bis 2,55 m betrug der Durchmesser dieser Raketen bei einer Gesamtmasse von 330 kg. Sie beförderten Nutzlasten bis 30 kg in 70 km Höhe. Mit den Höhenraketen wurden Messungen der Windrichtung und -geschwindigkeit, der Temperatur und Dichte der oberen Atmosphärenschichten sowie des Magnetfeldes und der kosmischen Strahlung vorgenommen. Ferner führte man technologische und biologische Experimente durch. Beispielsweise befand sich 1967 an Bord einer Forschungsrakete der Hund „Xiao Pao“ (Kleiner Leopard). Nach dem ballistischen Flug kehrte er wohlbehalten zur Erde zurück.

Der Einsatz von Höhenforschungsraketen charakterisierte die erste Entwicklungsstufe der chinesischen Raumfahrt, die den Zeitraum von Ende der 50er bis Ende der 60er Jahre umfaßte. Die zweite Stufe (Anfang der 70er bis Anfang der 80er Jahre) wurde durch den Start verschiedener Forschungs- und Erprobungssatelliten mit jeweils spezieller Aufgabenstellung gekennzeichnet. Dazu war es notwendig, leistungsfähige Trägerraketen zu entwickeln.

Das Trägersystem „Langer Marsch“

Auf der UNISPACE-Konferenz 1982 in Wien machte die VR China erstmals offizielle Angaben über die Entwicklung ihrer Satellitentechnik und Weltraumforschung. 1985 wurden weitere Einzelheiten zu den Trägerraketen „Long March“ (Langer Marsch) veröffentlicht.

Tab. 1 zeigt die vier Rakentypen, die bisher zum Einsatz kamen. Unsicher ist, ob das Trägerfahrzeug CZ-1c tatsächlich für den Satellitentransport eingesetzt worden ist, da offizielle Mitteilungen fehlen. Es erscheint jedoch wahrscheinlich, daß diese modifizierte CZ-1-Rakete 1976 China 6 und 1981 China 9 bis 11 auf Umlaufbahnen brachte.

Tabelle 1

	CZ-1	CZ-1c	CZ-2	CZ-3
Anzahl der Stufen	3	3	2	3
Gesamtlänge, m	29,45	33	31,65	43,25
Max. Durchmesser, m	2,25	2,25	3,35	3,35
Startmasse, t	81,6	88	191	202
Max. Nutzlastabmessungen (Höhe × Durchmesser, m)	—	2,36 × 1,56	4,90 × 3,17	3,86 × 2,32
im Einsatz seit	1970	1976	1974	1984
		(?)		

Die max. Nutzlastkapazität der CZ-1 beträgt 300 kg für eine kreisförmige Umlaufbahn mit 440 km Höhe und 70° Bahnneigung. Die CZ-1c kann 600 kg auf eine 400 km hohe Kreisbahn bei 50° Inclination oder 1000 kg auf eine elliptische Umlaufbahn mit 300×1000 km transportieren. Für eine sonnensynchrone Umlaufbahn mit 400 km Höhe sind 400 kg möglich.

Tab. 2 zeigt die maximale Nutzlast der CZ-2 für elliptische Umlaufbahnen bei $i = 63^\circ$ und einer Perigäumshöhe von 200 km.

Tabelle 2

Apogäumshöhe	Nutzlast
375 km	2400 kg
500 km	2300 kg
625 km	2200 kg
750 km	2150 kg
1000 km	2000 kg
1500 km	1700 kg
2000 km	1500 kg

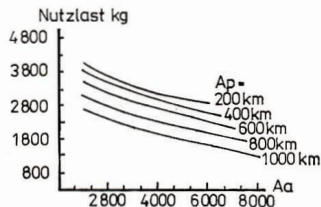
Daraus wird ersichtlich, daß die in Tab. 3 angegebenen Massen für die chinesischen Raumflugkörper Nr. 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 16 – sie beziehen sich ausschließlich auf westliche Quellen, da offizielle chinesische Daten nicht bekannt sind – fragwürdig werden. Nach chinesischen Veröffentlichungen lassen sich mit der CZ-2, die als Transporter für diese Satelliten diente, nur Massen zwischen 2300 und 2500 kg auf die Bahnen der oben aufgeführten Satelliten befördern.

Die Nutzlastkapazitäten der CZ-3 sind in den Abb. 2 und 3 dargestellt.

Bis auf China 14, 15 und 16 sind alle Satelliten vom Kosmodrom Shuang-Cheng-Tzu bei Jiuquan (Provinz Gansu) gestartet worden. Herzstück des weitläufig angelegten Raketenbahnhofs

Abb. 2: Nutzlastkapazität der CZ-3 für elliptische Umlaufbahnen.

Nutzlasten, die sich auf eine Vielzahl von elliptischen Bahnen mit einer Inclination von $31,1^\circ$ befördern lassen. A_p = Perigäumshöhe, A_a = Apogäumshöhe.



sind zwei Starttürme, die auf großen Betonfundamenten im Abstand von mehreren Kilometern an den Endpunkten eines Verbindungsgleises errichtet wurden. Ein Versorgungsgerüst steht für beide Türme zur Verfügung und kann nach Bedarf von einem zum anderen Turm gefahren werden. Der Transport der Raketen und sonstigem Gerät erfolgt ebenfalls auf einem Gleissystem, das alle im Startgelände befindlichen Anlagen miteinander verbindet. Jedem Startturm ist eine Kontrollstation in einem igluförmigen Betonbunker benachbart. Ferner gibt es eine Vielzahl von kleinen Abschussschrammen für Höhenraketen.

Ein zweites Startgelände wurde erst 1984 fertiggestellt und diente erstmals als Abschubbasis für den ersten experimentellen Nachrichtensatelliten der VR China. Dieser Startplatz befindet sich in der mittelm chinesischen Provinz Sichuan, in der Nähe der Stadt Xichang, bei etwa 28° n. B.

Leistungsfähige Satellitentechnologie

Mit dem Start des ersten chinesischen Satelliten, am 24. April 1970, wurde die VR China fünfte Raumfahrnation.

In Tab. 3 sind die wichtigsten Daten aller bisher gestarteten chinesischen Raumflugkörper zusammengefaßt. Hier noch zusätzliche Informationen zu einigen chinesischen Satelliten.

China 1: 72flächiger Polyeder mit einem Durchmesser von 1 m, schwerster erster Satellit aller Raumfahrnationen, der mit eigener Träger Rakete gestartet worden ist; sendete auf einer Frequenz von 20,009 MHz die Melodie „Der Osten ist Rot“; am 14. Mai wurde erstmals eine

Abb. 3: Nutzlastkapazität der CZ-3 für die Transferbahn zum geostationären Orbit

Nutzmasse für geostationäre Transferbahnen mit einer Apogäumshöhe von 35786 km und einer Vielzahl von Perigäumshöhen (A_p). Inclination $31,1^\circ$. In den genannten Massen ist der Apogäumsmotor mit Treibstoff enthalten.

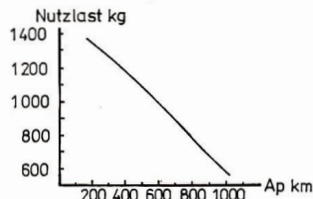


Tabelle 3: Raumflugkörper der VR China (Stand 31. 10. 1985)

Name/ Astronom. Bezeichnung	Start/ Startplatz	Träger- rakete	m kg	i Grad	T min.	P/A km	Bemerkung
China 1 1970-34-A	24. April Shuang-Cheng-Tzu (SCT)	CZ 1	173	68,5	114,1	439 2384	wurde auch SKW 1 oder Dong-Fang-Hong 1 bezeichnet
China 2 1971-18-A	3. März Shuang-Cheng-Tzu	CZ 1	221	69,0	106,2	269 1799	SKW 2, 2. technologischer Testsatellit mit wiss. Experimenten, verglüht 17. 6. 1979
China 3 1975-70-A	26. Juli Shuang-Cheng-Tzu	CZ 2	3500 (?)	69,0	91,0	186 464	1. Versuch einer gesteuerten Rückführung, Kapsel landete außerhalb chines. Territoriums (14. 9. 1975)
China 4 1975-111-A	26. November Shuang-Cheng-Tzu	CZ 2	3500 (?)	63,0	91,0	173 483	erstmalig gelungene Rückführung eines Landapparates (2. 12. 1975), Orbiter am 29. 12. 1975 verglüht
China 5 1975-119-A	16. Dezember Shuang-Cheng-Tzu	CZ 2	3500 (?)	69,0	90,2	180,7 392,6	verglüht: 27. 1. 1976, kein Landemodul
China 6 1976-87-A	30. August SCT	CZ 1 o. CZ 1 c	220	69,2	108,8	194 2147	verglüht: 25. 1. 1978
China 7 1976-117-A	7. Dezember SCT	CZ 2	3600 (?)	59,4	91,1	172 489	Rückführung eines ca. 1000 kg schweren Moduls (10. 12.), Orbiter 2. 1. 1977 verglüht
China 8 1978-11-A	26. Januar Shuang-Cheng-Tzu	CZ 2	3600 (?)	57,2	90,5	162 437	1. technolog. Test einer unbemannten Rückkehrkapsel f. d. bemannten Weltraumflug (30.1.) Orbiter 7.2. verglüht
China 9-11 1981-93-A 1981-93-B 1981-93-D	19. September Shuang-Cheng-Tzu	CZ 1 c	220 220 220	52,5 59,5 59,5	103,3 103,5 103,4	232/ 1598 235/ 1614 234/ 1610	wiss. Satelliten, verglüht: 26. 9. 1981 verglüht: 6. 10. 1982 verglüht: 17. 8. 1982
China 12 1982-90-A	9. September SCT	CZ-2	3600 (?)	63,0	90,2	172 393	wiss. exp. Satellit, erstmals Rückf. d. gesamten Nutzlast (21. 9. 1982)
China 13 1983-86-A	19. August SCT	CZ-2]	3600 (?)	63,3	88,8	160 266]	Rückführung: 24. 8. 1983
China 14 1984-8-A	29. Januar Xichang	CZ-3	900 (Startm.)	31,0	92,1	287 468	Erster experimenteller Nachrichtensatellit der VRC
China 15 1984-35-A	8. April Xichang	CZ-3]	900/ 420	1,1	1436,2	35784 35793	Erster geostationärer Nachrichtensatellit der VRC (STW 2)
China 16; 1984-98-A	12. April Xichang	CZ-2]	3600 (?)	67,9	90,1	171 389]	Kapselrückführung: 17. 9. Orbiter verglüht: 29. 9.

m = Masse, i = Bahnneigung, T = Umlaufzeit, P = Perigäum, A = Apogäum

1970 wurde die FB-1 (FB = Feng Bao) entwickelt. Sie erwies sich jedoch nicht als effektiver, weshalb das FB-1-Programm 1981 wieder gestoppt wurde.

fehlerhafte Übertragung von Meßwerten beobachtet, am 16. Mai verstümmelte der Satellit, da die elektrische Energie der herkömmlichen Akkumulatoren verbraucht war.

China 2: Dieser Raumflugkörper war erstmals mit Sonnenbatterien ausgerüstet; zur Abtrennung der ausgebrannten letzten Raketenstufe kam es erst nach 7 Tagen. Der Satellit sendete auf Frequenzen von 20,009 und 19,990 MHz und übermittelte wissenschaftliche Daten über verschiedene Experimente; eine von Radio Peking verbreitete Tonaufzeichnung der übermittelten Signale hörte sich wie Töne einer chinesischen Flöte an.

China 4: Die Landekapsel hatte die Form eines vorn spitz zulaufenden Zylinders mit 3 oder 4 L-förmigen Antennen. Die Kapsel wurde „Roter Stern“ genannt. Der Satellit erfüllte insbesondere Erdbeobachtungsaufgaben.

China 6: Wahrscheinlich Wiederholung des Testprogramms von China 2, dessen Bordenergiesystem nicht fehlerfrei arbeitete; China 6 war ebenfalls mit Solarzellen ausgestattet.

China 14: Erster experimenteller Nachrichtensatellit der Volksrepublik (STW 1 = Shyan Tongxin weixing), er wurde später durch mehrere Manöver auf eine geostationäre Bahn gehoben.



Abb. 4: Raumfahrtzentren in der Volksrepublik China. (Zeichn.: Jan Oehler)

China 15: Zylinderförmiger, 3,1 m hoher Raumflugkörper mit einem Sonnenzellenmantel, einem Booster an einem Ende und einem Ring mit kleinen Antriebsdüsen in der Mitte. Der Satellit wurde auf 125° östlicher Länge postiert und schickte während vier Wochen scharfe Bilder von Pandas und dem Peking-Himmelstempel zur Erde.

Bis Anfang der 80er Jahre gab es in der VR China konkrete Pläne für bemannte Weltraumunternehmen. Die Rückkehrsektionen einiger Satelliten wurden zu diesem Zweck konstruiert und getestet. Es wurden komplette Test- und Kontrolleinrichtungen entwickelt, wie Vibrator, Schockstand, Simulationskammer, Thermo-Vakuum-Kammer. In der chinesischen Presse wurden Fotos veröffentlicht, die künftige chinesische Raumflieger in der Ausbildung zeigten. Doch 1982 erklärten die Delegierten der VR China auf der UNISPACE 82, daß gegenwärtig nicht bemannte Missionen im Vordergrund stehen, sondern Forschungen, die schnell und kostengünstig der Volkswirtschaft zugute

kommen. Damit ist die dritte Entwicklungs- etappe der chinesischen Raumfahrt charakterisiert.

Im Dienste der Volkswirtschaft

Schwerpunkt in der Nutzung der Satellitentechnik für volkswirtschaftliche Zwecke ist die Einführung eines permanenten Satelliten-Fernmeldesystems. Dazu arbeitet man gegenwärtig auf der Basis eines Dreistufenplans.

1. Verbesserung der landesweiten Kommunikation mittels eines Transponders eines Intelsat-V-Satelliten auf Mietbasis;
2. Kauf ausländischer TV- und Rundfunksatelliten;
3. Deckung des TV-, Rundfunk- und Fernmeldebedarfs mit eigenen Nachrichtensatelliten.

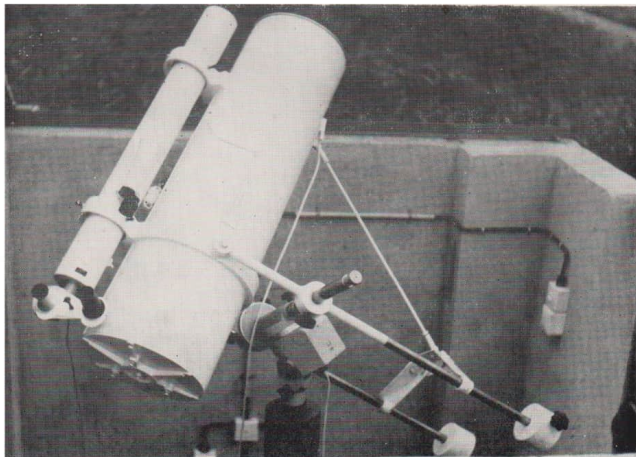
Bis vor kurzem galt es noch als sicher, daß die VR China in den Jahren 1987/88 zwei Kommunikationssatelliten mit der ARIANE oder dem SHUTTLE auf eine geostationäre Bahn bringen lassen würde. Sie sollten im Mikrowellenbereich des sog. Ku-Bandes arbeiten. Neben zwei Fernsehkanälen sollte der Satellitensatz vier Radio-

Die kleine Schmidt-Kamera-Station nach ihrer Fertigstellung im August 1981. (Bild oben)



Schmidt-Kamera 200/240/356, aufgestellt in der neuen Station der Sternwarte Sohland. (Bild unten)

Alle Abbildungen der Bildseiten I—IV gehören zum Beitrag „... Schmidt-Kamera-Station der Sternwarte Sohland“ (S. 20). Fotos: Wolfram Fischer.







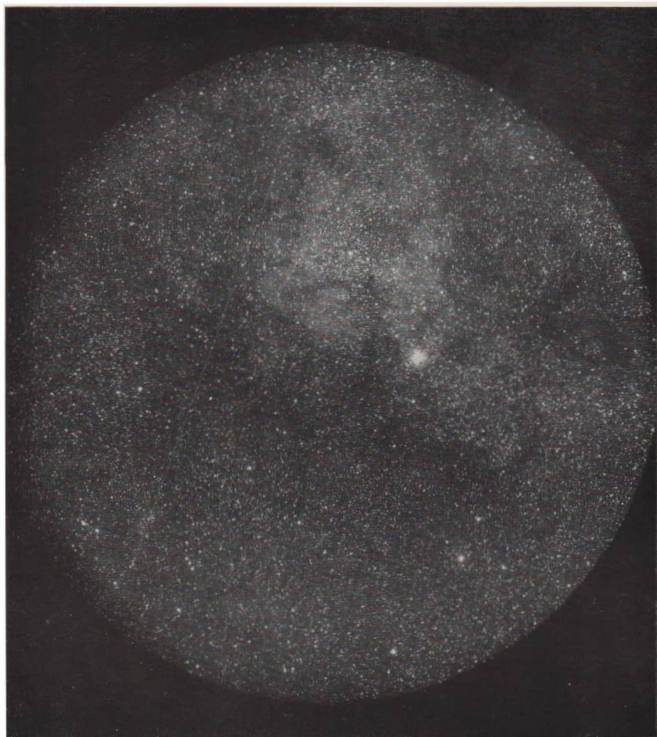


Bild-S. II: Galaktische Emissionsnebel und Dunkelwolken um NGC 7000 (Nordamerikanebel) und IC 5067-0 (Pelikannebel) mit Satellitenspur. Kamera (s. Bild-S. I) mit Rotfilter, hell (Nr. 901), Verl.-Faktor 3—5mal; ORWO NP 27, 6 min in MH 28 (1:4) entwickelt. Belichtung am 14./15. 8. 1985 von 23.35 bis 1.35 MESZ.

Bild-S. III: Versuch einer kontrastgesteuerten Halbreliëfardarstellung in Anlehnung an D. Malins Unschärfemaskierung (vgl. 4. Umschl.-S.) n. Aufn. der Bild-S. II.

Bild oben: Galaktische Emissionsnebel und Dunkelwolken um IC 1396 im Sternbild Cepheus (untere Bildhälfte). Ausdehnung des Objektes: $165' \times 135'$. Diese lichtschwache Nebelregion ist durchzogen von dunklen Buchten und „Elefantenrüsseln“. Der helle Stern nahe der Bildmitte ist μ Cephei.

Mit zur Abbildung kamen mehrere Satellitenspuren und eine kurze Meteorspur.

Aufn.: Schmidt-Kamera, Rotfilter (hell, Nr. 901). ORWO NP 27, in MH 28 (1:4) 6 min entwickelt. Belichtung: 15. 8. 1985 von 2.05—4.05 MESZ.

programme (eins davon in Stereo) verbreiten. Für die Produktion dieser Satelliten bewarben sich Radio Corporation of America (USA), Matra-Alcatel-Thomson-Gruppe (Frankreich), Messerschmitt-Bölkow-Blohm (BRD). Im September 1985 stoppte die chinesische Regierung jedoch das Projekt.

An der Satellitentechnik soll natürlich festgehalten werden, aber man erkannte, daß die begrenzten Mittel nicht einseitig für Satelliten mit wenigen Hochleistungs-Transpondern verwendet werden sollen. Wägt man alle Vor- und Nachteile ab, kommt man in der Tat zu dem Schluß, daß für die VR China Fernmeldesatelliten mit bis zu 16 Transpondern niedriger Leistung effektiver sind als ein System von TV-Direktempfangs-Satelliten.

Die Notwendigkeit, größere und kostenspielerige Bodenstationen zu errichten, dürfte erkannt sein. So soll bis zum Jahre 2000 ein landesweites Netz von Bodenstationen unterschiedlicher Leistung entstehen (Tab. 4).

Tabelle 4

Typ. d. Bodenstation	Antennen- durchmesser in m	Empfangs- leistung in Watt
Satellitenkontrolle	15—18	700—3000
Datenempfang:		
Regional	13	700—3000
Provinz	10	400—700
	5	100—400
Bezirk	3	100

Die Entwicklung eigener Nachrichtensatelliten begann mit STW 1 und 2 bereits relativ erfolgversprechend. Ebenfalls bis zum Jahre 2000 sollen die selbst hergestellten Kommunikations-satelliten einsatzbereit sein. Sie sind auf fünf Arbeitsjahre konzipiert und mit 12 Transpondern ausgerüstet.

Erste Erfahrungen mit der Satellitenkommunikation sammelte die VR China bereits 1974 mit dem Aufbau einer Standard-A-Bodenstation zur Übertragung bescheidener Telefon-, Telegramm- und TV-Kapazitäten. Von Mai 1978 bis Juli 1979 beteiligte sie sich an einem Experiment, das über den von Frankreich und der BRD entwickelten Satelliten Symphonie lief.

Weitere Nutzungsaspekte:

Meteorologie

APT-Empfangsstationen für amerikanische Wettersatelliten TIROS-N und NOAA 6 in 29 Provinzen. Daten des japanischen GMS werden in Beijing und Schanghai aufgezeichnet. Der Start eigener meteorologischer Satelliten in eine sonnensynchrone Polarbahn ist geplant.

Fernerkundung

Entdeckung von Chrom- und Eisenerzlagern in der Inneren Mongolei; Verbesserung der Kartographie von Tibet; Erforschung der Strömungsgesetze des Flußschlammes in der nordchinesischen Provinz Hebei, was eine ökologische Regulierung der Bohai-Bucht ermöglichen soll; Zusammenstellung einer Serie von 17 verschiedenen geologischen Karten im Maßstab von 1:500 000.

Selbst die Archäologie hat sich die Satellitentechnik zunutze gemacht und unlängst anhand von Fernerkundungsbildern einen ehemaligen kaiserlichen Garten aus der Qing-Dynastie (1644—1911) rekonstruiert.

Auch auf einen Technologietransfer kann das Land verweisen. Beispielsweise wird das Prinzip der Wärmeregulierungsanlagen in Satelliten für medizinische Behandlungen und zur Sonnenenergiegewinnung genutzt. Silikon-Sonnenzellenbatterien dienen zu Navigationszwecken sowie für Blinkfeuer und in Mikrowellen-Relaystationen in schwer zugänglichen Gegenden.

Die VR China hat in den letzten Jahren zahlreiche bilaterale Abkommen mit anderen Raumfahrtorganisationen bzw. Firmen geschlossen. Nachfolgend einige der wichtigsten Vereinbarungen:

1980: Mitglied des UNO-Weltraumausschusses COPUOS.

Mitglied der Internationalen Astronautischen Föderation IAF.

1982: Vertrag mit einer amerikanischen Firma zur Ausrüstung einer Bodenstation in der VR China zum Empfang von Landsat-Daten.

1984: Beitritt zum UNO-Weltraumvertrag von 1967.

1985: Vereinbarung mit dem Nationalen Raumforschungszentrum Frankreichs CNES über die Entwicklung eines Erderkundungssatelliten, der die Bodenschätze des „Reichs der Mitte“ erkunden soll.

Wie leistungsstark Chinas Raumfahrttechnologie sein muß, beweist das Angebot der Volksrepublik an Drittländer, die Long March-Trägersysteme für den Start fremder Satelliten zur Verfügung zu stellen.

(Zeichnungen und Grafik: Helma Fritz)

Literatur: [1] National Paper of the VR China, UNISPACE, Wien 1982. — [2] He Jinying: Satellite Broadcasting — The best Way to Meet the Needs of Television Education in China, IAF 1983. — [3] Long March Launch System, Beijing, 1985 (Ministry of Astronautics). — [4] Sarubeshchnaja Elektronika 8/85. — [5] Intervista 9/85. — [6] The Development of Chinese space launch vehicles, IAF-Paper, Stockholm 1985.



Abb. aus Berliner Tageblatt vom 18. 5. 1910. Aufn.: V. Lindenau.

Komet Halley 1910

Ein Zeitungsbericht

Der AK Geschichte der Astronomie regte Zeitungsauwertungen an, um zu ermitteln, wie der Komet Halley im Jahre 1910 einem großen Publikum dargestellt wurde. Inzwischen liegen mehrere Untersuchungen vor, von denen hier eine auszuweisen veröffentlicht wird. Es handelt sich um das „Tageblatt für die Jerichowschen und benachbarten Kreise und Burgische Zeitung“. Der Autor, Dieter Arndt (Burg), faßt seine Analyse so zusammen: „In keinem der Artikel ist etwas von Panikmachelei oder Weltuntergangstimmung zu lesen. Es werden allgemeine Informationen über den Kometen gegeben, wie Größe, früheres Erscheinen, Aufbau, Bahn und Aussehen sowie Beobachtungsergebnisse von Sternwarten und Observatorien. Auch Beobachtungshinweise für interessierte Laien sind enthalten. Gegen Panikmachelei und Verängstigung wird energisch, gelegentlich auch mit Ironie aufgetreten, indem man konkrete Fakten und Erklärungen vermittelt.“

Ha

12. 4. 1910: Weltuntergang am 18. Mai?

An Prophezeiungen des Weltunterganges hat es seit den ältesten Zeiten der Geschichte niemals gefehlt. In allen Volksreligionen leuchtet der Gedanke eines Weltbrandes, eines Muspilli, eines jüngsten Tages mit düsterer Glut, und seit der Zeit, da man eine Stelle aus der Bibel, die vom tausendjährigen Reiche Gottes spricht, wörtlich nahm und im Jahre 1000 n. Chr. Geburt allen Ernstes die Welt untergehen lassen wollte, bis auf den heutigen Tag haben Unglückspropheten große Kreise der leichtgläubigen oder gedankenlosen Bevölkerung mit ihren bombastischen Schicksalsworten geängstigt. Nun

tauchen plötzlich allerlei Besorgnisse, die man für immer begraben hielt, wieder aus der Tiefe der Volksrede empor, da die Wiederkehr des Halleyschen Kometen bevorsteht. Und gerade der große Astronom, der dem Kometen seinen Namen gegeben hat, verdient eine gerechte Würdigung seiner Verdienste; denn er war es, der uns von der Kometenangst befreit hat.

13. 4. 1910: Photographische Aufnahmen des Halleyschen Kometen, die auf der Licksternwarte am 4. und 5. Februar gewonnen wurden, zeigen den inneren Teil des Schweifes als schmalen, ziemlich scharf definierten Konus. Der Kern ist sternförmig, sehr scharf und wohl definiert. Eine zweistündige Exposition am 10. Februar zeigte eine vollständig geänderte Gestalt des Schweifes, die unzweifelhaft auf einen plötzlichen Ausbruch aus dem Kern zurückzuführen ist.

24. 4. 1910: Der Durchgang der Erde durch den Schweif des Halleyschen Kometen.

Das Gestirn zieht auf seiner der Sonne abgewandten Seite einen viele Millionen Meilen langen Schweif mit sich. Gemäß der Bahnlage des Kometen muß er in der Nacht vom 18. zum 19. Mai über die Erde hinwegbrausen. Bestünde der Schweif aus Materie, die auch nur die Dichte des Wassers besäße, so würde es am 19. Mai mit dem Menschengeschlecht zu Ende sein, keine Wissenschaft und keine Technik könnte die Erdenbewohner vor dem Kometen retten, und die rohe Materie würde den endgültigen Sieg über die menschliche Intelligenz davontragen. Man muß dies recht erwägen, um zu erkennen, wie übertrieben die Ansichten sind, welche von einer „Herrschaft“ der Menschen über die Natur und deren Kräfte so oft ausgesprochen werden. Glücklicherweise aber steht vom Wesen der Kometenschweife fest, daß sie aus einem über alle Vorstellung dünn oder fein verteiltem Stoff bestehen, der nach den Beobachtungen von Bessel und Struve selbst das hindurchgehende Sternenlicht nicht merklich beeinflusst. Was im besonderen den Halleyschen Kometen anbelangt, so wird man in Europa in der Nacht vom 18. zum 19. Mai wahrnehmen können, wie sein Schweif über den Himmel hinwegschreitet, der zentrale Durchzug [der Erde durch den Schweif] findet frühmorgens um 3 Uhr MEZ statt und dauert mehrere Stunden. Professor W. Pickering hält es nicht für wahrscheinlich, daß man um die angegebene Zeit das Aufleuchten von Feuerkugeln wahrnehmen wird. Sollten sich im Schweif Cyan-

Verbindungen befinden, so sind diese ihrer ungeheuren Verdünnung wegen durchaus ungefährlich. Von anderer Seite ist der Vorschlag gemacht worden, Sondier-Ballons in große Höhe der Atmosphäre emporzusenden und sie mit selbsttätig wirkenden Vorrichtungen zu versehen, um Luft aus großer Höhe herabzubringen.

18. 5. 1910: Es ist in verschiedenen Blättern darauf hingewiesen worden, daß die früheren Erscheinungen des Halleyschen Kometen mit verheerenden Naturereignissen, Überschwemmungen und dergleichen zusammengefallen seien, und es werden daran Betrachtungen über den Einfluß dieses Kometen auf irdische Vorgänge geknüpft. Solche Ausführungen erlangen vollständig der wissenschaftlichen Unterlage; kein wirklicher Fachmann auf astronomischem Gebiete wird nur einen Augenblick annehmen, daß der Halleysche Komet Überschwemmungen und sonstige Kalamitäten auf der Erde verursachen könne. Es heißt zwar: Kometenjahre brächten guten Wein, aber auch auf das Gedeihen der Reben hat der Komet natürlich keinen Einfluß; das gegenwärtige Jahr wird ein sehr gutes Weinjahr werden, wenn die Weinstöcke von Ungeziefer freibleiben und die Monate August und September genügend Hitze bringen, sonst nicht.

20. 5. 1910: Eine gewaltige Menschenmenge drängte sich gestern Abend zu der Treptower Sternwarte, um die etwaigen nächtlichen Vorgänge zu beobachten. Über der Sternwarte schwebte in einer Höhe von 500 Metern ein kleiner Fesselballon, der die Luftelektrizität aufnahm. Von der Ballonhalle des Berliner Vereins für Luftschifffahrt stiegen eine halbe Stunde vor Mitternacht Professor Sühling und Lüdening mit Instrumenten für luftelektrische Messungen, Staubzählungen und photographische Aufnahmen auf.

Es war also mal wieder nichts mit dem angekündigten Weltuntergang, der in der letzten Nacht vor sich gehen sollte. Alle Hoffnungen, daß nun Arbeit, Mühen und Plagen zu Ende, alle Befürchtungen sind unerfüllt geblieben. Mutter Erde hat die Berührung mit dem blausäurehaltigen Weltenbummler, dem Halleyschen Kometen, der schon im Jahre 66 v. Chr. in Gestalt eines Säbels die Menschheit in Angst und Schrecken setzte, glücklich überstanden und für die nächsten sieben Jahrzehnte steht kein solches Zusammentreffen wieder in Aussicht. Heute früh hat sich das denkwürdige Ereignis des Durchgangs der Erde durch den Halleyschen Kometen glatt vollzogen, ohne daß die Menschheit, abgesehen vielleicht von einigen Männern der Wissenschaft, etwas davon gespürt, gesehen oder gerochen hat. So mancher

hat einen Teil der Nachtruhe geopfert, aber vergeblich, denn der Komet samt seinem fürchterlichen Schweif blieben unsichtbar. Nun können alle ängstlichen Gemüter wieder beruhigt aufatmen.

25. 5. 1910: Sowohl von Sonntag wie von gestern Abend wird von allen Seiten die Sichtung des Kometen gemeldet. Freilich bereitet derselbe eine ziemliche Enttäuschung. Zumeist wurde eigentlich nichts weiter wie ein mattleuchtender Dunstkreis mit einem etwas helleren Kreis erkannt.

27. 5. 1910: Nach dem Weltuntergang.

Nach dem Weltuntergang, der nicht eingetroffen, regt sich neuer Schaffensdrang, blüht ein neues Hoffen – all die Sorgen sind vorbei, die der Halley machte, man genoß den schönen Mai, ohne daß es krachte!

Nicht ein Schwänzchen war zu sehn von dem Welt-Touristen, Anno neunzehnhundertzehn schreiben die Chronisten: lieblich war die Maiennacht, reich an Sterngeflimmer, aber von Kometenpracht sah man keinen Schimmer!

Nicht allein ein Lüftchen wach, auch die Menschenkinder nieden gern ihr Schlafgemach, schwärmten mehr und minder, schauten dorthin stundenlang, wo sich der bewußte Stern nach Sonnenuntergang schließlich zeigen mußte!

Doch es hat sich nicht gelohnt, nachts hinauszutreten, viele guckten in den Mond statt in den Kometen, ein verwaschener Nebelfleck zeigte seine Richtung und es war sein Daseinszweck niemals Weltvernichtung!

Wieder wird die Menschheit keck, denn es ist erklärlich, so ein kleiner blasser Fleck war ihr nie gefährlich!

Ach, man machte viel zu viel von dem kleinen Sterne, der da ohne Zweck und Ziel mißt die Weltenferne!

Wieder wandert er dahin, mög' er glücklich fahren und auf Wiedersehen in – 76 Jahren!

Und ist dann das Menschenkind noch so schlau wie heute, machen Furcht und Sorge blind wieder viele Leute!

Heute geht ein neuer Klang, blüht ein neues Hoffen, nach dem Weltenuntergang, der nicht eingetroffen, wieder spricht man selbstbewußt von der Zeit, der „teuren“, und mit Stolz geschwellter Brust zählt man seine Steuern!

Wieder werden materiell unsere Interessen, aller Augen glänzen hell bei dem – Spargelessen!

Der Komet, der Truggesell, rollt verdrossen weiter, doch auf Erden klingt noch hell Lebensluft.

– Ernst Heiter.

Die kleine Schmidt-Kamera-Station der Sternwarte Sohland

WOLFRAM FISCHER

Zur Entstehungsgeschichte

Nach über 10 Jahren wiederholten Gastwirkens als astrofotografierender Sternfreund an der Sohlander Sternwarte war für mich ein Entwicklungspunkt erreicht, den ich mit dem vorhandenen Instrumentarium nicht mehr überschreiten konnte. Entsprechend dem Profil der Schul- und Volksternwarte, als Vermittler astronomischer Kenntnisse, war das Instrumentarium im wesentlichen für den visuellen Gebrauch bestimmt und entsprach nicht den Erfordernissen der von mir angestrebten mehrstündig zu belichtenden Sternfeldaufnahmen.

Da die vorhandene Ib-Montierung mit Astrokamera allnächtlich neu auf einer Säule im Gelände der Sternwarte aufgebaut werden mußte, gab es große Zeitverluste bei der stets nötigen parallaktischen Justierung der Montierung. Die extrem genaue parallaktische Ausrichtung ist bekanntlich das A und O jeder langbelichteten Sternfeldaufnahme. Diese wurde fast unmöglich gemacht durch einen Justierkopf auf der Säule, an dem die Meridian- und Poljustierung gleichermaßen auszuführen war. Dadurch verstellte man beim Justieren des einen Elementes automatisch das andere. Es gab verzweifelte Nächte, in denen ich bis zu sechs Stunden justierte, ehe ich zufrieden sein konnte und die Belichtung begann. 1978 glückte mir trotzdem eine fehlerlose vierstündige Belichtung des Orion mit einem Tessar 4,5/360 (s. AuR 1979/1, Bild-S. II).

Eine geeignete Säule mit Fußschrauben wurde notwendig. 1980 ließ ich diese nach meinen Vorstellungen bauen und konnte sie, dank dem Verständnis der Sternwartenleitung, in Sohland aufstellen. Der nächste Schritt, für meine Säule eine Überdachung zu errichten und damit auf dem Gelände der Sohlander Sternwarte eine vom Sternwartenbetrieb unabhängige ortsfeste Astrokameraanlage zu schaffen, wurde bald aktuell. W. Roloff (Birkholz) bot sich an, für mich den Kamerakörper einer Schmidt-Kamera herzustellen. Seine diesbezüglichen Verhandlungen bei der Optik-Firma Greßmann und sein Interesse am Instrumentenbau führten schließlich zu dem von mir mit großer Begeisterung aufgenommenen (aber auch finanziell abzusichernden) Plan, eine Schmidt-Kamera 200/250/360 so herzustellen, daß sie noch von einer

Ib-Montierung getragen werden kann. Dieses leistungstarke Gerät erfordert allerdings eine ortsfeste Aufstellung und einen dunklen Nachthimmel. Für mich als Leipziger und bei meiner langjährigen Freundschaft zur Sohlander Sternwarte, kam nur die Aufstellung in Sohland in Betracht, wo diese Grundvoraussetzungen gegeben und möglich waren. Ich nahm Gespräche mit den Vertretern der Sternwarte auf und erhielt die Einwilligung, meine Kamera in einer zu bauenden kleinen Station mit abrollbarem Dach auf dem Sternwartengelände ortsfest aufstellen zu dürfen.

Die ganze Angelegenheit wurde zu einer beispielhaften Unternehmung, die nur durch die opferreiche persönliche Hilfe von Sohlander Sternfreunden für mich durchführbar wurde. Ihnen sei an dieser Stelle nochmals gedankt.

Die Station, 2 m × 2 m Innenfläche, 1,6 m hoch gemauert, mit einem abrollbaren waggonartigen Kuppeldach, wurde im Sommer 1981 errichtet. Die eiserne Dachkonstruktion hatte zuvor ein Schlosser in Leipzig angefertigt. Nach dem Transport wurde sie in Sohland mit Schalbrettern und Dachpappe abgedeckt. Eine wesentliche Hilfe für mich war die Besorgung von Baumaterialien und die Verpflichtung eines Maurers durch die Sohlander Sternfreunde. Damit glückte mir eine Unternehmung, die für viele schon mangels Grundstück undurchführbar ist. Darüber hinaus ist es ein Glück zu wissen, daß dieses Produkt, als integrierter Bestandteil einer Schul- und Volksternwarte auch in späterer Zeit weiter bestehen kann.

Zur rechtlichen Seite der Station

Da es ein verzwicktes Unterfangen gewesen wäre, eine private Station auf dem Gemeindegrund der Sohlander Sternwarte rechtlich darzustellen, erstattete mir die Gemeinde Sohland die Ausgaben, die mit der Errichtung der Station verbunden waren, zurück. Damit gehört das Gebäude der Sternwarte. Das Instrument darin ist mein Eigentum. Es ist zusammen mit der Station über die Sternwarte versichert. In einem detaillierten Nutzungsvertrag wurde mein Verhältnis zu dieser Einrichtung fixiert. Als Gegenleistung stellte ich das Instrument prinzipiell der Sternwarte zur Nutzung zur Verfügung. Wie schwierig es allerdings sein würde, einen Fremden mit den Besonderheiten einer solchen Anlage vertraut zu machen, um Fehlbedienungen auszuschließen, sollte sich erst später zeigen.

Der Gesamtwert der Einrichtung beträgt heute ca. 10 000 M.

Warum gerade eine Schmidt-Kamera?

Jeder Astrofotograf kennt die Verlockung großer Brennweiten. Leider bedeuten sie für den Amateur ein zu kleines Öffnungsverhältnis, da allein die Optik sonst gar nicht erschwinglich wäre. Die Wahl eines kleineren Öffnungsverhältnisses ist aber gleichzusetzen mit der freiwilligen Eingung der Möglichkeiten auf wenige Objekte mit genügend großer Flächenhelligkeit. Darüber hinaus sind Aufnahmen von Sternhaufen und Nebeln mit langbrennweitigen Geräten für den Amateur Experimente, die nur mit großer Mühe kurz belichtet werden können und dann trotzdem meist noch verwackelt, bestenfalls rundgewackelt sind. Infolge ungenügender Nachführgenauigkeit büßen diese Aufnahmen ihre Vorzüge teilweise wieder ein. Die Schärfe ist nicht befriedigend und die Reichweite bei Sternen entspricht nicht der relativ großen Öffnung. Es gibt für den Amateurfotografen nur eine Möglichkeit, es Großgeräten gleichzutun. Dies kann nicht die Auflösung sein und nicht die Reichweite bei Sternen, sondern einzig das Vermögen, zu lichtschwachen Flächenstrukturen vorzudringen (sofern sie sich auflösen lassen). Die Abbildungsintensität flächenhafter Objekte wird bekanntermaßen ausschließlich durch das Öffnungsverhältnis bestimmt. Lichtverluste durch Reflexion und Absorption wollen wir einmal außer acht lassen.

Als mir W. Roloff erstmals Aufnahmen von seiner ersten Schmidt-Kamera 150/210/270 schickte, war ich fasziniert von der brillanten Schärfe, dem Strukturreichtum der Nebel, der Winzigkeit der abgebildeten Sterne. Nur 27 cm Brennweite, jedoch meinen Tesseraufnahmen 4,5/360 in jeder Hinsicht weit überlegen.

Es handelte sich um die 27 cm Brennweite einer Schmidt-Kamera. Die großartige Korrektur des Schmidt-Systems, das große Öffnungsverhältnis, die große Öffnung, die geringen Lichtverluste durch Absorption und Reflexion und die Möglichkeit, hochauflösende unempfindlichere Emulsionen einzusetzen, bringen die Überlegenheit.

Bei langbelichteten Nebelaufnahmen mit Linsenkameras fallen die ins groteske ausgedehnten Sternscheiben auf, die die immer noch schwach geschwärzten Nebel halb zu decken. Da die Abbildungsintensität der Sterne, im Gegensatz zu Nebeln, vom Öffnungsverhältnis nicht beeinflusst wird, sondern nur von der Öffnung abhängt, wird das Licht der Sterne gegenüber Flächenobjekten stark bevorzugt. Wir haben eine Disproportion in der Abbildungsintensität zwischen Sternen und Nebeln. Bei dem Öffnungsverhältnis 1:4,5 kommt das Ster-

nenlicht 20,25mal intensiver zur Abbildung als das Licht eines Nebels (s. AuR 1977/6, S. 181).

Bei meiner Schmidt-Kamera (effektives Öffnungsverhältnis 1:1,88) beträgt dieser Wert lediglich 3,5. Bei dieser Lichtstärke sind kräftig geschwärzte Nebelaufnahmen bereits mit kurzen Belichtungszeiten realisierbar, bei denen die abgebildeten Sternscheiben noch klein sind. Hieraus resultiert zusätzlich ein astrofotografisch wichtiger Auflösungs-vorteil. Es ist also unsinnig zu glauben, ein kleines Öffnungsverhältnis durch lange Belichtungszeiten gleichwertig kompensieren zu können. Hinzu kommt, daß selbst für die lichtstarken Schmidt-Kameras bei Verwendung von Filtern mehrstündige Belichtungen sinnvoll sind. Demzufolge konnte es für mich keine Alternative zur Schmidt-Kamera (oder zu ähnlich lichtstarken Spiegelsystemen) geben.

Die Schmidt-Kamera 200/240/356

Die geplante Schmidt-Optik von M. Greßmann hatte im Endeffekt die optischen Parameter 200/240/356 mm und wurde in dem von W. Roloff angefertigten Kamerakörper im April 1983 in der neuen Sohlander Station aufgestellt. Trotz Leichtbauweise können die Dimensionen der Kamera und ihre Aufhängung, mit insgesamt 35 kg Masse, von der Ib-Montierung natürlich nur noch mit Mühe bewältigt werden. Um eine günstige Lastaufnahme zu erreichen, wurde die Kamera zwischen zwei Balancierstangen, in Anlehnung an die früher von Zeiss produzierte Meyer-Montierung, befestigt. Die Einstellmöglichkeiten am Himmel werden dadurch kaum eingeschränkt. Bei der Ausbalancierung der Anlage treten in ungünstigen Lagen Schwierigkeiten auf. In solchen Fällen müssen unter Umständen Restkräfte zu Lasten der Schneckenräder in Kauf genommen werden. Die Stabilität des Gerätes ist noch ausreichend. Ihr schwächster Punkt ist die Schnappklemmung der Deklinationsachse. Da die Kamera geschützt steht, hatte ich bisher durch Windeinwirkungen keine Probleme. Die erzielten Aufnahmen beweisen die volle Funktionstüchtigkeit des Gerätes, das wohl vermutlich in seinem Leistungsvermögen, aus astrofotografischer Sicht und in Verbindung mit einer Ib-Montierung, kaum noch übertroffen werden kann (vgl. Bild-S.). Da der Sinn jeder Amateureinrichtung an begrenztes Wissen, mangelhafte Auswertemethoden und an einen extrem geringen Auslastungsgrad gebunden ist und noch in irgend einem Verhältnis zu dem großen persönlichen Aufwand bei deren Errichtung stehen muß, kam für mich nur eine Ib-Montierung in Frage. Die Nachführkorrekturen erfolgen mit einem Frequenzwandler, der bei

einer Auflösung von ca. 15" auf NP 27 bzw. 10" auf DK5 notwendig ist. Den Nachbau des (vorhandenen) 50 Hz-Quarzgenerators kann ich nicht empfehlen. Er garantiert zwar den Istwert 50 Hz, jedoch leider nicht den Sollwert Nachführung, der x-Hz betragen müßte. Man kann diesen Wert durch Beobachtungen ableiten. Er ist allerdings infolge der Teilungsfehler des Schneckenrades nicht konstant.

Zur Kameraanlage gehört das Leitrohr AS 63/840, eine Leitsternsucheinrichtung mit einem 6 mm Fadenkreuzokular und einem 40 mm H-Okular zur Übersicht, ein Sucherfernglas 8x30 mit Fadenkreuz (beleuchtet), Dunkel-feldbeleuchtung, Objektiv- bzw. Korrektions-plattenheizung und eine Azimutjustiervorrichtung an der Montierung. Zwei runde Kassetten zum Filmdurchbiegen stehen zur Verfügung. Sie haben Bildfelder von 24, bzw. 49 mm Ø. Am Himmelentspricht dies 3,8 bzw. 7,8 Grad. Die Abschattung durch den relativ kleinen Spiegel ist kaum merklich.

Die Kamera bildet auf NP 27-Film nach halbstündiger Belichtung Sterne bis 16^m ab. Längere Belichtungen bringen wegen der starken Verschleierung kaum Gewinn. Ein weiteres Vordringen ist über die Rothelligkeit bestimmter Objekte mit Filtern möglich, da in diesem Spektralbereich bekanntlich der Nachthimmel wesentlich dunkler ist. Die Kamera erreicht tausende Spiralnebel bis in die 15. Größe hinein und hat auf dem Gebiet galaktischer Gasnebel ein weites Einsatzgebiet. Laut Bečvář-Atlas gibt es an unserem Himmel 80 galaktische Nebel größer als 50 Bogenminuten.

*

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen September/Oktober 1985

Tag	September	Oktober	Tag	September	Oktober
1	7	0	16	9	25
2	0	0	17	8	19
3	0	0	18	10	20
4	0	0	19	10	31
5	0	0	20	9	46
6	0	0	21	8	50
7	0	0	22	7	72
8	0	0	23	0	67
9	0	0	24	0	63
10	0	0	25	0	55
11	7	0	26	0	38
12	0	0	27	0	25
13	9	11	28	0	14
14	9	13	29	7	11
15	9	15	30	7	0
			31		0

Mittel 3,9 18,5

A. KOECKELENBERG

BEOBSACHTUNGSHINWEISE



Die Besonnungsdauer einer Wand

ARNOLD ZENKERT

Häufig wird gefragt: Wie lange wird eine Hauswand von der Sonne beschienen? Es geht hierbei um die *Besonnungsdauer* einer Wand und um den Zeitpunkt des sogen. *Streiflichtes*, d.h., der Übereinstimmung des Azimutes der Sonne und der Wand. Bei der Anlage eines Hauses oder einer Terrasse spielen diese Gesichtspunkte eine wichtige Rolle. Jeder Architekt muß sich damit beschäftigen; Tabellenwerke und Nomogramme vermitteln ihm die gewünschten Werte. Zu den praktischen Kenntnissen eines Amateurastronomen bzw. Astronomielehrers sollten auch die Berechnungen der Besonnungsdauer von Wänden gehören. Mit Hilfe des Taschenrechners sind die Ergebnisse verhältnismäßig rasch zu erzielen.

Wer hat nicht schon die Erfahrung machen können, daß der Beginn bzw. das Ende der Besonnung einer Terrasse oder eines Balkons im Laufe des Jahres nicht zum gleichen Zeitpunkt erfolgt? Mit anderen Worten: Die Sonne steht zur gleichen Tageszeit nicht immer in der gleichen Richtung! Ausgenommen davon ist der Durchgang durch den Südmeridian (Kulmination), der immer um 12^h wahrer Ortszeit (WOZ) erfolgt. Diesen für unsere Überlegungen wichtigen Zeitpunkt bezeichnen wir als *wahren Mittag* (Ortsmittag). Messen wir das Azimut der Sonne zur Nord-Süd-Richtung eine Stunde vor oder nach dem Meridiandurchgang, so erhalten wir für die Breite von 51° folgende unterschiedlichen Werte:

28,4° am 21. 6.
19,0° am 21. 3. u. 23. 9.
14,2° am 21. 12.

Veranschaulichen wir uns dies an der scheinbaren Himmelskugel mit ihren Kreisen für das Horizont- und Äquatorsystem! Die „Stundenwinkel-Schritte“ der Sonne sind mit 15° pro Stunde immer die gleichen. Die „Azimut-Schritte“ ändern sich dagegen mit der Sonnen-deklination. Im Sommer sind sie bedeutend größer als im Winter.

Die Ost-West-Wand

Die oft zu hörende Feststellung, wonach die Besonnungsdauer an einer Ost-West-Wand stets 12 h betrage, trifft nur mit Einschränkung zu und gilt lediglich für eine Sonnendeklination von

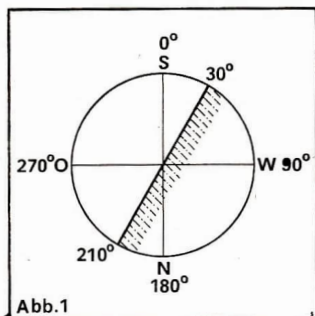


Abb. 1

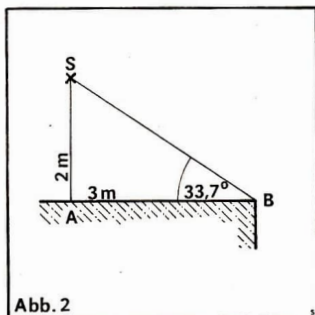


Abb. 2

0° (21. 3. und 23. 9.). Bei zunehmender Deklination wird die Besonnungsdauer eingeschränkt und beträgt z.B. bei $\delta + 23,44^\circ$ am 21. 6. für eine Breite von 52° nur noch 9 h 21,5 min.

Für die Berechnung gilt:

$$\cos \tau = \frac{\tan \delta}{\tan \varphi}$$

Damit wird der halbe Tagbogen berechnet, das Ergebnis ist daher mit 2 zu multiplizieren.

Beispiel: Wie lange erhält eine Ost-West-Wand (vertikale Südsonnenuhr) bei $\delta = +15^\circ$ (1.5. bzw. 12. 8.) in Erfurt ($\varphi = 51^\circ$) Sonnenschein?

Ergebnis: $\tau = 154,9364^\circ$, im Zeitmaß: 10,3291 h = 10 h 20 min.

Will man den Zeitpunkt des Streiflichtes ermitteln, gilt der Wert des Ergebnisses der Berechnungsgleichung für den halben Tagbogen. Für unser Beispiel: $77,4682^\circ$, im Zeitmaß: 5,1545 h = 5 h 10 min. Dieser Betrag wird von dem Zeitpunkt des wahren Mittags (12 h WOZ) abgezogen (Vormittag) bzw. hinzugezählt (Nachmittag).

Von allgemeinem Interesse ist immer die Zeitangabe in MEZ. Dafür ist eine kleine Korrektur erforderlich. Der „Kalender für Sternfreunde“ gibt bei den monatlichen Ephemeriden für die Sonne bei „D“ den Süddurchgang (Kulmination) unter Berücksichtigung der Zeitgleichung an. Dieser Betrag gilt für 15° östl. Länge (Görlitz) und bedarf der Ortszeitkorrektur, so z. B. für Potsdam um 8, für Erfurt um 16 Minuten, die stets hinzuzuzählen sind. Wenn z. B. am 1. 5. die Sonne in Görlitz um 11 h 57 min MEZ im Süden steht, bedeutet dies die wahre (wirkliche) Tagesmitte, auf die alle berechneten Werte zu beziehen sind. Unser MEZ-Mittag spielt dann keine Rolle mehr. (Während der Gültigkeits-

dauer der MESZ muß die eine Stunde berücksichtigt werden.)

Diese Thematik betrifft auch den Funktionsbereich von Sonnenuhren. Eine vertikale Süd- oder Westwand erhält daher nur am 21. 3. und 23. 9. mit 12 Stunden die volle Besonnung. Es geht in jedem Fall um die Berechnung des Stundenwinkels, d. h. des Abstandes vom wahren Mittag, ausgedrückt im Winkelmaß bzw. Zeitmaß.

Von Ost-West abweichende Wände

Hier sind die Verhältnisse etwas komplizierter, wobei die Größe der Wandabweichung entscheidend ist. Bei einer nach Osten abweichenden Wand wird die Besonnungsdauer am Vormittag vergrößert, auf der Nachmittagsseite dagegen eingeschränkt. Bei einer nach Westen abweichenden Wand liegen die Verhältnisse umgekehrt. Bei den Berechnungen kann auf das Vorzeichen bei der Wandabweichung α verzichtet werden, da aus der Angabe der Abweichung die zeitlichen Verhältnisse der Besonnungsdauer (Streiflicht) eindeutig sind. So kann z. B. bei einer um 40° nach Osten abweichenden Wand das Ende der Besonnung nur am Nachmittag liegen.

Die Berechnung bei $\delta = 0^\circ$ ist am einfachsten:

$$\tan \tau = \frac{\sin \varphi}{\tan \alpha}$$

Beispiel: Auf 52° Breite ist für den 21. 3. bzw. 23. 9. das Ende der Besonnung (Streiflicht) an einer Wand mit einer Abweichung von 30° nach Osten zu berechnen.

Ergebnis: Bei einem Stundenwinkel von $53,7709^\circ$ tritt das Streiflicht ein, im Zeitmaß ausgedrückt: 3,5847 h = 3 h 35 min (gerundet auf Min.) nach dem wahren Mittag.

Durch Umstellen der Formel läßt sich für $\delta = 0^\circ$ bei bekanntem Stundenwinkel (Zeitpunkt des Streiflichtes) das Wandazimut oder die geogr. Breite ermitteln.

Beträgt die Sonnendeklination mehr oder weniger als 0° gilt folgende Formel:

$$\tau' = \arcsin(\cos \tau \tan \delta \cot \alpha \cos \varphi) - \tau$$

Der Stundenwinkel τ – hier als Hilfswinkel – ist der obigen Formel für $\delta = 0^\circ$ zu entnehmen. Bei der Deklination achte man auf das Vorzeichen!

Beispiel: Wann erhält auf 52° Breite eine Wand mit der Abweichung von 30° nach Osten am 21. 6. ($\delta = +23,44^\circ$) und am 21. 12. ($\delta = -23,44^\circ$) am Nachmittag Streiflicht (Ende der Besonnung)? Für τ gilt: $53,7709^\circ$.

Ergebnisse: Für den 21. 6.: $37,9132^\circ$, im Zeitmaß: $2,5275 \text{ h} = 2 \text{ h } 32 \text{ min}$.

Für den 21. 12.: $69,6285^\circ$, im Zeitmaß: $4,6419 \text{ h} = 4 \text{ h } 39 \text{ min}$. (Die Sonne ist zu diesem Zeitpunkt bereits untergegangen.)

Das Ende der Besonnung findet um die ermittelten Beträge **nach** dem wahren Mittag statt. Auch hier sind die größeren „Azimut-Schritte“ im Sommer zu erkennen.

Die Richtung der Wandabweichung (Wandazimut) ist im engen Zusammenhang mit dem Auf- und Untergangszimut der Sonne zu sehen. Die in unserem Beispiel genannte Wandabweichung um 30° nach Osten weist demnach auf das Sonnenaufgangs-Azimut von 240° oder 30° Morgenweite zwischen Ost und Nord. Durch Umstellen der Berechnungsformel für die Morgen- und Abendweite ($\sin \alpha = \sin \delta / \cos \varphi$) läßt sich die Sonnendeklination, d. h. das Datum berechnen, wann die Sonne in der Verlängerung der Wand auf- bzw. untergeht. In unserem Falle ist dies bei einer Deklination von $17,9^\circ$, also am 12. 5. und am 2. 8. der Fall ($\sin \delta = \sin \alpha \cos \varphi$). Zwischen diesen Tagen setzt die Besonnung der Wand ein, wenn die Sonne bereits am Himmel steht. An allen übrigen Tagen des Jahres beginnt diese erst mit dem Sonnenaufgang. Für die geogr. Breite von 52° gilt, daß die Sonne am 21. 6. $40,2^\circ$ vom Ostpunkt nach Nord entfernt aufgeht und auch um diesen Betrag zwischen West und Nord untergeht. Stellt man die Frage nach dem Beginn der Besonnung am 21. 6., können wir uns die Berechnung sparen und einfach das Ergebnis des Endes der Besonnung am Nachmittag vom 21. 12. (Stundenwinkel: $69,6286^\circ = 4,6419 \text{ h} = 4 \text{ h } 39 \text{ min}$) übernehmen. Hier aber gilt nicht 12 h WOZ (wahrer Mittag), sondern 0 h WOZ (wahre Mitternacht). Die Besonnung beginnt an diesem Tage $4 \text{ h } 39 \text{ min}$ **nach** der wahren Mitter-

nacht. Die Auswirkungen der Refraktion bleiben hier unberücksichtigt.

Die Frage, wie groß die Abweichung sein muß, damit die Wand stets vom Sonnenaufgang an Licht erhält, ist mit dem Aufgangszimut der Sonne von $40,2^\circ$ am 21. 6. beantwortet. Analog dazu ist zu verfahren, wenn die Wand den gleichen Betrag nach Westen abweicht. Die Himmelsrichtungen sind hier leicht zu vertauschen. Man mache sich die Situation immer mittels einer Skizze klar (Abb. 1).

Die Berechnungen gelten unmittelbar für die Wand. Je größer der Abstand von der Wand ist, um so mehr wird die Besonnungsdauer verlängert. Angenommen, der Sitzplatz auf einer Terrasse befände sich 2 m von der Wand entfernt, der Abstand von der Hausecke sei 3 m. Wir erhalten damit ein verändertes Wandazimut, bzw. eine veränderte Wandabweichung. Der Winkel von $33,7^\circ$ ist mit Hilfe des Tangens im Dreieck ABS (Abb. 2) ermittelt worden.

Mit diesen verhältnismäßig einfachen Berechnungen kann der beobachtende Sternfreund auch die Dauer des Sichtbarkeitsbogens für Gestirne und damit den Beobachtungsbereich bestimmen.

*

Beschreibung eines Vergleichs-sternphotometers

ULRICH WITT

Zur Geschichte und Idee

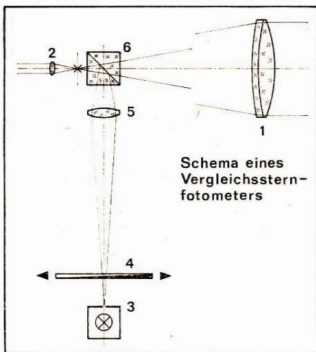
Als ich vor Jahren begann, mich mit der Beobachtung Veränderlicher Sterne zu befassen, versuchte ich mit der bekannten Stufenschätzmethode nach Argelander brauchbare Ergebnisse zu erlangen. Für geringe Helligkeitsunterschiede zwischen den Sternen, geringe örtliche Abstände und einen genügend dunklen Himmel ist diese Methode recht genau und einfach. Ich empfand es aber zunehmend als störend, wenn sich die zu vergleichenden Sterne nicht im oder mindestens nahe des Gesichtsfeldes befinden. Im Bereich des mehr oder weniger störenden Stadtlichtes ist eine Beobachtung ohne Fernrohr nur noch bei hellen Sternen möglich, im Gegensatz zur Dunkelheit auf dem Lande. Auf der Suche nach besseren Methoden zur Helligkeitsbestimmung griff ich die Ideen von Zöllner und Kayser auf und machte aus beiden

Abb. oben: Es bedeuten 1 – Fernrohrobjektiv, 2 – Okular, 3 – künstlicher Stern, 4 – Graukeil, mit dessen Hilfe der künstliche Stern auf die Helligkeit des Meßobjektes gebracht wird. Die Stellung des Graukeils ist ein Maß für die Helligkeit des Meßobjektes. 5 – Optik zur Abbildung des künstlichen Sterns, 6 – Vereinigung des Fernrohrstrahlengangs mit dem des Vergleichssterne, hier mittels Teilungswürfels (halbverspiegelte Diagonale).

nach einigen Versuchen eine Mixtur, die aber auch schon in „Populäre Astronomie“ von Newcomb-Engelmann genannt ist.

Technisches Prinzip

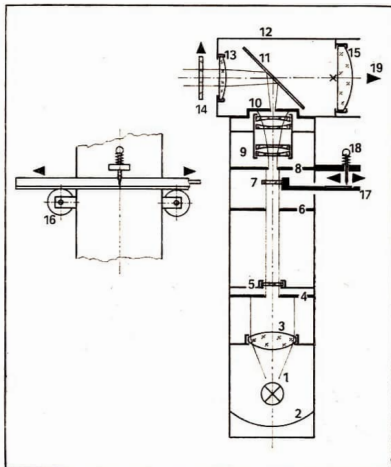
Das Photometer ist wie folgt aufgebaut: Eine vergleichssterneerzeugende Lichtquelle wird in den Strahlengang zwischen Objektiv und Okular mit Hilfe einer planparallelen Glasscheibe eingespiegelt, erscheint dadurch neben dem zu messenden Stern im Gesichtsfeld. Mit Hilfe eines verschiebbaren Graukeils wird der künstliche Stern vor der Einspiegelung so in seinem Licht verändert, daß es dem zu messenden Stern möglichst entspricht. Ich messe den Veränderlichen und einige, mindestens zwei Sterne seiner Umgebung. Hieraus kann man dann schon eine



Anmerkung der Redaktion: Aus der Art des vom Autor vorgeschlagenen Aufbaus wird deutlich, wie gering die Lichtausbeute dieser Lösung ist. Wir möchten darauf hinweisen, daß dies nicht die einzige und auch nicht die beste Variante der optischen Konzeption ist. Sicher wählte der Autor diese hier beschriebene wegen der relativ leichten Beschaffbarkeit der Optikteile.

Abb. rechts: Aufbau des Vergleichssternephotometers.

- 1 3 Glühlampen 2,5 V 0,15 A
- 2 Reflexionsfläche
- 3 Sammellinse $f \approx 10$ mm
- 4 Blende, Lochdurchmesser 3 mm
- 5 Blaufilter
- 6 Blende, Lochdurchmesser 3 mm
- 7 Graukeil
- 8 Blende, Lochdurchmesser 2 mm
- 9 4 plankonkave Linsen
- 10 Blende, Lochdurchmesser 1 mm
- 11 Diagonal im Okular
- 12 Huygens-Okular
- 13 Augenlinse des Okulars
- 14 schwenkbares Graufilter
- 15 Feldlinse des Okulars
- 16 Führungsrolle für den Graukeil
- 17 Meßstreifenunterlage
- 18 mittels Stellschraube verschiebbare Nadel
- 19 zum Objektiv



Lichtkurve ableiten. Sind die Helligkeiten der Vergleichssterne bekannt, können die Meßwerte mit einer einfachen Proportion in Größenklassen umgewandelt werden.

Bauliche Ausführung

Hier kann ich nur von meinen Gegebenheiten ausgehen. Ich betreibe das Photometer mit auf drei Volt heruntertransformierter Netzspannung. Drei hintereinander angeordnete Glühlampen bilden parallelgeschaltet die Lichtquelle, deren Strahlen durch eine Sammellinse parallel gerichtet werden. Sie gehen durch eine Lochblende von ca. 3 mm Durchmesser und ein Blaufilter, zwecks Angleichung der Farbe an das meist weiße Sternlicht. Mirasterne lassen sich trotzdem noch gut messen. Etwa 120 mm nach der Blende befindet sich der verschiebbare Graukeil. Ich wählte für diesen die Abmessung 220×10 (in mm) mit einer Keilkonstante 5, d. h.: von klar durchsichtig nimmt die Schwärzung über die Länge gleichmäßig zu und erreicht am anderen Ende eine 10⁵-fache Lichtschwächung. Damit beträgt die Helligkeitsabnahme des Vergleichssterne etwa 1 mag je 20 mm Keillänge. Danach wird der Lichtstrahl mit einem Konkavliniensystem auf Sternförmigkeit verkleinert und fällt durch eine Lochblende (1 mm Ø) auf die o. g. Glasscheibe. Geeignet ist ein gutes Diaglas. Diese Einspiegelung erfolgt in einem Huygens-Okular. Die Verkleinerung des künstlichen Sternpunktes geschieht also durch ein umgekehrtes Galileisches Fernrohr. Die Verwendung eines kurzbreitweitigen Okulars ist daher nicht möglich. Das ganze Gerät läßt sich wie ein Okular einsetzen. Die notwendigen Rohre habe ich aus Kartonpapier gewickelt und verleimt. Auch Hartpapierrohr fand Verwendung. Alles muß möglichst leicht, aber stabil und biegungsfrei sein. Die drei Glühlampen (2,5 V; 0,15...0,2 A) müssen senkrecht zum Strahlengang in allen Richtungen ausrichtbar sein, da die Glühfäden genau vor der ersten Lochblende stehen müssen und damit in Sammellinsennitte. Natürlich muß der Lampenbereich durch eine Kappe abgedeckt werden, die Blendungen verhindert, kühlende Lüftung aber zuläßt. Die Glasplatte zum Einspiegeln und Erzeugen des künstlichen Sternpaares muß in der Okularfassung klappbar und um die optische Achse des Okulars drehbar sein, um die Ausrichtung der Lichtpunkte in Gesichtsfeldmitte zu ermöglichen. Den Graukeil habe ich in einem Rahmen gelagert, der eine gummi belegte Fläche besitzt, auf der ein Registrierstreifen befestigt werden kann. Dieses Bauteil läßt sich unter einer Brücke verschieben. Auf der Brücke befindet sich eine Vorrichtung,

mit der die jeweilige Graukeilstellung mit einem Nadelstich in den Registrierstreifen markiert werden kann. Der Graukeil muß vor Feuchtigkeit geschützt werden, damit die Gelatineschicht zwischen den Glasstreifen nicht beschädigt wird. Schwankt die Netzspannung stark, ist ein Stabilisator vorzuschalten.

Die Beobachtung

Der zu messende Stern wird mit dem Fernrohr so in das Gesichtsfeld gebracht, daß er mit dem künstlichen Sternpaar ein gleichseitiges Dreieck bildet. Auch die anschließend zu messenden Umgebungssterne sollen immer diese Lage haben. Nun wird der Graukeil durch den Strahlengang geschoben, bis der echte Stern mit seiner Helligkeit zwischen der der künstlichen Sterne steht. Der von der Rückseite der Ablenkscheibe kommende Lichtpunkt ist etwas schwächer als der von der Vorderseite. Die Stellung des Graukeils wird dann mit einem Nadelstich auf dem Registrierstreifen markiert. Ich wiederhole den Meßvorgang meist fünfmal und bilde daraus das Mittel. Mit einer Schraubenumdrehung verschiebe ich nun die Brücke mit der Nadel um eine Gewindeganghöhe, stelle einen Umgebungsstern ein und messe. Sind die zu messenden Sterne sehr hell, kann es zur Überstrahlung beim künstlichen Sternpaar kommen, was das Bestimmen der richtigen Graukeilstellung unsicher macht. Da bewahren sich zwischen Auge und Okular einwechselbare Graufilter. Mein Meßstreifen ist 34 mm breit, bedingt durch die Länge der Stellschraube M4, und bietet Platz für mindestens 25 Messungen. Als Unterlage für den Meßstreifen verwendete ich Preßpappe, für die Gummiauflage ein Stück von einem alten Fahrradschlauch. Wichtig ist eine Atemabschirmung für den Graukeil. Sollte der Stern bei ruhiger Luft zu nadelspitz erscheinen, und damit das Vergleichen mit dem künstlichen Sternpaar unsicher werden, schafft geringe Extrafokalstellung des Okulars Abhilfe. Die erreichbare Genauigkeit dieser Methode liegt nach meiner Erfahrung bei $\pm 0^m,15$ und ist damit etwas schlechter als die Stufenschätzung nach Argelander, dafür aber in der Vergleichssternewahl unabhängig. Trotzdem sollten die Vergleichssterne möglichst in der Nähe des zu messenden Sterns liegen, damit Luftdurchsicht und Extinktion nicht unterschiedlich sind.

Reichweite

Welche Sternhelligkeiten sich mit diesem Photometer messen lassen, hängt ab von der Dunkelheit des Himmels, der Luftbeschaffenheit, dem Objektivdurchmesser und der Helligkeit der

Lichtquelle. Ich setze das Photometer vorrangig in Verbindung mit einem Cassegrain-Spiegel (160/2310/930) ein. Meßbar sind bei sehr klarem Himmel Sterne von $3^m \dots 11^m$, bei schlechter Durchsicht von $2^m 5 \dots 8^m 5$. Die Aufhellung des Himmels ist hier trotz Stadtrandnähe schon sehr störend.

Bezugsquellen der optischen Bauteile

Konkav- und Konvexlinsen: Firma Otto H. Kratzsch, 9010 Karl-Marx-Stadt, Am Markt 1. – **Grauheit:** VEB Carl Zeiss Jena, Betriebssteil Dresden-Reik, 8036 Dresden, Mügeln Str. 40 (Bestellangaben: Längsgrauheit 10×220 nm, Enddicke 5, klar durchsichtig, verkittet. – Preis ca. 120 M; Prospekte können angefordert werden). – Die übrigen Teile sind im entsprechenden Fachhandel erhältlich.

KURZBERICHTE

Mitteilung der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt

Die 6. Tagung für die Leiter der Fachgruppen Astronomie im Kulturbund der DDR findet voraussichtlich am 25. und 26. 10. 1986 in Jena statt. Die Fachgruppenleiter werden dazu noch gesondert eingeladen. Fachgruppen, die in den letzten zwei Jahren gebildet wurden, wenden sich bitte rechtzeitig mit der Bitte um Übersendung einer Einladung an die Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt, 1030 Berlin, Postfach 34. Die Arbeitskreise „Sternbedeckungen“ und „Kometen“ veranstalten im Jahre 1986 zentrale Leitungseminare.

ZKAR

*

Das Kepler-Brahe-Denkmal in Prag

Prag war am Ende des 16./Anfang des 17. Jh. eines der Zentren astronomischer Forschung. Nicht nur Tycho Brahe (der bis zu seinem Tode 1601 nur wenig mehr als zwei Jahre hier lebte) und Johannes Kepler stehen dafür, welche Möglichkeiten die wirtschaftlich blühende Metropole Böhmens mit ihrem hier residierenden kunst- und wissenschaftsfördernden Kaiser Rudolf II. bot. Sein Sammelrühr brachte anscheinlich Kunstwerke zusammen, seine Gläubigkeit an ein Gestirnschicksal ließ ihn die Astronomie fördern. Das große „Auftragswerk“ der „Rudolphinischen Tafeln“, von Brahe initiiert, fand seine Unterstützung vor allem, weil es vermittelte der bis dahin unübertroffenen Beobachtungen des Dänen verbesserte Grundlagen für die Horoskopberechnung verhielt. Kepler führte es mit vielen Mühen und nach der Entdeckung der nach ihm benannten Bewegungsgesetze der Planeten (die beiden ersten fand er während seiner Prager Zeit) zu Ende.

So ganz im Sinne des Auftraggebers waren die Tafeln allerdings nicht. Sie brachten zwar eine erhebliche Verbesserung der Genauigkeit von Planetenberechnungen – doch diese schlug um in eine wichtige Stütze für das bis dahin allgemein wenig beachtete, verkannte oder gar bekämpfte copernicanische Weltssystem. War Kepler auch überzeugter Anhänger der „gelehrten Sternendutung“, lehnte er doch die Horoskoppraxis ab.

An diese Blütezeit der Astronomie in Prag erinnern zahlreiche Denkmale und Bauten. Seit einiger Zeit ist ein neues Denkmal für Kepler und Brahe hinzugekommen. Es stammt von dem Bildhauer Jirz Vajce und steht an der Ecke Keplerova/Parišova, vor dem Platz des ehem. Wohnhauses von Jacob Curtius, das Brahe nach seiner Ankunft in Prag bewohnte (von dem Gebäude sind nur noch unbedeutende Reste erhalten, heute steht hier das Johannes-Kepler-Gymnasium).

Die beiden Gelehrten sind überlebensgroß in Bronze dargestellt. Äußere Symbole und Gestus spiegeln Grundzüge ihrer Persönlichkeit wider: Brahe als der überragende Beobachter mit einem Sextanten in den Händen, ein gründlicher, weltgewandter, ein wenig eigenwilliger Forscher; Kepler, der Theoretiker mit einer Schriftröhre, der kühne Neuerer, der seine erfolgreichen Forschungen trotz widriger persönlicher und gesellschaftlicher Umstände betrieb.

Das Denkmal steht sehr wirkungsvoll in einer kleinen Grünanlage und ist mit der Metro und Straßenbahn gut zu erreichen. Beim nächsten Prag-Besuch sollte es im Besichtigungsprogramm nicht fehlen (s. Titelbild).

J. HAMEL

*

Internationales Treffen von Weltraumfliegern

Vom 2. bis 5. Oktober 1985 fand in Cernay bei Paris die Gründungsveranstaltung der „Internationalen Vereinigung der Raumfahrer“ statt. An dieser Konferenz nahmen 25 Kosmonauten und Astronauten aus 13 Ländern teil, darunter der Fliegerkosmonaut der DDR, Oberst Dr. Sigmund Jähn.

Die Bemühungen um ein derartiges Treffen seitens sowjetischer Kosmonauten und amerikanischer Astronauten gehen bis in die Zeit der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des Gemeinschaftsfluges Sojus-Apollo im Jahre 1975 zurück. Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre schlossen sich die Raumfahrer anderer Nationen, die an Flügen zur Orbitstation Salut bzw. mit der Raumfähre Space Shuttle teilnahmen, diesen Bemühungen an.

Auf Einladung des ersten französischen Raumfliegers, Jean-Loup Chrétien, kam dann diese erste Zusammenkunft zustande. „Unser Heimatplanet“ war das Hauptthema dieser Tagung.

Alexei Leonow, der als erster Mensch frei im Weltraum schwebte, erklärte: „Astronauten und Kosmonauten sind eine Hand voll Menschen, die das Glück hatten, die Erde aus dem Weltraum zu sehen und zu erkennen, wie winzig und zerbrechlich sie ist. Wir hoffen, daß alle Menschen dies verstehen und unseren „Blauen Planeten“ schützen – als das Heim, in dem sie geboren sind, als die Heimat in welcher sie leben und als die Heimstatt, wo ihre Kinder und Enkelkinder nach ihnen leben werden.“

Die Sorge um den Planeten Erde und die Ächtung aller Versuche, den Weltraum für militärische Aktivitäten zu mißbrauchen, war der durchgehende Tenor dieser Veranstaltung. Darum wurden auch folgende humanistische Zielstellungen vereinbart:

– Pflege der Kontakte zwischen den Weltraumfliegern aller Nationen;

Teilnehmer am 1. Treffen der „Internationalen Vereinigung der Raumfahrer“

Raumfahrer	Land	Weltraumstarts bzw. -unternehmen	Weltraum-aufenthalt in Tagen (gerundet)
Dr. Loren Acton (2. Privatastronaut, Konzern Lockheed)	USA	1 Shuttle 51-F	Juli/August 1985 8
Prinz Sultan Salman Al Saud	Saudi Arabien	1 Shuttle 51-G	Juni 1985 7
Alan Bean	USA	2 Apollo 12 Skylab 3	November 1969 Juli/September 1973 70
Dr. Georgi Beregowoj (Kommandeur des Kosmonauten- ausbildungszentrums „Juri Gagarin“)	UdSSR	1 Sojus 3	Oktober 1968 4
Anatoli Beresowoi	UdSSR	1 Salut 7	Mai/Dezember 1982 211
Jean-Loup Chretien	Frankreich	1 Salut 7	Juni/Juli 1982 8
Bertalan Farkas	VR Ungarn	1 Salut 6	Mai/Juni 1980 8
Shugderdemidyn Gurragtschaa	Mongol. VR	1 Salut 6	März 1981 8
Mirosław Hermaszewski	VR Polen	1 Salut 6	Juni/Juli 1978 8
James Irwin	USA	1 Apollo 15	Juli/August 1971 12
Georgi Iwanow	VR Bulgarien	1 Sojus 33	April 1979 2
Dr. Sigmund Jähn	DDR	1 Salut 6	August/September 1978 8
Alexei Leonow	UdSSR	2 Wołchod 2 Sojus 19	März 1965 Juli 1975 7
(1. Weltraumausstieg)			
Byron Lichtenberg	USA	1 Shuttle 41-A	November/Dezember 1983 10
Wladimir Ljachow (zweitlängste Aufenthaltsdauer im Weltraum)	UdSSR	2 Salut 6 Salut 7	Februar/August 1979 Juni/November 1983 324
Dr. Oleg Makarow	UdSSR	3 Sojus 12 Sojus 26/Salut 6/ Sojus 27 Salut 6	September 1973 21 Januar 1978 November/Dezember 1980
Arnaldo Tamayo Mendez	Kuba	1 Salut 6	September 1980 8
Dr. Edgar Mitchell	USA	1 Apollo 14	Januar/Februar 1971 9
Dumitru Prunariu	VR Rumänien	1 Salut 6	Mai 1981 8
Vladimir Remek	ČSSR	1 Salut 6	März 1978 8
Dr. Nikolai Rukawischnikow	UdSSR	3 Sojus 10 Sojus 16 Sojus 33	April 1971 Dezember 1974 April 1979 10
Russell Schweickart	USA	1 Apollo 9	März 1969 10
Wladimir Solowjow	UdSSR	1 Salut 7	Februar/Oktober 1984 237
Pham Tuan	VR Vietnam	1 Salut 6	Juli 1980 8
Prof. Dr. Alexei Jelisseejew	UdSSR	3 Sojus 5 Sojus 8 Sojus 10	Januar 1969 Oktober 1969 April 1971 9

- Förderung der internationalen Zusammenarbeit bei der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes;

- Unterstützung aller Raumfahrtprojekte im Dienste der Menschheit sowie Anwendung kosmischer Technologien zur Lösung weltweiter Probleme, wie z. B. Rohstoff-erkundung, Katastrophenwarnung, Umweltschutz und Rettungsdienst.

Der Kongreß wurde von den beiden gleichberechtigten Co-Präsidenten Alexei Leonow und Russell Schweickart geleitet. Da es sich um eine nichtstaatliche und nicht-kommerzielle Organisation von Einzelpersonen handelt, sind die Mittel beschränkt. Als Sitz wurde Paris gewählt, wo auch andere Weltraumförderungen wie die IAF und das COSPAR ihre Büros unterhalten.

In das Exekutivkomitee der „Internationalen Vereinigung der Raumfahrer“ wurden gewählt:

Jean-Loup Chretien, Sigmund Jähn, Alexei Jelisseejew, Edgar Mitchell und Russell Schweickart, der den Vorsitz übernahm. Die Entscheidung von Sultan Al-Saud steht noch aus.

Im Abstand von ein bis zwei Jahren sind Kongresse ge-

plant. Als nächster Tagungsort ist Budapest vorgesehen. Man ist überein gekommen, daß jeder Mitglied werden kann der mindestens einmal die Erde mit einem Raumschiff umrundet und sich den humanistischen Zielstellungen der Vereinigung verpflichtet fühlt. (Nach einem Presse-Interview mit Dr. Sigmund Jähn.)

UWE SCHMALING

*

Internationale Konferenz für Kleinplanetarien

Vom 25.—31. August 1985 hatte die ungarische Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse (TIT) zu einer Arbeitstagung nach Pécs eingeladen. Tausende Veranstaltungen in den populärwissenschaftlich-astronomischen Einrichtungen beweisen, daß die Kleinplanetarien sich wegen des engen Kontaktes zwischen Besucher und Vortragenden auch in unseren Nachbarländern großer Popularität erfreuen.

Die Berichte der Planetariumsmitarbeiter besonders zu pädagogisch-methodischen und weltanschaulichen Fragen machten deutlich, daß der Live-Vortrag einen zentralen Platz in allen Planetariumsveranstaltungen einnehmen sollte, während bei reinen Dia-Ton-Konserven die Besucher aller Altersgruppen mit weniger Begeisterung reagieren. Bei den 30 Konferenzteilnehmern aus Bulgarien, der CSSR, der Sowjetunion, Ungarn und der DDR ergab sich durch Vorlesungen und Koforeferate ein so intensiver Erfahrungsaustausch, daß die täglich geplante Arbeitszeit kaum ausreichte, um alle gewünschten Themen zu behandeln. Drei hochqualifizierte Dolmetscher leisteten in diesen Tagen Schwerstarbeit, um das Sprachgemisch zu entwirren. Abschluß und lukullischer Höhepunkt bildeten der Besuch des Budapester Planetariums und der URANIA-Sternwarte am Rande des Gellert-Berges.

JÜRGEN TESKE

Astronomie auf dem Zeltplatz in der Slowakei

Für mehr als 80 Jugendliche gestaltete sich das 17. Treffen der Jungen Astronomen der Slowakei vom 1. bis 7. Juli 1985 in Krasnohorské Podhradie bei Rožňava zu einem erlebnisreichen Aufenthalt. Dazu waren auch 10 Gäste aus den VR Ungarn, Bulgarien und der DDR sowie Sternfreunde aus den tschechischen Landesteilen erschienen.

Mitarbeiter der Zentrale der slowakischen Amateur-astronomie aus Hurbanovo hatten sich für Arbeitsgruppen zur Verfügung gestellt, an denen sich die Jugendlichen wahlweise beteiligten. Es waren dies: Sonne, Sonnensystem-Planeten, Veränderliche, Kosmische Materie, Geschichte der Astronomie/Sonnenuhren und Computer-Astronomie. Ing. Píhoda aus Prag baute mit seiner Gruppe eine Horizontal-Sonnenuhr für das Gelände vor dem Motel, auf dessen Zeltplatz das Treffen stattfand. Für die abendlichen Beobachtungen standen mehrere Fernrohre zur Verfügung.

Zu den Gepflogenheiten der Jugendtreffen gehört das Kennenlernen astronomischer Einrichtungen sowie der natürlichen und historischen Sehenswürdigkeiten. So fanden Exkursionen zur Volkssternwarte Rožňava, zum Planetarium Prešov und in den Slowakischen Karst statt, wo zwei Höhlen besichtigt wurden.

Man muß den slowakischen Sternfreunden bescheinigen, daß sie es ausgezeichnet verstehen, wissenschaftliche Betätigung und Erholung miteinander sinnvoll zu verbinden. Wer die begeisterten jungen Zuhörer – umgeben von der prächtigen Landschaftskulisse, der auf einem hohen Berg stehenden Burg aus dem 15. Jahrhundert – gesehen hat, wie sie aufmerksam den Fachvorträgen von Dr. Grygar, Dr. Csere sowie den beeindruckenden Erlebnisberichten eines Widerstandskämpfers lauschten, kann dem nur zustimmen.

Für die drei Gäste des Astronomischen Zentrums „B. H. Bürgel“ Potsdam stand dieses Treffen im Zeichen einer zehnjährigen Zusammenarbeit und Freundschaft.

A. ZENKERT

Raumfahrt Ausstellung in Suhl

An der Schul- und Volksternwarte „K. E. Ziolkowski“ in Suhl wurde ein Erweiterungsbau eingeweiht, der der Geschichte der sowjetischen Raumfahrt gewidmet ist.

Die 80 m² große Halle konnte zum 50. Todestag Ziolkowskis der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Neben den von Kaluga (UdSSR) zugesagten Raketenmodellen und Raumflug-Exponaten sind z. Z. interessante Experimente zu sehen, wie ein „Foucaultsches Pendel“ oder ein funktionstüchtiges Solarzellen-Aggregat.

An dieser Stelle drückt das Kollektiv der Sternwarte all den Helfern und Organisatoren seinen herzlichen Dank aus, vor allem den Kollegen der Abteilung Volksbildung beim Rat der Stadt, den Handwerkern und Brigademitgliedern von Bau-Reparaturen sowie der Kreis- und Bezirksleitung der Partei.

Nutznießer der neuen Einrichtung „Ziolkowski-Saal“ sind Schüler der 10. Klasse (Astronomie-Unterricht), Teilnehmer der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ und Arbeitsgemeinschaften, Besuchergruppen aus Brigaden und FDJ-Kollektiven sowie Jugendweiheteilnehmer der 8. Klassen („Der wissenschaftlich-technische Fortschritt – eine Herausforderung an dich“). Auch die URANIA-Sektionen des Kreises und Bezirkes finden hier ein neues Betätigungsfeld. (Vgl. auch Bild-S. III.)

WOLFGANG KÖNIG

„Es war eine phantastische Erscheinung, das kann man wohl sagen“

... äußerte sich der heute 86jährige pensionierte Veterinärmediziner Dr. F. Thierfelder aus Bürgel, befragt über Eindrücke und Erinnerungen bezüglich seiner Beobachtung des Kometen Halley (1909 e). Unsere Begegnung kam nach seiner telefonischen Anfrage zustande, in welcher er sich im KSO Tautenburg nach den derzeitigen Beobachtungsmöglichkeiten von Halley erkundigte, des Kometen, welchen er schon als 11jähriger am Himmel erblickte – vor 76 Jahren.

Grund genug für uns, einen Abstecher in die traditionsreiche Töpferstadt Bürgel zu machen.

Wir saßen einem rüstigen, aufgeschlossenen Menschen gegenüber, der uns im Beisein seiner Ehefrau aus seinem ereignisreichen Leben berichtete. Geboren am 8. Dezember 1899 in Dresden als Sohn eines Mathematikers wuchs er in einer Familie auf, die seinen naturwissenschaftlichen Interessen förderlich war – „Ich habe immer etwas für die Natur übrig gehabt“. Auf sein Verhältnis zu den Naturwissenschaften angesprochen, sagte uns Dr. Thierfelder u. a.: „Die Mathematik habe ich sehr geliebt, aber die Lust daran hat mir ein Lehrer auf der Penne vernaselt, weil ich die Rechenmethoden meines Vaters anwandte“. Den Halleyschen Kometen beobachtete er über seiner Heimatstadt Dresden nicht als Amateurastronom, sondern als naturverbundener Schüler.

Er sah ihn mit bloßem Auge. Diese Erscheinung hinterließ in ihm einen nachhaltigen Eindruck – „Ich sehe es noch wie heute vor mir“. Seinen Erinnerungen zufolge sah der Kometenkopf einer Halbkugel ähnlich, in deren Mitte sich ein heller Kern abzeichnete. Der Schweif war sehr lang und wies eine dreifache Gliederung auf. „Die große Masse war damals sehr abergläubisch“, sagte uns Dr. Thierfelder. Halley wurde mit Katastrophen, Krieg und Weltuntergang in Verbindung gebracht. Furcht vor dem Kometen hatte er damals jedoch nicht. Dank seiner aufgeklärten Erziehung war Halley für ihn eine natürliche, logisch erklärbare Erscheinung, fern jeglichen Aberglaubens. Die logische Betrachtung von Zusammenhängen (nicht nur auf naturwissenschaftlichem Gebiet) hat sich unser Gesprächspartner bis heute be-

wahrt, wie wir uns in der aufgeschlossenen lebhaften Unterhaltung überzeugen konnten.

Wenn auch die Beobachtungsbedingungen für Halley 1985/86 nicht gerade vielversprechend sind, hoffen und wünschen wir Herrn Dr. Thierfelder trotzdem, zu jenen wenigen hochbetagten Menschen zu gehören, die den Kometen Halley nach seiner 76jährigen Reise durch unser Sonnensystem ein zweites Mal bewußt „erleben“ können.

W. HAUPL, M. WOCHÉ

Erste Aufnahmen des Kometen Halley an der Volkssternwarte „Erich Scholz“ Zittau

Seit dem 15. August 1985 laufen bei uns die ersten Versuche zur Beobachtung des Kometen. Auf Grund der Helligkeit und der vorhandenen Ausrüstung kam nur die fotografische Beobachtung in Frage. Als Aufnahmeinstrumente benutzten wir eine Schmidt-Kamera 150/200/300 in Verbindung mit NP 27-Planfilm und wahlweise einem GG5- oder BG12-Filter, sowie die Newton-Variante des 40 cm-Spiegelteleskops mit einer Praktisix und NP 27-Planfilm. Der Gesichtsfelddurchmesser liegt bei der Schmidt-Kamera um 8°, im Newton bei 1,2°. Von Mitte August bis Mitte September wurden 14 Aufnahmen der Umgebung des Kometen gewonnen. Nach Auskunft vom Karl-Schwarzschild-Observatorium erschien der Komet Ende August bereits mit leichter Koma als diffuses Objekt von 5...7 Bogensekunden Durchmesser. Unser erster Nachweis gelang 1985 September 13, die Bestätigung 1985 Sep. 19. Auf der oberen Abb. der 2. Umschlagseite dieses Heftes befand sich der Komet bei der RA 6h 12,2 min, Dekl. = +19° 33' 54". Die Helligkeit ist in [1] mit 12^m 1 angegeben. Auf der unteren Abbildung befand sich der Komet bei RA = 6h 12,980 min, Dekl. = +19° 41' 028". Die Helligkeit ist in [1] mit 11^m 8 angegeben. Es ist nicht so, daß der Komet wie ein Stern der entsprechenden Größe erscheint. Durch die bereits ausgebildete Koma ist der Helligkeitswert geringer anzusetzen. Zum Zeitpunkt der Berichterstattung war der Komet nur größeren Instrumenten fotografisch zugänglich. Die Kantlänge der Abbildungen beträgt ca. 20' x 35'. Die Grenzgröße dürfte bei 16^m 5 liegen. Die sichere Identifizierung erforderte ein Kartenwerk wie Atlas Vehrenberg oder Atlas Stellarum.

Literatur: [1] Veröffentl. d. W.-Foerster-Sternwarte Berlin, Nr. 58; Komet Halley Beobachtungshilfen.

DIETMAR KITTA

Verkaufe Newtonspiegel 200/1500 mit Rohrmontage und Fangspiegel 1200 M. H. Buchholz, 4200 Merseburg, Ernst-Grube-Str. 74.

Verkaufe Planspiegel, beiderseitig poliert, verspiegelt, 200 - 15 u. 130 x 20, beide Glas K 14 und Güte 2 = 1/10, komplett für 300 M. - „Illustrierte Himmelskunde“ 1911, v. Dr. J. Riem (50 M.), „Populäre Himmelskunde“ 1902 v. A. Diesterweg. (18 M.) - Harald Paleske, 4851 Langendorf, Karl-Marx-Str. 34, PF 30.

Suche Objektiv 80/500 und ein 4 mm Okular zu kaufen. - Michael Dachselt, 9091 Karl-Marx-Stadt, 91-02/04, Flemingstr. 6/2b

AUS d. LITERATUR



Japan plant Großteleskop

Japan plant für die 90er Jahre die Realisierung eines Großteleskops mit einem Spiegeldurchmesser von 5 bis 7,5 Metern, mit dem im optischen und infraroten Spektralbereich beobachtet werden soll. Als Standort ist der Mauna Kea (4200 m über NN) auf Hawaii vorgesehen. Das JNLT (Japanese National Large Telescope) soll aus einem einzelnen Hauptspiegel (evtl. in Bienenwaben-Struktur) gefertigt werden und Primär-, Cassegrain- und Nasmythfokus besitzen. Man beabsichtigt auch die Realisierung eines Coudéfokus, um in Zukunft mit anderen Großteleskopen auf dem Mauna Kea interferometrische Beobachtungen durchführen zu können.

Literatur: Proceedings of the IAU Colloquium No. 79.

Neues Ausstellungsstück: Viking 1-Lander

Die amerikanische Weltraumbehörde NASA hat die Eigentumsrechte am Viking 1-Lander, der am 20. Juli 1976 weich auf dem Mars aufsetzte, dem Luft- und Raumfahrtmuseum des Smithsonian-Institutes abgetreten. Gleichzeitig wurde auf eine entsprechende Bitte hin dem Museum leihweise die offizielle Plakette übergeben, mit der die Umbenennung der Landestufe in Thomas-Mutch-Gedächtnis-Station (Thomas Mutch Memorial Station) erfolgte. Der 1980 bei einer Bergsteigerexpedition im Himalaja tödlich verunglückte amerikanische Wissenschaftler Thomas Mutch war Leiter des Viking-Bildauswerteteams und hat sich große Verdienste bei der Erforschung der Geologie des roten Planeten erworben. Die Plakette soll zu einem gegenwärtig nicht näher fixierbaren Zeitpunkt von US-Astronauten auf den Mars gebracht werden. Die NASA behält allerdings die Rechte am Lander für wissenschaftliche Zwecke.

Es ist dies das erste Mal, daß ein Museum ein Objekt besitzt, das sich auf einem anderen Planeten befindet. Ob eine Besichtigung des neuen Ausstellungsstückes jemals möglich sein wird, erscheint aber doch sehr fraglich.

Lit: EOS, Trans. Am. Geoph. Union, 65 (1984) 23; 381.

Verkaufe vorgef. Objektivtubus mit Okularanschlussschluß M42 x 1 und AS-Objektiv 80/840, Okular f = 25 mm (600 M). Vorgef. Ib-Montage mit Elektroantrieb, ohne Deklinationssache (200 M). Fernrohr mit AS-Objektiv 80/500, Okularauszug M 42 x 1, Okulare f = 10 und 4 mm, Stativ mit Schwenkkopf, s.g. fotograf. Eigenschaften (600 M). Siegfried Gebauer, 6502 Gera, Birkenstr. 78.

Verkaufe Kometensucher 60/285 (100 M), dersh. 80/360 (200 M), einf. stabile Fernrohrmontierung (250 M), tragbare Gabelmont. m. Feinbewegungen (500 M), Astrokamera 4,5/420 (500 M), Experimentier-Objektive 112/420 u. 62/600 (je 50 M); alle Geräte Eigenbau - D. Arndt, 3034 Magdeburg, S.-Allende-Str. 27.

Zunehmende Vermarktung von Raumfahrttechniken

Die steigende Vermarktung von Raumfahrttechniken, dabei vor allem Nachrichtensatelliten, in der kapitalistischen Welt steht im Zeichen zunehmender Konkurrenz einerseits, ständig neuer Monopolvereinigungen und Firmenfusionen andererseits.

So gründeten als jüngstes Kind die BRD-Konzerne MBB/ERNO-Raumfahrttechnik GmbH, ANT Nachrichtentechnik (vorm. AEG-Telefunken), Siemens AG und Standard Electric Lorenz AG die GESAT (Gesellschaft zur Vermarktung von Fernmeldesatelliten GmbH) mit Sitz in München. Ihr Ziel ist die weltweite Vermarktung kompletter Kommunikationssatellitensysteme, wobei sowohl Satelliten als auch Erdfunkstellen und die Anschlußtechnik an terrestrische Netze angeboten werden. Grundlage der Offerten der GESAT ist das westdeutsche nationale Fernmeldesatellitenprojekt DFS/KOPERNIKUS, dessen Auftrag im Wert von 850 Mill.DM den genannten Firmen zugesprochen wurde. Absatzchancen erwartet man besonders im lateinamerikanischen und asiatischen Raum.

Bemühungen um Teilhaberschaft an internationalen Raumfahrtgeschäft werden nunmehr – nicht unerwartet – aus Japan bekannt. Einerseits sieht sich Japan zahlreicher ökonomisch günstiger Satelliten- und Startangebote aus den USA und Westeuropa gegenüber, andererseits sind starke und ehrgeizige Bestrebungen im Gange, gerade auf dem Nachrichtensatellitensektor autonom zu werden. Stärkere internationale Beteiligung erhoffen sich japanische Konzerne durch Kooperation mit amerikanischen Firmen, die damit wiederum der wachsenden westeuropäischen Konkurrenz entgegen zu treten versuchen. So wurde eine Gesellschaft von MITSUBISHI ELECTRIC (Japan) und FORD AEROSPACE AND COMMUNICATIONS CORP. (USA) gegründet, die bei kleineren Satelliten (bis 1 t Nutzlast) MITSUBISHI, bei größeren FORD Generalauftragsherrschaft zuspricht. Um Kooperation mit anderen USA-Firmen, insbesondere HUGHES AIRCRAFT CORP., bemühen sich z. Z. die großen japanischen Handelshäuser MITSUI und ITOH.

Literatur: Presseinformation; Funkschau 57 (1985) 2, 36.

USA-Kernreaktor für militärische Satellitenanwendungen

Einen Kernreaktor für 100 kW elektrische Leistung wollen die USA bis 1990...92 zur Einsatzreife bringen. Er arbeitet mit 150 kg Uranoxid und soll aus Sicherheitsgründen erst im Orbit gezündet werden. Die bei der Kernspaltung entstehende thermische Energie wird auf eine Flüssigkeit übertragen, die wiederum verdampft und eine Turbine betreibt. Der Dampf wird in einem geschlossenen Kreislauf rückgeführt. Diese Energieanlage soll nur 50 % der Masse einer Solarzellenanlage vergleichbarer Leistung ausmachen. Von Vorteil ist ferner die kompakte Bauweise.

Vorgesehene Einsatzgebiete liegen ausnahmslos im militärischen Bereich: Hochleistungsfähige Radarsatelliten mit Überwachungsaufgaben, störgesicherte Nachrichtensatelliten, wichtige sonstige Aufklärungssatelliten, Laser-Kampfstationen.

Literatur: Elektrik, 39 (1985) 9, S. 356.

Kurz informiert

Ein Raumfahrtmuseum, das dem ersten Kosmonauten Juri Gagarin gewidmet ist, wurde in seiner nach ihm benannten Heimatstadt Gagarin eröffnet. Es präsentiert etwa 150 Gemälde, Grafiken, Skulpturen, Ziselarbeiten und Keramikerzeugnisse, die zum größten Teil der Erschließung des Weltraumes gewidmet sind.

Nahaufnahmen aus 10000...20000 km Entfernung von dem rund 200 km großen Asteroiden Amphitrite sollen nach NASA-Vorstellungen zusätzlich in das Programm der Jupitersonde GALILEO aufgenommen werden. Nach zweimaliger Startverschiebung (1982 und 1984) soll diese Sonde nunmehr im Mai 1986 gestartet werden und im Dezember 1988 Jupiter erreichen, wo sie u. a. eine Atmosphären-Eintauchsonde absetzen wird.

Mit dem Bau eines 10 m-Spiegelteleskops soll 1986 in den USA begonnen werden. Als Standort ist der Gipfel des Vulkans Mauna Kea auf Hawaii vorgesehen, wo 1992 die Indienststellung erfolgen soll. Der Aufbau des Spiegels erfolgt in Multi-Mirrors-technik aus 36 sechseckigen Einzelspiegeln von je 1,8 m Durchmesser.

RADARSAT ist die Bezeichnung eines von Kanada für 1990 geplanten Erkundungssatelliten, der in eine polare Umlaufbahn gebracht werden soll. Haupteinsatzgebiete sind die Suche nach Mineralagerstätten, die Überwachung land- und forstwirtschaftlicher Kulturen sowie der Eissbildungsprozesse in den arktischen Gewässern. Hauptkomponente des Satelliten wird ein Synthetic Aperture Radar (SAR) sein, wie es beispielsweise auch an Bord des sowjetischen Erkundungssatelliten KOSMOS 1500 verwendet wird.

Mit einem speziellen Satelliten-Dienstleistungssystem, ähnlich dem amerikanischen SBS-System, will Schweden ab 1988 in das „Raumfahrtgeschäft“ einsteigen. Gestartet werden sollen zwei geostationäre Satelliten, die vor allem dem Geschäftskommunikationsverkehr im europäischen Raum dienen und Korrespondenzen, Bildunterlagen, Daten, Konstruktionsunterlagen und Dokumentationen übermittelt sollen. Weiter ist die Durchführung von Videokonferenzen geplant. Es werden insgesamt 14 Kanäle verfügbar sein, deren Nutzung auf Mietbasis erfolgen wird.

Eine Abschätzung des großen Nutzens des sowjetisch-indischen Raumflugs im April 1984 ermöglicht ein Detail aus dem Programm „Terra“, bei dem für die Entwicklung Indiens wichtige Teile seines Territoriums fotografiert wurden: Für die in fünf Minuten von Salu 7 gewonnenen Aufnahmen bräuchte man für die Fotografie von Flugzeugen aus zwei Jahre! (WidUSSR, 1/1985, 60 ff.).

REZENSIONEN

Handkarte Mars

Mit dieser Veröffentlichung setzt der Verlag die Reihe der astronomischen Handkarten fort. Im Maßstab von 1:23500000 wird die Marsoberfläche in zwei flächentreuen Azimutalentwürfen für die westliche und östliche Hemisphäre dargestellt. Im Gegensatz zur Handkarte

„Erdmond“ ist die Lesbarkeit der Schrift besser, was durch einen größeren Kontrast zwischen Schrift und Farbgestaltung erreicht wird. In drei Farbtönen (gelb, hellbraun, dunkelbraun) werden die Gebiete mit unterschiedlicher Albedo und in 16 verschiedenen Schriftarten bzw. -größen die Reliefbezeichnungen (s. Register im Textteil) gekennzeichnet. Landplätze von Raumflugkörpern sind rot beschriftet, Höhenangaben werden mittels kleiner schwarzer Dreiecke dargestellt.

Die Darstellung des Reliefs wirkt überaus plastisch und ist gut gelungen, so daß auch feinere Unterschiede zwischen Gräben, Tälern und den sehr unterschiedlichen Bergformen möglich sind. Formenelemente, die auf dem Erdmond nicht vorhanden sind, verleihen der Mars-Oberfläche ihr besonderes Gepräge. Hierzu gehören vor allem die vier Riesberge (montes) Olympus, Arsia, Ascraeus und Pavonis auf der Westhemisphäre.

Das Gradnetz enthält die Breiten- und Längengrade zu je 10°, zum Aufsuchen der Objekte dienen die roten Buchstaben von A bis M am Kartenrand sowie die Zahlen 1 bis 18 auf dem Marsäquator.

Auf 13 Nebenkarten werden wissenschaftliche Informationen über Mars und seine Monde vermittelt, wie Größenvergleiche Sonne/Planeten, Olympus Mons/Mt. Everest, Phobos/Deimos. Hierzu gehört eine Auswahl typischer Reliefformen der Marslandschaft: Krater mit Zentralberg, Maravulkan Uranus Tholus auf der zerspaltenen Tharsis-Region, flache Schildstruktur des Riesenvulkans Alba Patera, zentraler Teil der Großgrabenstruktur Valles Marineris, vom fließenden Wasser erzeugte Canyons, ein windorientiertes Dünenfeld sowie ein Staubsturm über dem Sinai Planum. Eine von dem Landgerät Viking-2 gemachte Nahaufnahme eines Teiles der Oberfläche der großen nördlichen Tiefebene Utopia Planitia vervollständigt diese instruktiven Detailbilder vom Mars.

Die 38 Seiten umfassende Textbeilage „Wissenswertes vom Mars und seinen zwei Monden“ von H. Wolf enthält eine Vielzahl von Informationen (Mars als Planet im Sonnensystem, Planetenbahn, Konstellationen und Bewegungen u. a. m.) mit allen erforderlichen Daten über den Planeten und seine Monde sowie geschickt zusammengestellte Stichwort-Themenkomplexe. Der Leser findet damit rasch die gewünschten Sachverhalte (z. B. Atmosphäre und Wettererscheinungen, Einschlagskrater und ihre Entstehung, Gesteine und Bodenbeschaffenheit). Eine Übersicht gibt Auskunft über die seit 1858 erschienenen 107 Marskarten und -globen. Besonderes Augenmerk gilt der Planetenmorphologie und Reliefentwicklung sowie den Benennungen der Oberflächenmerkmale. Auf zwei Seiten befindet sich eine Zusammenstellung der 16 Weltraumunternehmen der UdSSR und USA. Über die Geschichte der Namensgebung für Erscheinungen auf der Mars-Oberfläche informiert ein kurzer Beitrag von M. Reichstein.

Die Textbeilage enthält auch kleine kartographische Darstellungen der Marsmonde. Von Phobos wird die nördliche und südliche Halbkugel mit ihren Bezeichnungen wiedergegeben. Von Deimos zeigt eine Merkatorprojektion die große Anhäufung der Krater auf der westlichen Hemisphäre. Auf zwei Kleindarstellungen der Polgebiete ist ein riesiger Einschlagskrater in Südpolarität zu erkennen. Elf Seiten enthalten das Register der Objekte auf der Marskarte. Es ist nach 17 Oberflächenformationen gegliedert, die darauffolgenden Objekte sind alphabetisch geordnet sowie mit etymologischen Erläuterungen und dem Index versehen. So findet man z. B. unter „Berggruppe, Gebirge (Montes), Charitum Montes; Chariten; in der griechischen Sage Göttinnen der Anmut; P 13.“ Den Hauptteil des Registers nehmen die fast 200 bezeichneten Krater von Adams bis Wright ein, die Namen von Naturwissenschaftlern tragen. Auf der letzten Seite sind auch Bezeichnungen für Phobos und zwei für Deimos aufgeführt.

Für uns alle kann der Nachbarplanet Mars keinesfalls

die Erlebnisnähe wie der Erdmond bieten. Dennoch dürfte die Karte auf jeden Interessierten eine große Faszination ausüben: Es ist das Wissen um die Oberflächengestaltung unseres Nachbarplaneten, das frei ist von Spekulationen und Vermutungen. Was selbst die leistungsstärksten Teleskope nicht vermögen, hat die Raumfahrt verwirklicht.

Wer sich mit der Oberflächengestaltung von Himmelskörpern und deren Genese befaßt, besitzt mit dieser Karte reichlich Material, um Vergleiche zwischen Mars und Erdmond ziehen zu können. Mars ist nur oberflächlich betrachtet ein „mondähnlicher“ Planet, neben vielen gemeinsamen Zügen weist das Gesicht unseres Nachbarplaneten aber auch zahlreiche Unterschiede auf. In dieser vergleichenden Selbstbetätigung liegt zweifellos das Hauptanwendungsgebiet des informativen Kartenwerkes.

ARNOLD ZENKERT

H. Wolf: Handkarte Mars 1:23 500 000. VEB Hermann Haack, Gotha 1985, 1. Aufl., 107 cm x 65,5 cm gefaltet, mit Textteil, (38 S., 7 Abb. und Register), Preis 9,80 M. Bestell-Nr. 960 2494.

Folgende Karten mit astronomischer Themenstellung und Zweckbestimmung, die in der DDR entwickelt und vertrieben wurden bzw. werden, können jetzt auch bezogen werden durch die Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde, Franksche Verlagshandlung Stuttgart:

Kosmos-Handkarte Mars. Westliche und östliche Hemisphäre. 1:23 500 000 – mit Textteil von H. Wolf.

Kosmos-Handkarte Erdmond. Vorderseite – Rückseite. 1:12 000 000. Mit Textteil (H. Wolf).

Orion-Sternkarte von Arnold Zenkert (wissenschaftliche Bearbeitung) und H.-J. Heermann (Text).

Diese letztgenannte Karte entspricht genau der drehbaren Schülersternkarte für den Astronomieunterricht an den Oberschulen der DDR.

Vorschau auf Heft 2/1986

Die Welt als Friedmann-Kosmos • Zwei Jahrzehnte Nutzung von Nachrichtensatelliten • Das Spektrohelioskop, klassisches Instrument der Sonnenforschung • Eine Sonnenuhr mit Zeitgleichungskorrektur und Datumanzeige

Unsere Autoren

Oberst Dr. S. Jähn, 1260 Strausberg, PF 78357

Prof. Dr. sc. D. Möhlmann, Inst. f. Kosmosforschung d. AdW, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5

Dr. Helmut Messinger, 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium

Uwe Schmaling, 2000 Neubrandenburg, Große Wolleberstraße 23

Dieter Arndt, 3270 Burg, Johannesstraße 10

Wolfram Fischer, 7030 Leipzig, Seinerstraße 22

St.-K. A. Zenkert und J. Teske, 1500 Potsdam, Astronomisches Zentrum, Neuer Garten 6

Ulrich Witt, 1116 Berlin, Beuthener Straße 34

Dr. Jürgen Hamel, 1193 Berlin, Alt-Treptow 1

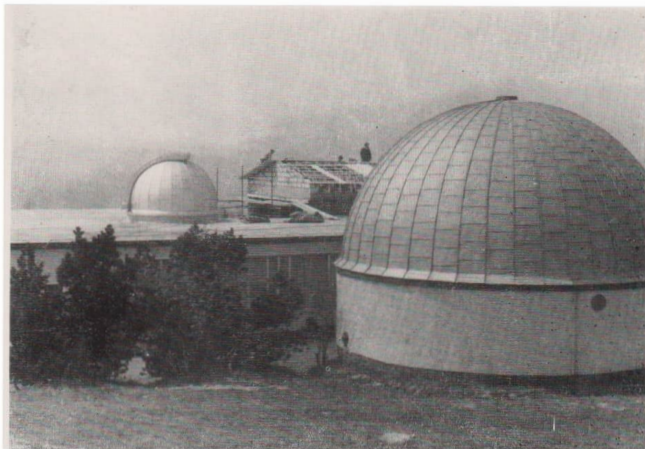
Wolfgang König, 6100 Meiningen, Am Bielestein 4

Dipl.-Phys. Dietmar Kitta, 8800 Zittau, Torbogenweg 22



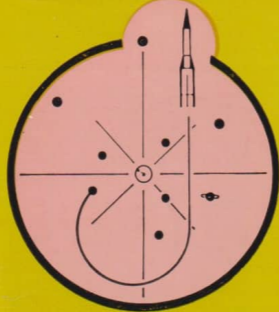
Bild oben: Zeltlager für junge Astro-Amateure der ČSSR in der Slowakei – ein nachahmenswertes Beispiel für „Erholung und Arbeit“. Lesen Sie unseren Bericht S. 29! (Foto: J. Teske)

Bild unten: Die Schul- und Volkssternwarte „K. E. Ziolkowski“ Suhl mit dem (hier noch im Bau befindlichen) Ziolkowski-Saal. Vgl. unseren Beitrag S. 29. Foto: W. König





Astronomie UND Raumfahrt



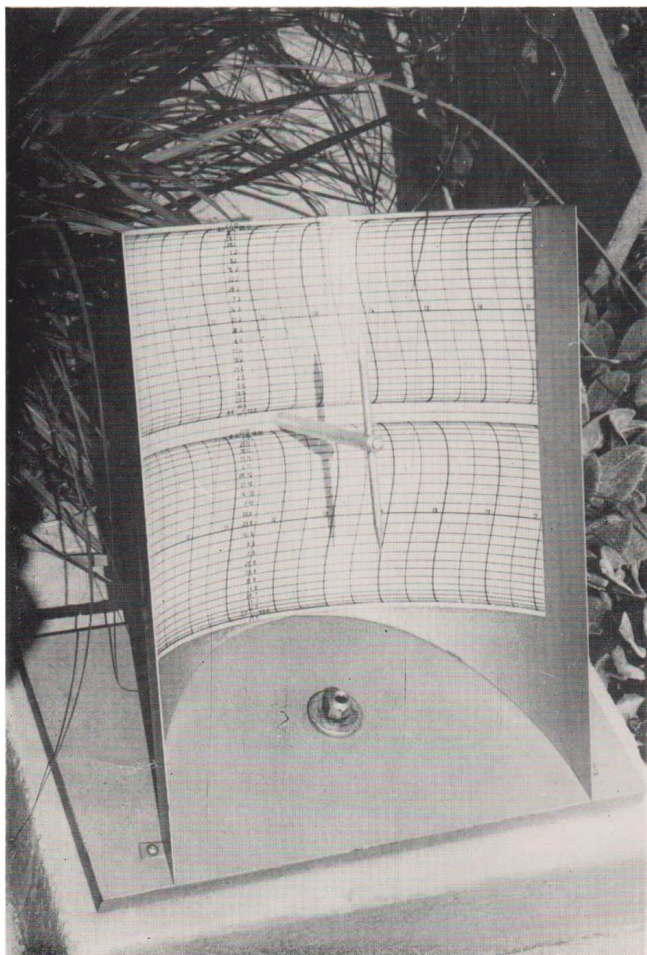
ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1986 **2**



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;
- **Raumfahrt:** Prof. Dr. sc. D.
Möhlmann, Uwe Schmalzing;
- **Philosophie/Geschichte:** Dr. J.
Hamel; - **Amateure:** Ing. A. Grün-
berg, Dipl.-Phys. J. Rendtel,
StR A. Zenkert, B. Zill; -
Aus der Lit.: J. Gaselick; - **Re-
zensionen:** Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Sekr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsstz:

9630 Crimmitschau, Pionier-
und Jugendsternwarte „Johannes
Kepler“, Straße der Jugend 8
Fernsprecher 3730.

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1986 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:

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

24. Jahrgang (1986) Heft 2

Helmuth Meusinger: Die Welt als Friedman-Kosmos	34
J. Flohrer: Quellen kosmischer Gammastrahlungsausbrüche als mögliche Beobachtungsobjekte für Amateurastronomen (mit Tab. sichtbarer Quellen)	42
H. Tiersch/D. Stoll: Ringsysteme um Planeten in unserem Sonnenystem (Teil I)	45
D. Möhlmann: Erste Giacobini-Zinner-Ergebnisse	51
H.-D. Naumann: Zwei Jahrzehnte Nutzung von Nachrichten- satelliten (mit Tabelle über bisher gestartete Nachrichten- satelliten, Stand: 31. 12. 1984)	52

Probleme/Lösungen

Roland Stracke: Eine Sonnenuhr mit Zeitgleichungskor- rektur und Datumanzeige	58
Achim Grünberg: Das Spektroheliokop - ein klassisches Instrument der Sonnenerkundung (mit Bildseiten I-IV) Vorläufige Sonnenfleckenzahlen November/Dezember 1985	61 3. US.

Vorschau · Anzeigen · Unsere Autoren	3. US.
--	--------

Redaktionsstz: 10. 1. 1986

Auslieferung an PZV: 28. 4. 1986

Bildseiten

Titelbild: Das Ringsystem des Saturn. Diese u. a. Voyager 2-
Aufnahmen von Teilen des Ringsystems lassen neben den „Spei-
chen“ (vielleicht durch Wechselwirkung kleinster Ringteilchen
mit Magnetfeldinhomogenitäten erzeugt) erkennen, daß die ein-
zelnen Ringe in immer kleinere unterteilt sind. Aufnahmen mit
dem Voyager 2-Photopolarimeter, bei denen die höchste bisher
erreichte Auflösung (ca. 1 km) erreicht wurde, lassen schlußfol-
gern, daß mehr als 100 000 Einzelringe zu existieren scheinen.
Foto: NASA. Lesen Sie unseren Beitrag S. 45!

2. Umschl.-S.: Eine Sonnenuhr mit Zeitgleichungskorrektur und
Datumanzeige (Gesamtansicht). Abb. 4 zum Beitrag S. 58.

4. Umschl.-S.: Das schöne Amateurfoto, der „Helix-Nebel“
(NGC 7293), von Arndt Jaeger und Mirko Nitachke. Die Auf-
nahme entstand in Krampfer ($\varphi \approx 53^\circ$ n. B.; δ (Nebel) $\approx -21^\circ$!)
mit einem Sonnar 2,8/180-Objektiv und Rotfilter 3-5x. Der
Telemotor 63/840 auf I b-Montierung diente als Leitrohr,
Filmmaterial: Kodak 103 a-E (in A 71 entwickelt). Belichtungs-
zeit: 120 min (26./27. 8. 1984).

Fachgruppenleitertagung 1986

Am 25. und 26. 10. 1986 findet in Jena eine Beratung mit den
Leitern der Fachgruppen Astronomie im Kulturbund der DDR
statt. Auf dem Programm stehen Fachvorträge, organisatorische
Informationen und ein Erfahrungsaustausch. Interessenten richten
Ihre Voranmeldung bitte an die Zentrale Kommission Astronomie
und Raumfahrt des Präsidialrates des Kulturbundes der DDR,
1030 Berlin, PSF 34.

Dr. Klaus Lindner
Vorsitzender der Zentralen Kommission

Die Welt als Friedman-Kosmos

HELMUT MEUSINGER

Allgemeine Relativitätstheorie, kosmologische Modelle, Friedman-Kosmos

Was wir über den gegenwärtigen Zustand des Kosmos wissen, beruht auf der Untersuchung unserer kosmischen Umgebung und zusätzlichen Annahmen, die im einfachsten Fall besagen, daß der Kosmos im Prinzip überall so beschaffen sei wie in unserer Umgebung. Letzteres, die Annahme, daß im Kosmos kein Ort und keine Richtung besonders ausgezeichnet sind, hat den Namen „kosmologisches Prinzip“. Dieses Postulat liegt, zusammen mit fast selbstverständlich erscheinenden Annahmen über den Zustand der kosmischen Materie (z. B. soll ihre Dichte positiv sein), dem Friedmanschen Modell des Kosmos zugrunde, zu dem in diesem Artikel einige allgemeinverständlich gehaltene Bemerkungen gemacht werden sollen.

Die Information über unsere kosmische Umgebung erhalten wir über elektromagnetische Strahlung. Da diese eine zwar sehr große, aber eben doch endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit hat, ist ein Blick in die Tiefe des Raumes ein Blick in die Vergangenheit zurück: Das Licht das uns gegenwärtig z. B. von einem zehn Milliarden Lichtjahre entfernten Quasar erreicht, wurde vor zehn Milliarden Jahren ausgesendet. Auf diese Weise können wir also im Prinzip frühere Zustände des Kosmos beobachten. Die diesbezügliche Erfahrung sagt uns, daß der Kosmos in der Vergangenheit anders war als der gegenwärtige. Also ist auch die Frage nach der Zukunft des Universums berechtigt. Auf diese Frage können wir natürlich keine direkten Antworten aus der Beobachtung erwarten.

Hängt die Erforschung von gegenwärtigem und vergangener Zustand des Kosmos in bedeutendem Maße vom Entwicklungsstand der Beobachtungsinstrumente ab, verhilft uns ein anderes Instrument zum Blick auf die Zukunft des Kosmos: der menschliche Verstand. Auf der Grundlage der Erkenntnis physikalischer Gesetze und plausibel erscheinender Annahmen ist es möglich, Modelle vom Kosmos, „Weltmodelle“ aufzustellen. Über den Vergleich mit den Beobachtungstatsachen ist dann das zutreffende Modell herauszufinden, das uns u. a. die Frage nach dem zukünftigen Kosmos beantwortet.

Was meinen wir mit „Weltmodell“? Die Kosmologie verwendet diesen Begriff im Sinne idealisierter Abbilder des wirklichen oder auch des möglichen Kosmos bezüglich Bau und Entwicklung. Diese Modelle sind ideeller Art, sie liegen in Form von Gleichungssystemen und deren Interpretation vor.

Natürlich sind kosmologische Fragestellungen und Vorstellungen über das Universum kein Privileg unseres Jahrhunderts. Aber die eigentliche wissenschaftliche Basis erhielt die Kosmologie erst mit der Formulierung der Grundgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie durch Einsteins im Jahre 1915. Das ist so, weil die Allgemeine Relativitätstheorie die Theorie des Gravitationsfeldes ist, und weil von den bekannten physikalischen Kräften gerade die Gravitationskräfte großer Massen wegen ihrer Reichweite die entscheidende Rolle in der Kosmologie spielen.

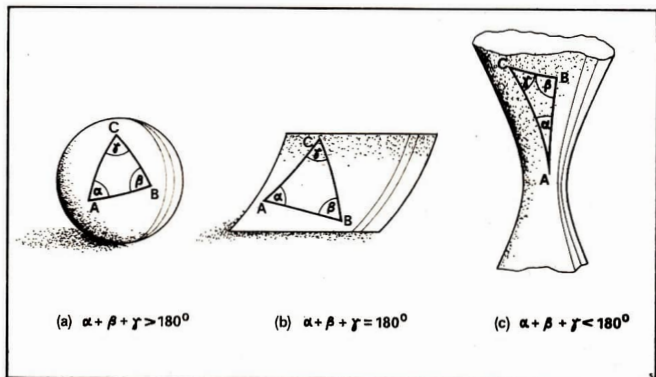
Die Grundidee der Einsteinschen Gravitationstheorie besteht in der Geometrisierung der Schwerkraft. Was ist darunter zu verstehen? Die Mechanik lieferte die Erkenntnis der prinzipiellen Gleichheit von schwerer und träger Masse (Äquivalenzprinzip). Schwere Masse hat ein Körper infolge der Wirkung eines Gravitationsfeldes, träge Masse infolge der Bewegung. Das Äquivalenzprinzip legt den Gedanken nahe, die Bewegung eines im Gravitationsfeld frei fallenden Körpers zu beschreiben als kräftefreie Bewegung ohne Gravitationsfeld, betrachtet von einem relativ zum Körper beschleunigten Bezugssystem. Die Schwerkraft läßt sich auf diese Weise wegtransformieren wie eine Scheinkraft. Tatsächlich ist dies aber nur lokal möglich, da reale Gravitationsfelder inhomogen sind. Zwei voneinander entfernte Körper (etwa zwei Erdsatelliten) im Gravitationsfeld lassen sich nicht von ein und demselben zu den Körpern beschleunigten Bezugssystem aus kräftefrei beschreiben, es sei denn, wir ändern die Geometrie des Raumes. Einstein konnte zeigen, daß das Gravitationsfeld in jedem Punkt dem lokal beschleunigten Bezugssystem äquivalent ist, wenn die Raum-Zeit gekrümmt ist. In der Newtonschen Physik wird die Bewegung unter der Wirkung einer Schwerkraft im Euklidischen Raum*) beschrieben. Nach Einstein entspricht dem gleichen Sachverhalt die kräftefreie Bewegung in einem nichteuklidischen, gekrümmten Raum. Die Bahn eines Erdsatelliten ist nach Newton eine gekrümmte Bahn in einem nichtgekrümmten Raum, nach

* Als Euklidischen Raum bezeichnet man einen solchen Raum, in dem die uns geläufige Euklidische Geometrie gilt (Parallelen schneiden sich im Unendlichen, Winkelsumme im Dreieck ist 180°....)

Einstein eine Gerade, bzw. deren Entsprechung in Form einer Extremalkurve (einer „Geodäten“) in einem gekrümmten Raum. Die Eigenschaften der Schwerkraft werden derart auf die Geometrie des Raumes abgebildet. Eine wesentliche Größe bei der Beschreibung der Geometrie des Raumes ist seine Krümmung. Gekrümmte Räume waren vor Einstein schon in der Mathematik bekannt. Insbesondere hat Riemann (1826–1866) die Geometriesolcher Räume untersucht. Die Aufgabe der allgemeinrelativistischen Gravitationstheorie ist es nun, darzustellen, wie die Eigenschaften des Raumes aus der Materieverteilung zu berechnen sind. Einstein löste diese Aufgabe 1915 nach etwa zehnjähriger Forschungsarbeit mit den bereits erwähnten Feldgleichungen. Diese stellen ein kompliziertes System von Differentialgleichungen dar, worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll. Einstein selbst versuchte 1917 die Gleichungen auf das größte gravitative System, den Kosmos, anzuwenden. Der entscheidende Schritt in dieser Richtung gelang jedoch dem sowjetischen Mathematiker Friedman im Jahre 1922. Friedman fand, sehr zur Überraschung Einsteins, daß die Feldgleichungen Lösungen in Form von Räumen konstanter Krümmung haben, ohne daß man, wie Einstein 1917 zunächst vermutet hatte, die Gleichungen durch Zufügen eines „kosmologischen Gliedes“ abändern muß. Während Einstein, in Übereinstimmung mit dem damaligen astronomischen Weltbild, zunächst von der Überzeugung der Stationarität, der Unveränderlichkeit astronomischer Systeme ausgehend nach einer stationären Lösung seiner

Gleichungen für den Kosmos suchte, sind die von Friedman gefundenen Lösungen nichtstationär, der Kosmos entwickelt sich. Dieses damals erstaunliche theoretische Resultat ging allen entsprechenden Beobachtungsbefunden voraus, konnte aber in der Folgezeit durch eine Reihe von Beobachtungen eindrucksvoll bestätigt werden. Da ist zunächst die berühmte Arbeit von Hubble aus dem Jahre 1929 „Über den näherungsweise linearen Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Entfernung“ entfernter kosmischer Objekte zu nennen. Dann die Entdeckung der thermischen Hintergrundstrahlung durch Penzias und Wilson 1965. Diese findet ihre natürliche Erklärung in einer, von Gamóv und Mitarbeitern bereits in den vierziger Jahren vorausgesagten, Reliktstrahlung aus der heißen Frühphase des Kosmos, die für die Friedman-Modelle charakteristisch ist. Auch die beobachteten Häufigkeiten der leichten Elemente (Wasserstoff, Deuterium, Helium), die nach der Theorie in der heißen Frühphase gebildet wurden, sowie die Altersabschätzungen kosmischer Objekte, passen sich erstaunlich gut in die Friedmansche Modelle ein (s. auch [1]). Es sei erwähnt, daß eine Reihe anderer kosmologischer Modelle diskutiert worden ist.

Abb. 1: Auf der Kugeloberfläche, der Ebene und der hyperbolischen Fläche gelten unterschiedliche Geometrien. Das unterschiedliche Vorzeichen der Krümmung äußert sich z. B. im unterschiedlichen Abweichen der Winkelsumme im Dreieck oder des Verlaufs paralleler Linien von dem jeweils für die Ebene gültigen.



Es zeigte sich aber, daß gerade die Friedman-Modelle von zentraler Bedeutung sind [2]. Wir wollen uns hier deshalb ausschließlich an diese halten.

Gekrümmte Räume

Es wurde gesagt, daß die Friedmanschen Lösungen Räume konstanter Krümmung sind. Was bedeutet das? Wie soll man sich überhaupt einen gekrümmten Raum vorstellen? Wir wollen uns hier auf wenige Bemerkungen beschränken, eine ausführlichere Darstellung findet man in [3]. Zunächst ist leider zu sagen, daß dieser Begriff, obwohl mathematisch beschreibbar, sich weitgehend unserer Vorstellung entzieht, die ja durch den „flachen“, d. h. nichtgekrümmten Raum unserer Erfahrung geprägt ist. Da wir im dreidimensionalen Ortsraum leben und also nicht anschaulich erfahren können, wie dieser sich in einen höherdimensionalen Raum, der natürlich wieder mathematisch beschreibbar ist, einbettet, müssen wir uns, um der Anschaulichkeit genüge zu tun, mit Analogiebetrachtungen zweidimensionaler Räume, also Flächen, begnügen. Gekrümmte Flächen, wie die Oberfläche einer Kugel (positive Krümmung), die Ebene (Krümmung Null) oder die Oberfläche eines Hyperboloids (negative Krümmung) sind leicht vorstellbar (Abb. 1). Auch ist leicht einzusehen, daß sich die Geometrien auf diesen Flächen unterscheiden. Das ist eine Folge der unterschiedlichen Krümmungen. Analog dazu ist die Krümmung des dreidimensionalen Ortsraumes ein Maß für die Abweichung der Geometrie von der Euklidischen Geometrie des flachen Raumes unserer Erfahrung. Wie im zweidimensionalen, kann man auch im dreidimensionalen Ortsraum in jedem Punkt die Krümmung durch einen Zahlenwert ausdrücken. Räume konstanter Krümmung sind solche, in denen allen Punkten des Raumes der gleiche Krümmungswert zuzuordnen ist. Daß die Friedmanschen Modelle solche Räume konstanter Krümmung darstellen, ist, wie man sich bereits aus der Anschauung deutlich machen kann, eine unmittelbare Folge des eingangs erwähnten kosmologischen Prinzips, von dem aus Friedman an die Lösung der Feldgleichungen heranging. Dieses Prinzip der Homogenität und Isotropie des Universums ist nicht mehr als eine auf die Erfahrung gegründete Spekulation, oder besser gesagt, eine Arbeitshypothese, die sich bisher als sehr erfolgreich bewährt hat. Selbstverständlich meinen wir eine Mittelung über sehr große Raumbereiche, wenn wir von Homogenität und Isotropie des Universums sprechen. Sehr groß heißt insbesondere groß

im Vergleich zu den mittleren Abständen der Sternsysteme, so daß die Galaxien gewissermaßen als die Atome einer kosmischen Flüssigkeit erscheinen.

Die in Abb. 1 dargestellten Flächen sind die drei möglichen Typen eines zweidimensionalen Raumes konstanter Krümmung. Ihre geometrischen Eigenschaften, ihre „Metrik“, lassen sich mathematisch in ein und derselben Form darstellen und unterscheiden sich nur durch einen Parameter k . Völlig analog zerfallen auch die dreidimensionalen Räume konstanter Krümmung in die drei Typen Kugelraum ($k = +1$), hyperbolischer Raum ($k = -1$) und flacher Raum ($k = 0$). Dementsprechend unterscheiden sich auch die Friedmanschen Weltmodelle in $k = +1$ oder -1 mit dem flachen Raum $k = 0$ als Grenzfall. Da analog zu den zweidimensionalen Räumen der Kugelraum ein endliches, der hyperbolische und der flache Raum aber ein unendliches Volumen haben, sprechen wir auch vom geschlossenen oder vom offenen Kosmos. Natürlich gibt es in keinem Fall eine räumliche Grenze: das von einem beliebigen Punkt ausgesendete Licht kann sich unbeschränkt ausbreiten, nur daß es im geschlossenen Raum einen geschlossenen Weg beschreibt, also nach einer bestimmten Zeit seinen Ausgangspunkt wieder erreicht, was im offenen Kosmos nicht geschehen kann. Diese Eigenschaften haben interessante Konsequenzen, auf die wir noch einmal zurückkommen werden.

Evolutionskosmos

Nun zu der Feststellung, daß die Friedmanschen Lösungen nichtstationären Weltmodellen entsprechen. Was heißt das?

Bei der Beschreibung von Räumen konstanter Krümmung spielt eine Größe R eine Schlüsselrolle. Sie ist ein Maß der Raumkrümmung, aber auch ein Maß der räumlichen Ausdehnungsverhältnisse. Letzteres wird mit dem Begriff „Skalenfaktor“ erfaßt. Für einen Kugelraum ist auch der Begriff „Weltradius“ sinnvoll (analog zum Radius einer Kugel). In den Friedman-Modellen ändert sich R mit der Zeit t , und zwar so, wie in der Abb. 2 angedeutet.

Die kosmische Evolution begann demnach zu einem Zeitpunkt, wo alle Entfernungen extrem klein, und also die Dichte und ebenso die Temperatur extrem groß waren. Die dafür geläufig gewordenen Begriffe „Urknall“ (engl. „Big Bang“) oder „Weltanfang“ sind natürlich nicht wörtlich zu nehmen. Offensichtlich war der damalige Zustand der Welt aufgrund physikalischer Gesetze soweit von dem gegenwärtigen

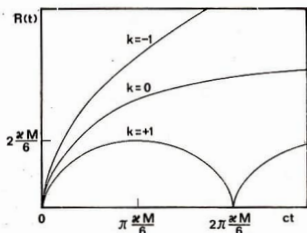


Abb. 2: Der Skalenfaktor R als Funktion der Zeit für die Friedman-Modelle.

abweichend, daß unsere momentanen Kenntnisse noch unzureichend sind für ein Verständnis der physikalischen Vorgänge in der unmittelbaren Nähe dieser Singularität. Die weitere Evolution, die bereits ab Bruchteilen einer Sekunde nach der Singularität verhältnismäßig gut verstanden wird, ist zunächst allgemein durch eine Zunahme des Skalenfaktors R , also der gegenseitigen Entfernungen im Kosmos gekennzeichnet. Die Expansion ist mit einer sehr schnellen Abnahme von Dichte und Temperatur verknüpft.

Die heiße Frühphase des Kosmos ist wohl das aufregendste kosmologische Kapitel, vor allem auch vom Standpunkt interdisziplinärer Interessen. Für die Hochenergiephysik hat der sehr frühe Kosmos wegen der extrem hohen Energiedichten die Bedeutung eines idealen Superbeschleunigers. Insbesondere ist dies von Bedeutung hinsichtlich bestimmter exotischer Teilchen, die wegen ihrer verhältnismäßig großen Massen mit irdischen Beschleunigern nicht nachweisbar sind, deren Nachweis aber für das Verständnis der Elementarstruktur der Materie von entscheidender Bedeutung ist (s. z. B. [4]).

Nach Abb. 2 ist das Zeitverhalten des Skalenfaktors vom Parameter k abhängig, also von der Art des Ortsraumes: Ein offener Kosmos mit $k = -1$ expandiert ständig, für $k = 0$ geht die Expansionsrate mit der Zeit asymptotisch gegen Null und beim geschlossenen Kosmos schließt sich an die Expansionsphase eine Kontraktionsphase an, die schließlich wieder in einem Zustand singulärer Dichte endet (und möglicherweise wiederholt sich der Zyklus, pulsiert das Weltall).

Welches Modell unserem Kosmos am adäquatesten ist, ließe sich im Prinzip aus der Kenntnis der mittleren kosmischen Materiedichte entscheiden. Falls diese nämlich einen kritischen

Wert überschreitet, ist die Gravitationskraft der im Kosmos vorhandenen Massen ausreichend, um die Expansion zu stoppen. Der kritischen Dichte entspricht gerade der Grenzfall des flachen Raumes $k = 0$. Leider ermöglichen uns die gegenwärtigen Beobachtungsbefunde und deren Interpretation noch keine eindeutige Aussage über den Wert von k .

Der Friedman-Kosmos „von innen“

Die graphische Darstellung der Friedman-Modelle (Abb. 2) mag etwas den Eindruck einer Beschreibung „von außen“ erwecken. Wir wollen deshalb in den folgenden Betrachtungen auf das beobachtbare Bild abzielen, das der Kosmos nach Friedman zu verschiedenen Zeitpunkten bietet.

Gemäß dem kosmologischen Prinzip haben wir uns die Galaxien als gleichmäßig über den Kosmos verteilt vorzustellen. Sie markieren gewissermaßen ein Koordinatennetz. Denken wir uns ideale Galaxien, die keine andere Bewegungskomponente haben, als die durch die kosmische Evolution hervorgerufene, so können wir das zeitliche Verhalten des Skalenfaktors $R(t)$ durch das zeitliche Verhalten des Abstandes zweier Galaxien ausdrücken. Vergleicht man in Abb. 3 die Entfernungen zwischen den Galaxien A, B und C im Fall a mit denen im Fall b, stellt man eine Verdopplung des Skalenfaktors R fest. Während sich im Zeitintervall $t_2 - t_1$ die Galaxie B um eine Entfernungseinheit von A entfernt hat, sind es bei der Galaxie C zwei Einheiten, bei D wären es drei usw. Demnach haben wir bei C eine Fluchtgeschwindigkeit zu erwarten, die doppelt so groß ist wie die von B, bei D dreimal so groß usw. Die Fluchtgeschwindigkeit nimmt also proportional mit der Entfernung zu. Wir haben uns derart aus der Zeitabhängigkeit der Metrik $R(t)$ heraus das Hubble-Gesetz veranschaulicht.

Die Darstellung in Abb. 3 ist auch geeignet zur Illustration folgender Überlegung: Wir haben willkürlich den Nullpunkt der Entfernungsskala in die Galaxie A gelegt und registrieren eine Fluchtbewegung aller Galaxien von A aus. Daß dies nicht so zu interpretieren ist, daß sich der Beobachter in A im „Mittelpunkt der Welt“ befindet, sieht man leicht, wenn man den Nullpunkt in B oder C oder in eine beliebige andere Galaxie legt. Jeder Beobachter sieht den gleichen Effekt.

Der Hubble-Effekt ist über die Bestimmung der Rotverschiebung in den Spektren der Galaxien einerseits und der Entfernungen der Galaxien andererseits nachweisbar. Mit Rotverschiebung

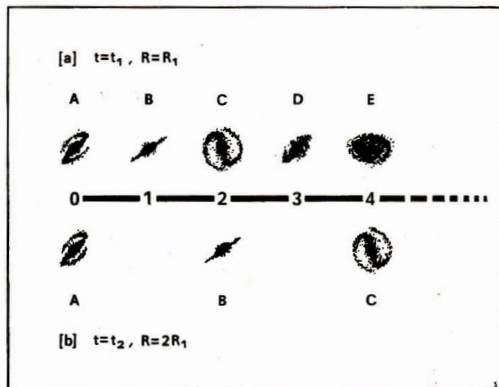


Abb. 3: Die Zeitabhängigkeit des Skalenfaktors $R(t)$ bewirkt die Zunahme der Fluchtgeschwindigkeit mit der Entfernung für jeden Beobachter (s. Text).

Die Entfernungsbestimmung bei den entfernteren Galaxien (diese sind für die Ermittlung der Größen H und q besonders bedeutsam) erfolgt über deren scheinbare Helligkeit und eine Leuchtkraftrechnung. Während im Raum unserer Erfahrung die Lichtausbreitung durch das bekannte

ist die relative Wellenlängenänderung $\Delta\lambda/\lambda$ des Lichtes gemeint, die anschaulich als Folge der Fluchtgeschwindigkeit im Sinne des Doppler-Effektes erklärt werden kann. Abweichend von der obigen Betrachtung ist aber zu berücksichtigen, daß wir die Galaxien in einem um so viel früheren Zustand des Kosmos beobachten, wie es der Lichtlaufzeit zu uns entspricht. Während der Lichtlaufzeit ändert sich die Metrik R . Aus allgemeinrelativistischen Überlegungen folgt, daß für die im Koordinatensystem ruhenden idealen Galaxien das Produkt aus Skalenfaktor R und Frequenz ν des Lichtes konstant ist. Daraus folgt unmittelbar für die Rotverschiebung des Lichtes, das zur Zeit t_1 ausgesendet und zur Zeit t_2 empfangen wird,

$$z = R(t_2)/R(t_1) - 1. \quad (1)$$

Die Gleichung bringt deutlich zum Ausdruck, daß die Rotverschiebung primär ihre Grundlage in der Zeitabhängigkeit der Metrik hat. Durch eine Reihenentwicklung läßt sich daraus der Zusammenhang zwischen Rotverschiebung und Entfernung D der Quelle ableiten (s. [5])

$$z = H D + (q + 1) \frac{H^2}{2} D^2 + \dots, \quad (2)$$

der sich somit nur in erster Näherung als linear erweist. Der Wert H wird als Hubble-Konstante bezeichnet und ist ein Maß der Expansionsrate. Die Abweichung von der Linearität ist abhängig von der Größe q , dem Parameter der Abbremsung der kosmischen Expansion.

[1/ r^2]-Gesetz bestimmt wird, ist der Zusammenhang von scheinbarer und absoluter Helligkeit über große Entfernungen im Friedman-Kosmos wegen Raumkrümmung und Zeitabhängigkeit der Metrik komplizierter. Man definiert einen Helligkeitsabstand D_L

$$D_L = \sqrt{L/4\pi I}, \quad (3)$$

wo L die pro Zeiteinheit abgestrahlte Gesamtenergie der Quelle und I die pro Zeiteinheit beim Beobachter auf die Flächeneinheit eingestrahlte Energie darstellen. Die genaue Betrachtung zeigt (s. [5]), daß gilt

$$D_L = f \frac{R^2(t_2)}{R(t_1)}, \quad (4)$$

wobei f eine von der Art des Ortsraumes abhängige Funktion ist.

Mit den Gleichungen (1) und (4) und den Friedmanschen Lösungen für $R(t)$ kann man nun voraussagen, welche Beziehung zwischen Rotverschiebung und Leuchtkraftentfernung ein Beobachter zu einer beliebigen kosmischen Zeit t finden würde. In Verallgemeinerung der für den gegenwärtigen Zeitpunkt bekannten Relation verwenden wir dabei die Begriffe Hubble-Beziehung und Hubble-Diagramm.

Unkompliziert stellt sich der Sachverhalt für das offene Weltall dar (Abb. 4a). Der ständigen Expansion entspricht im Diagramm die Tatsache, daß die Rotverschiebung zu jeder Zeit mit D_L zunimmt, aber infolge der Abbremsung der Expansion wird diese Zunahme mit der

Zeit immer geringer (die Hubble-„Konstante“ wird immer kleiner). Für kleine Entfernungen ist die Beziehung etwa linear, erst bei größeren D_L wird die Abweichung von der Linearität erkennbar, eine Folge der geringen Abbremsung im offenen Kosmos. Falls wir anstelle der Leuchtkraftentfernung die tatsächliche (momentane) Entfernung D verwenden (die für das jeweilige Weltmodell aus D_L berechenbar ist), zeigt sich ein interessantes Phänomen (Abb. 4b): Bereits bei endlichen Entfernungen werden die Rotverschiebungen unendlich groß. Da sich solche und erst recht entferntere Galaxien prinzipiell der Beobachtung entziehen, bedeutet dies die Existenz eines Horizontes („Teilchenhorizont“). Die Entfernungen von Teilchen hinter diesem Horizont zu uns sind zu groß, als daß uns ihr Licht während des Alters des Universums schon erreicht haben könnte.** Mit der Zeit verschiebt sich der Horizont zu immer größeren Entfernungen und genau das ist in Abb. 4b ja auch zu erkennen. Der Himmel wird also mit der Zeit immer heller. Etwas komplexer wird die Situation im geschlossenen Kosmos. Wir wollen das jeweilige Hubble-Diagramm zu den Zeitpunkten betrachten, die in Abb. 5 markiert sind. Wir befinden uns gegenwärtig auf der Zeitachse etwa bei II. Aus der Abb. 2 ist zu sehen, daß sich offenes und geschlossenes Modell anfangs kaum unterscheiden. Das zeigt sich auch in der Ähnlichkeit der Hubble-Diagramme, zum Ärger der Kosmologen, die ja gerade aus dem beobachteten Hubble-Diagramm erkennen möchten, ob wir in einem offenen oder geschlossenen Kosmos leben. Mit zunehmendem kosmischen Alter

** Es sei bemerkt, daß die Interpretation der Existenz eines Teilchenhorizontes als eine prinzipielle Erkenntnisstranke nicht gerechtfertigt ist. Da allen Überlegungen das kosmologische Prinzip zugrundegelegt wurde, wissen wir ja bereits, daß der Kosmos hinter dem Horizont die gleiche Struktur hat wie der uns bekannte Teil.

Abb. 5: Der Skalenfaktor R als Funktion der Zeit im geschlossenen Kosmos. Es sind die Zeitpunkte markiert, für die in Abb. 6 jeweils das Hubble-Diagramm gezeigt wird.

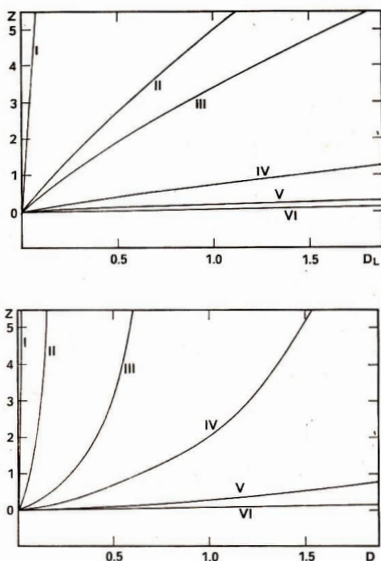
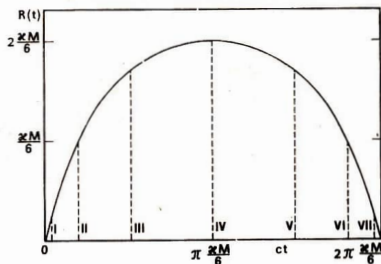


Abb. 4: Hubble-Diagramme für den offenen Kosmos ($k = -1$) zu unterschiedlichen Zeiten. Die römischen Zahlen geben die zeitliche Aufeinanderfolge. Die Kurve IV entspricht etwa der gegenwärtigen Relation. In 4a ist die Rotverschiebung über die Leuchtkraftentfernung D_L aufgetragen, in 4b über die momentane tatsächliche Entfernung D .



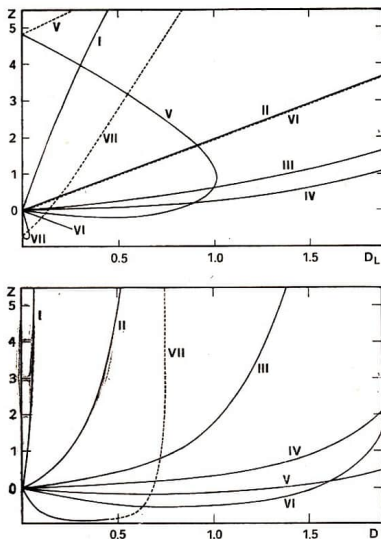


Abb. 6: Die Hubble-Diagramme für die sieben, in Abb. 5 markierten Zeitpunkte im geschlossenen Kosmos. Die Reihenfolge der römischen Zahlen gibt wieder die zeitliche Reihenfolge. Die durchgezogenen Linien entsprechen realen Galaxien, die punktierten Linien „Geistergalaxien“. In 6a ist die Rotverschiebung über die Helligkeitsentfernung aufgetragen, in 6b über die tatsächliche momentane Entfernung.

wird auch hier die Zunahme von z mit D_L schwächer und die Relation weicht zunehmend von der Linearität ab, jetzt allerdings, wegen der größeren Abbremsung der Expansion als im offenen Kosmos, in die andere Richtung (s. Abb. 6a).

Zum Zeitpunkt der maximalen Expansion (IV) ist die Expansionsrate Null (s. Abb. 5). Für die näheren Galaxien, die ja den momentanen Zustand des Kosmos repräsentieren, ist folglich $z \approx 0$. Etwas später, zu Beginn der Kontraktion (V) zeigen die nahen Galaxien eine Blauverschiebung. Diese nimmt mit der Entfernung zu, dann aber wieder ab und geht in die Rotverschiebung über. Interessanterweise nimmt dann

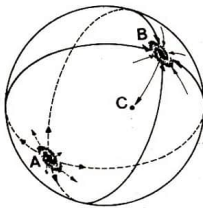


Abb. 7: „Geistergalaxien“. Das Licht der Galaxie A vereinigt sich in deren „Antipodenpunkt“ (im Koordinatenabstand π von A) und erzeugt dort das Bild B von A, die „Geistergalaxie“.

Ein Beobachter C sieht in B eine Galaxie, falls seit der Entstehung der Galaxie A soviel Zeit vergangen ist, wie das Licht braucht, um von A über B nach C zu gelangen.

die Helligkeitsentfernung mit z ab, so daß wir schließlich Galaxien, die wir nach ihrer scheinbaren Helligkeit als sehr nahe klassifizieren würden, mit sehr großen Rotverschiebungen beobachten und gleichzeitig nahe blauverschobene Galaxien sehen. Bei noch größeren z -Werten gibt es dann wieder eine nahezu lineare Zunahme der Rotverschiebung mit der Leuchtkraftentfernung. Allerdings handelt es sich hierbei nicht um reale Galaxien, sondern um „Geister“.

Wenn sich an dieser Stelle der Verdacht meldet, daß hier Wissenschaft mit Mystik kontaminiert wird, daß etwa die Geisterwelt der Alten, in kosmische Räume versetzt, neu entsteht, ist das natürlich völlig ungerechtfertigt. Der Begriff „Geister“ findet hier einfach Verwendung für die Tatsache, daß auf Grund der Eigenschaften des Raumes Galaxien an Orten gesehen werden, an denen sie sich gar nicht befinden.

Mangels besserer Anschaulichkeit des gekrümmten dreidimensionalen Ortsraumes behelfen wir uns wieder mit der Analogie der Kugel, die in den dreidimensionalen Raum eingebettet ist. Zwei Käfer z. B., die vom gleichen Punkt auf einem Globus immer geradeaus, aber in unterschiedliche Richtungen loslaufen, treffen sich im entgegengesetzten Punkt, dem „Antipodenpunkt“. Licht breitet sich geradlinig aus, aber was heißt das in einem gekrümmten Raum?

Abb. 8a: Die Rot-(bzw. Blau-)verschiebung der Galaxien (entsprechende Richtung und Länge der Pfeile) in Abhängigkeit von der Helligkeitsentfernung D_L . Die unterschiedlichen Bilder entsprechen den unterschiedlichen Weltaltern von Abb. 5 und 6 im geschlossenen Friedman Kosmos. Kreise und gestrichelte Pfeile stehen für „Geistergalaxien“. Der Beobachter befindet sich an der Spitze des Kreissektors, die Abstände der Galaxien vom Beobachter entsprechen ihren Helligkeitsabständen. Das dargestellte D_L -Intervall entspricht etwa $3 \cdot 10^4$ Mpc.

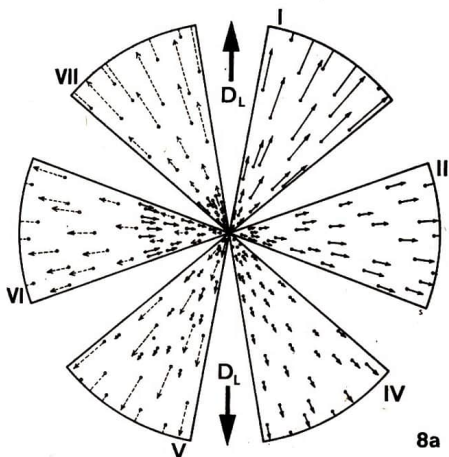
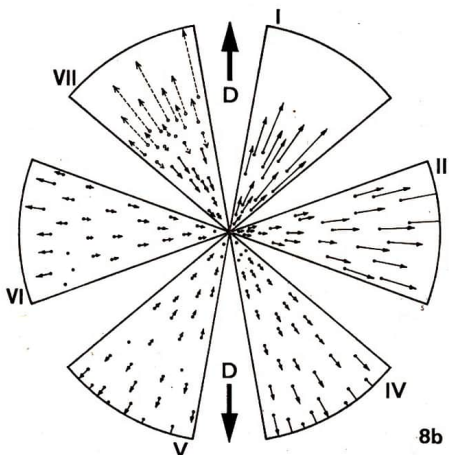


Abb. 8b: Das gleiche wie in Abb. 8a, aber mit dem tatsächlichen momentanen Abstand D anstelle des Helligkeitsabstandes D_L . Man beachte das Auftreten maximaler Entfernungen, ein Effekt, der im geschlossenen Modell zu allen Zeiten auftritt und hier in den Fällen I, II, VI und VII deutlich zu sehen ist.



Im Kugelraum des geschlossenen Kosmos bedeutet dies in völliger Analogie zu den Käfern, daß sich die Lichtstrahlen im Antipodenpunkt der Quelle vereinigen und dort deren Bild entstehen lassen (s. Abb. 7). Dieses Bild sieht ein hypothetischer Beobachter dann, falls der Kosmos mindestens so alt ist, daß das Licht bis zum Antipodenpunkt und von dort weiter bis zum Beobachter gelangt sein kann. Wegen der endlichen Lichtgeschwindigkeit treten diese „Geister“ erst in der Kontraktionsphase auf, dann aber werden sie schnell immer zahlreicher, bis sich

schließlich am Endpunkt des kosmischen Zyklus auf diese Weise die Welt verdoppelt hat. Am Endpunkt kann sich ein gedachter Beobachter, der den gesamten Zyklus mit durchläuft, am „Weltanfang“ sehen.

In ähnlicher Weise lassen sich die Kurven für die Fälle VI und VII (Abb. 6a) verstehen. Das „Weltende“ würde rein formal in den Punkt $z = -1$ (unendliche Blauverschiebung) und $D_L = 0$ einzuzeichnen sein. In der Abb. 6b sind die entsprechenden Kurven mit der tatsächlichen (momentanen) Entfernung D anstelle der Leuchtkraftentfernung D_L dargestellt. Wie im offenen Kosmos ist auch hier die Existenz eines Teilchenhorizontes erkennbar. Die Abb. 8a und 8b schließlich stellen eine Illustration der eben angestellten Betrachtungen dar, für die sich eine weitere Erklärung erübrigt.

Literatur: [1] Nowikow, I. D., *Evolution des Universums*, Teubner-Verlagsgesellschaft, Leipzig 1982. – [2] Schmutzer, E., *Relativitätstheorie – aktuell*, Teubner-Verlagsgesellschaft, Leipzig 1981. – [3] Kasten, V., Was ist ein gekrümmter Raum?, *Sterne und Weltraum* 11 (1980), S. 368. – [4] Ebert, D., Dialog zwischen Teilchenphysik und Kosmologie, *Spektrum* 15 (1984), S. 5. – [5] Stephani, H., *Allgemeine Relativitätstheorie*, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1977.

Quellen kosmischer Gamma-Strahlungsausbrüche als mögliche Beobachtungsobjekte für Amateurastronomen

J. FLOHRER

Zu den interessantesten und beeindruckendsten astrophysikalischen Entdeckungen der letzten Jahre zählen zweifellos die kosmischen Gamma-Ausbrüche, erhalten wir doch durch sie Kenntnisse über unter extremsten Bedingungen verlaufende physikalische Prozesse. Da die Gamma-Strahlung in der Erdatmosphäre absorbiert wird, war es erst mit Hilfe der Raumflugtechnik (und in gewissen Grenzen mit hochfliegenden Ballonen) möglich, den Himmel in diesem Strahlungsbereich zu beobachten. Dabei bot sich den Wissenschaftlern ein völlig anderes als von der traditionellen Astronomie gezeichnetes Bild: Sonne und Sterne sind praktisch nicht beobachtbar, während sich die Milchstraße als helleres Band von einem den ganzen Himmel umfassenden, schwach leuchtenden Hintergrund abhebt.

Neben 20 gleichmäßig strahlenden Objekten, von denen sich 19 in der Milchstraßenebene befinden, leuchten noch eine veränderliche Quelle und die beiden Pulsare im Krebsnebel sowie im Sternbild Vela. Das galaktische Zentrum emittiert intensive veränderliche Gamma-Strahlung, die aus der Annihilation von Elektronen und Positronen resultiert. Schließlich erscheinen mit einer Dauer von Sekundenbruchteilen bis zu mehreren zehn Sekunden völlig unvorhersehbar und regellos über den Himmel verteilt Gamma-Blitze (oder auch Gamma-bursts, Gamma-Ausbrüche genannt).

Die ersten Gamma-Ausbrüche wurden Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre registriert. Diese unerwartete Beobachtung löste eine ständig wachsende Welle neuer Experimente zur Aufklärung dieses neuen astrophysikalischen Phänomens aus. Die Zahl der theoretischen Modelle für Gamma-Ausbrüche stieg gleichermaßen an (siehe Übersichtsartikel [1]).

Den bisherigen Höhepunkt bei der Erforschung der Gamma-Ausbrüche bildete das Anfang der 80er Jahre existierende internationale Netz von Raumflugkörpern. Mit seiner Hilfe war es auch erstmalig möglich, für einige Gamma-Ausbrüche mit Hilfe der Triangulation Fehlergebiete (auch Fehlerboxen genannt) von nur mehreren Quadratbogenminuten anzugeben.

In einem Gamma-Ausbruch steigt der Gamma-Strahlungsfluß bis zu mehreren Größenordnungen über die mittlere Gamma-Hintergrundstrahlung an. Dabei können sich die Intensitäts-Zeit-Diagramme (Zeitprofile) beträchtlich voneinander unterscheiden (Abb. 1). Die schnellen zeitlichen Änderungen in den Zeitprofilen setzen aufgrund der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Strahlung kleine Quellen von einigen zehn bis einigen hundert Kilometern Ausdehnung voraus. Dies spricht (zusammen mit den aus Energiespektren geschlußfolgerten superstarken Magnetfeldern vom $\approx 10^{13}$ -fachen Wert des Erdmagnetfeldes) in starkem Maße für Neutronensterne als Quellen der Gamma-Ausbrüche.

Die näherungsweise gleichmäßige (isotrope) Verteilung am Himmel läßt nur drei Möglichkeiten für die Entfernung der Gamma-Ausbrüche zu:

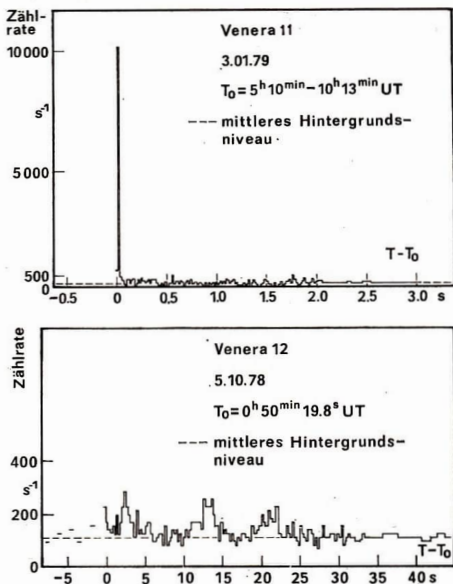
- (1) Sie sind viele Mpc entfernt;
- (2) sie befinden sich in der Korona unserer Galaxis (einige zehn bis 300 kpc) oder
- (3) sie stammen aus der unmittelbaren Umgebung der Sonne (entsprechend der Dicke der galaktischen Scheibe bis zu ≈ 300 pc entfernt).

(1) und (2) führen zu Schwierigkeiten bei der Aufstellung theoretischer Modelle, müßten doch

Abb. 1: Zwei extreme Beispiele für die Zeitprofile von Gamma-Ausbrüchen. oben: nach Fig. 42 in [8]; unten: nach Fig. 10 in [8].

auf kleinstem Raum ($R \approx 10$ km) in wenigen Sekunden riesige Energiemengen erzeugt werden. Bei z. B. 50 kpc Entfernung hätte ein mittlerer Gamma-Ausbruch die (bolometrische) Leuchstärke des Andromedanebels! Für eine Entfernung von 100 pc würde dieser Gamma-Ausbruch immerhin noch eine Energiemenge im Grenzbereich von Röntgen- und Gamma-Strahlung freisetzen, wie sie die Sonne auf allen Wellenlängen innerhalb einiger Wochen abstrahlt! Doch lassen sich hierfür ohne prinzipielle Schwierigkeiten nichtexotische Modelle entwerfen. Eine gute Beschreibung der Gamma-Ausbrüche liefert das Modell einer thermonuklearen Explosion: Im Doppelsternsystem strömt vom „normalen“ Partnerstern Gas auf den Neutronenstern über, wo es durch das starke Magnetfeld auf die beiden Magnetpolkappen gelenkt wird. Wenn sich in den beiden sich bildenden Linsen heißen Plasmas bestimmte kritische physikalische Verhältnisse entwickelt haben, kommt es zur thermonuklearen Explosion. Komplizierte Prozesse der Wechselwirkung von Explosionswolke und superstarkem Magnetfeld führen dann zur Emission von Gamma-Strahlung. Dieses Modell erlaubt auch den Fakt zu verstehen, daß sich bis jetzt, von zwei Ausnahmen abgesehen, kein Gamma-Ausbruch wiederholte.

Diesem und auch anderen Modellen zufolge sollte ein Gamma-Ausbruch auch in anderen, „weiche“ Bereichen des elektromagnetischen Spektrums beobachtbare Strahlung aussenden. Außerdem müßte die normale Komponente des Doppelsternsystems zu sehen sein. Aber bis jetzt gibt es auf anderen Wellenlängen trotz vielfacher Versuche noch keine eindeutigen Identifizierungen von Gamma-Ausbruchs-



quellen. Da außerdem viele, einander ausschließende, aber die bisherigen Beobachtungstatistiken verhältnismäßig gut beschreibende Modelle möglich sind, gilt die Natur der Gamma-Ausbrüche als nachwievor unverstanden. Einen Fortschritt erwarten die Astrophysiker von zukünftigen, beträchtlich weiterentwickelten Experimenten auf Raumflugkörpern. Vorläufig aber findet eine starke Hinwendung zur Beobachtung der Quellen von Gamma-Ausbrüchen in anderen Spektralbereichen statt, wobei den optischen Erscheinungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Gegenüber den teuren und damit zeitlich als auch apparativ begrenzten Satellitenexperimenten steht hier praktisch ständig und in großer Zahl über die ganze Erde verteilt Beobachtungstechnik zur Verfügung. Bereits mit ihrer Hilfe sollte es möglich sein, grundsätzliche Fragen zur Natur der Gamma-Ausbrüche zu beantworten. Z. B.: Handelt es sich um Doppelsternsysteme? Wenn ja, welcher Art sind die „normalen“ Partnersterne und lassen

Tabelle einiger von Mitteleuropa aus sichtbarer Quellen von Gamma-Ausbrüchen
Rektaszension α und Deklination δ in üblichen Bezeichnungen für die Epoche 1950.0. Für die Fehlerbox wurde der Radius um (α , δ) in Grad, für den 24. 3. 1979 wurden die Eckpunkte der Fehlerbox in (α , δ) angegeben.

Daten	Koordinaten α δ	Fehlerbox R	Bemerkungen
4. 11. 1978	20 ^h 06 ^m —21 [°] 6	0 [°] 5	[7]
19. 11. 1978	1 ^h 16 ^m 31 ^s 2 —28 [°] 9	0 [°] 1	Opt. Ausbruch am 17. 11. 1928? [7], [2]
21. 11. 1978	17 ^h 02 ^m 48 ^s +0 [°] 0	0 [°] 3	Opt. Ausbruch am 17. 05. 1974? [7], [4]
24. 11. 1978	12 ^h 00 ^m +22 [°] 0 12 ^h 05 ^m 10 ^s +23 [°] 9	1 [°] 0 0 [°] 1	Die Angaben bei verschiedenen Autoren widersprechen sich! [7], [9]
24. 03. 1979	19 ^h 00 ^m 55 ^s +14 [°] 0	19 ^h 01 ^m 05 ^s 14 [°] 4 18 ^h 59 ^m 29 ^s 16 [°] 2	19 ^h 02 ^m 12 ^s 12 [°] 8 19 ^h 00 ^m 46 ^s 14 [°] 6 Diese Quelle war nochmals am 25. 03. 79 und 27. 03. 1979 aktiv! [8]
18. 04. 1979	5 ^h 52 ^m —7 [°] 0	0 [°] 5	[7]
13. 06. 1979	14 ^h 12 ^m +79 [°] 0	0 [°] 5	[7]
5. 11. 1979	22 ^h 51 ^m 43 ^s —2 [°] 52	0 [°] 1	Opt. Ausbruch am 4. 10. 1901? [9], [3]
16. 11. 1979	0 ^h 10 ^m 15 ^s 3 +15 [°] 08	0 [°] 03	[9]

sich daraus Aussagen über deren Entfernung treffen? In welchen Zeiträumen wiederholen sich Gamma-Ausbrüche?

Die Beobachtungsversuche in anderen Spektralbereichen lassen sich in vier Kategorien einteilen:

- (1) In einschlägigen Katalogen wird nach besonderen, sich in der Fehlerbox des Gamma-Ausbrüches befindenden Objekten gesucht (z. B. veränderliche Sterne).
- (2) Auf archivierten astronomischen Fotoplatten, Aufzeichnungen im Radiobereich usw. werden die Fehlerboxen nach auffälligen Erscheinungen durchmustert.
- (3) Mit weitreichenden Teleskopen werden die Fehlerboxen beobachtet und verdächtige Objekte genauer untersucht.
- (4) Zeitgleich zum Gamma-Ausbruch findet dessen Beobachtung statt (Echtzeitbeobachtung), wozu auch Archive heranzuziehen sind.

Zu (1) wurde erst in einem Falle ein Ergebnis erzielt:

Die Fehlerbox des Gamma-Ausbrüches vom 5. 3. 1979, der sich in vielem von den anderen unterscheidet (z. B. Intensität, viele Wiederholungen seit dem ersten beobachteten Ausbruch), überschneidet sich mit dem Supernovaüberrest N49 in der Großen Magellanschen Wolke. Zu (4) fehlen Erfolge wegen der Unvorhersehbarkeit der Gamma-Ausbrüche noch völlig, doch befinden sich ausgeklügelte Experimente hierzu in der Vorbereitung. Verhältnismäßig viel Arbeit wurde zur zweiten und dritten Kategorie geleistet. Obwohl noch keine Quelle eines Gamma-Ausbrüches zweifelsfrei mit einem Objekt identifiziert werden konnte, wurden doch einige verdächtige Objekte bzw. Erscheinungen in Fehlerboxen von Gamma-Ausbrüchen gefunden:

- 4 „neue“ Sterne auf optischen Archivplatten,
- 2 Radioquellen,
- 1 Röntgenquelle,
- 3 optische Ausbrüche von einer Quelle,

– einige sehr schwache, z. T. veränderliche Objekte auf Tiefraumaufnahmen.

Die meisten dieser Objekte hängen mit dem Gamma-Ausbruch vom 19. 11. 1978 zusammen. Nachdem 1981 zwei Radioquellen und eine Röntgenquelle in bzw. nahe bei der Fehlerbox nachgewiesen wurden, konnte im gleichen Jahr auf einer Fotoplatte vom 17. 11. 1928 ein neuer Stern 10. Größe in diesem Gebiet entdeckt werden [2]. Durch Ungenauigkeiten in der Nachführung des Teleskops haben die „normalen“ Sterne auf der Fotoplatte eine längliche Gestalt. Die runde Form des neuen Sterns konnte nur bei einer höchstens 10minütigen Leuchtdauer entstehen. Schwärzungsprofilmessungen deuten darauf hin, daß es sich bei diesem eventuellen optischen Widerschein eines Gamma-Ausbrüches nicht um einen der sterngleichen Fotoplattenfehler handelt. Bei einer Dauer von einer Sekunde für diesen optischen Ausbruch wäre er als Stern 3. Größe zu sehen gewesen!

1984 wurden drei weitere eventuelle optische Ausbrüche anderer Quellen von Gamma-Aus-

brüchen auf Fotoplatten gefunden [3], einer davon in der Sternwarte Sonneberg [4]. Sie markieren sich als Sterne 11. bis 14. Größe. Bei einer Sekunde Dauer hätten sie die 4. bis 7. Größenklasse erreicht.

Die Entdeckung des ersten optischen Ausbruchs vom 17. 11. 1928 löste viele gezielte Beobachtungen von dessen $4'' \times 16''$ messender Fehlerbox aus. So wurden mittels CCD-Sensoren am dänischen 1,5 m-ESO-Teleskop in La Silla zwei schwache, stark veränderliche Objekte etwa 23. Größe gefunden [5]. Eine dieser Quellen war auf späteren Aufnahmen nicht mehr nachzuweisen, die andere konnte mit dem 4 m-Teleskop des Interamerikanischen Observatoriums in Cerro Tololo bestätigt werden. Zusätzlich zeigten sich auf den Aufnahmen des Teleskops zwei weitere schwache Quellen ($\approx 25^m$), so daß eine eindeutige Identifizierung der Gamma-Ausbruchsquelle nicht möglich ist.

Mit einem 50 cm-Teleskop wurde über 900 Stunden lang die Fehlerbox des (besonderen) Gamma-Ausbruchs vom 5. 3. 1979 fotoelektrisch beobachtet [6]. Dabei konnten 1984 drei optische Ausbrüche, deren hellster die 8,7. Größe erreichte, nachgewiesen werden. Von den zu dieser Zeit noch auf Satelliten fliegenden, aber relativ gering empfindlichen Detektoren wurden aber keine zeitgleichen Gamma-Ausbrüche registriert. Obwohl nur einige Beispiele für die optische Suche nach Gamma-Ausbrüchen skizziert werden konnten, reichen sie meines Erachtens bereits aus, die Möglichkeiten für die Beteiligung von Amateurastronomen bei dieser Suche aufzuzeigen. Die vergleichsweise großen Helligkeiten der gefundenen optischen Ausbrüche legen die Vermutung nahe, daß schon viele Menschen mit bloßem Auge „Gamma-Ausbrüche“ gesehen haben, sie aber wegen deren kurzer Dauer für optische Täuschungen, Meteore usw. hielten. Die große Zahl von Amateurastronomen würde nicht nur das Netz der Himmelsüberwachung beträchtlich verstärken, es wüchse mit ihrer Hilfe auch die Wahrscheinlichkeit, in Echtzeit einen Gamma-Ausbruch optisch zu beobachten. Ein Fotoapparat mit Weitwinkelobjektiv und empfindlichem Film sollte für derartige Überwachungen bereits genügen. Eine nicht ganz synchrone Himmelsnachführung wäre dabei sogar vorteilhaft, da sich die kurzzeitigen optischen Ausbrüche von den Strichspuren der „richtigen“ Sterne deutlich abheben würden.

Amateurastronomen könnten folglich mit einfachen Mitteln entscheidend zur Aufklärung einer der aufregendsten und interessantesten Erscheinungen am Himmel beitragen.

Literatur: [1] F. Verter, *Physics Reports* **81** (1982) 293–349. – [2] B. E. Schaefer, *Nature* **294** (1981) 722 bis 724. – [3] B. E. Schaefer et al., *Astrophys. J. (Letters)* **286** (1984) L1–L4. – [4] M. Scholz, I. A. U. Information Bulletin on Variable Stars, No. 2615, Budapest 1984. – [5] H. Pedersen et al., *Astrophys. J. (Letters)* **270** (1983) L43–L47. – [6] H. Pedersen et al., *Nature* **312** (1984) 40–48. – [7] R. Klebesadel et al., *Astrophys. J. (Letters)* **259** (1982) L51–L56. – [8] E. P. Mazets et al., *Astrophys. Space Sci.* **80** (1981) 3–143. – [9] T. L. Cline et al., *Astrophys. J. (Letters)* **286** (1984) L15–18.

Ringsysteme um Planeten in unserem Sonnensystem (I)

H. TIERSCH, D. STOLL

Eines der faszinierendsten Beobachtungsobjekte in unserem Sonnensystem ist Saturn ohne Zweifel das Ringsystem des Saturns. Es fand schon von jeher das ganz besondere Interesse aller Astronomen, seien es nun Berufsastronomen oder deren Amateurliegen. Wenn hier von „jeher“ die Rede ist, so muß dies etwas präzisiert werden. Der Saturn gehörte (neben Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars und Jupiter) zu den sieben bekannten „klassischen Planeten“ des Altertums. Das Wissen um die Existenz des Ringsystems um den Saturn ist allerdings erst neueren Datums: Galileo Galilei richtete im Jahre 1610 als erster sein Teleskop auf den Saturn und bemerkte eine „Ausbuchtung“ zu beiden Seiten des Planeten. Das Ringsystem des Saturns war somit der Beobachtung erschlossen. Für einige Jahrhunderte hatte es den Rang von etwas Einmaligem in unserem Sonnensystem. Doch obwohl einmalig, spielte es in den kosmogonischen Überlegungen zu allen Zeiten eine gewichtige Rolle, denn jede Theorie von der Entstehung unseres Sonnensystems wurde nicht zuletzt an der Frage gemessen, ob sie es vermochte, das Ringsystem des Saturns zu erklären. Dann aber stellte sich immer wieder die Frage: Weshalb hat einzig und allein der Saturn solch ein Ringsystem? Diese letztere Frage ist nunmehr gegenstandslos geworden. Im März 1977 verlor das Saturnringsystem das Fluidum des Unikalen: Bei einer Sternbedeckung durch den Uranus konnte von der Erde aus die Existenz von mehreren schmalen, dunklen Ringen um diesen Planeten nachgewiesen werden, ja mehr noch. Zu diesem Zeitpunkt konnte man von der Erde aus genau auf den Pol des Uranus und

somit auf die Uranusringe blicken, so daß man nicht bei qualitativen Aussagen stehen blieb, sondern die Ringe recht präzise vermessen konnte. Die nächste Überraschung folgte auf dem Fuße. Die Voyagersonden entdeckten im März und Juli 1979 einen diffusen, dicken Ring um den Jupiter. Nunmehr stellte sich die Frage nach der Existenz von planetaren Ringsystemen umgekehrt: Waren diese vielleicht, zumindest bei den jupiterähnlichen Planeten, gesetzmäßig? Gespannt wartete man auf die nächste Sternbedeckung durch den Neptun. Im Juni 1983 beobachtete man solch ein Ereignis – und die hochgesteckten Erwartungen wurden enttäuscht. Im Rahmen der Meßgenauigkeit konnte ein solches Ringsystem nur bedingt nachgewiesen werden. So beobachtete man bei der Sternbedeckung im Jahre 1983 einen 27 s währenden Lichtabfall von 2 %, im Jahre 1984 einen kurzen (2 s), dafür aber stärkeren (35 %) Helligkeitsabfall. Der jeweils einmalige Helligkeitsabfall deutet auf nur einen Ring hin, der vom Neptun etwa 76000 km entfernt ist. Zudem dürfte das Material in diesem Ring ungleichmäßig verteilt sein. Das bedeutet, daß allenfalls ein ganz schwach ausgeprägtes Ringsystem existiert, aber auf alle anstehenden Fragen werden erst zukünftige Beobachtungen eine Antwort geben. Diese Enttäuschung wurde aber mehr als kompensiert durch die Fülle von Daten, die bei dem Vorbeiflug der drei Sonden Pioneer 11 (September 1979), Voyager 1 (November 1980) und Voyager 2 (August 1981) am Saturn gewonnen worden waren. Zahlreiche detaillierte Gebilde und Strukturen der Saturnringe, wie man sie von der Erde aus niemals wahrnehmen kann, wurden fotografiert. Damit trat die Diskussion um die Natur der planetaren Ringsysteme in eine qualitativ neue Phase ein. Heutzutage wird die Frage diskutiert, weshalb die Ringsysteme um die äußeren Planeten so verschieden sind und weshalb die erdähnlichen Planeten keine solchen Gebilde aufweisen. Daneben gewinnen rein physikalische Fragestellungen immer breiteren Raum. Die Ringsysteme stellen nämlich ein ideales kosmisches Laboratorium dar, in dem man die ablaufenden dynamischen Prozesse studieren kann. Diese sind wiederum von großem theoretischen Interesse, da Fragestellungen in ganz anderen Bereichen der Astrophysik (so z. B. über die Natur der Akkretionsscheiben oder über den Entstehungsprozeß von Galaxien) hiermit eng verknüpft sind. Aber der Weg zu diesen modernsten Erkenntnissen war lang. Historisch gesehen stand nach der Entdeckung der „Ausbuchtung“ des Saturns erst einmal eine Erklärung dieses Phänomens aus.

Die Entwicklung unserer Vorstellungen über die Natur der Saturnringe

Die Erfindung des Fernrohres war einerseits die unbedingte Voraussetzung, um überhaupt sehen zu können, daß der Saturn von etwas Ungewöhnlichem umgeben ist; andererseits war die Qualität dieser ersten Fernrohre zu ungenügend, um sofort eine definitive Aussage über die Natur dieses Phänomens treffen zu können.

Erschwerend bei der Interpretation der Beobachtungen kam noch hinzu, daß das Aussehen des beobachteten Gebildes zeitlichen Veränderungen unterworfen war. Zeitweise waren die seitlichen „Ausbuchtungen“ um den Saturn relativ groß, dann wurden sie kleiner und verschwanden schließlich ganz und gar, um anschließend wieder anzuschauen. Wir wissen heute, daß dies damit zusammenhängt, daß die Rotationsebene des Saturns, und damit die sich in dieser Ebene befindlichen Ringe, gegenüber der Saturnbahn um $26^\circ 45'$ geneigt ist, so daß ein Beobachter von der Erde aus einmal schräg auf die Saturnringe, dann genau auf deren Kante und schließlich schräg von unten auf diese schaut. Aber zu solch einer Entscheidungsfindung reichte der Stand der damaligen Beobachtungstechnik noch nicht aus. So blieb Spielraum für eine Vielzahl von Deutungen: Der Saturn konnte abgeplattet sein, er konnte aber auch zwei große Satelliten besitzen, selbst von zwei Henkeln war die Rede. Erst im Jahre 1656 wurde die richtige Lösung des Problems gefunden. C. Huygens [1] postulierte, daß der Saturn von einem Ring umgeben sei. Zu diesem Schluß war er allerdings nicht dank einer verbesserten Beobachtungstechnik gekommen, sondern durch theoretische Überlegungen. Huygens' Modellvorstellung setzte sich schon sehr bald durch. Das Huygenssche Konzept von der Natur des Saturnrings lag aber doch noch um einiges neben der Realität. Er glaubte, daß dieser Ring ein solider Körper sei. Diese Vorstellung war von Anfang an umstritten. Probleme bereitete nämlich der Beobachtungsbefund, daß der Saturnring bei Draufsicht genau auf die Kante unsichtbar wird. Dafür gab es nur eine einleuchtende Erklärung: Dieser Ring mußte extrem dünn sein. Damit tauchte aber sofort die Frage auf: Wie kann ein solider Ring von solch großer radialer Ausdehnung und so einer geringen Dicke stabil sein?

Es ist interessant, daß der Franzose Chapelain bereits im Jahre 1660 die richtige Lösung vorschlug: Er glaubte, daß der Saturnring aus einer Vielzahl von Einzelkörpern besteht, die um den Saturn kreisen. Aber noch konnte diese Vorstellung von der Beobachtung her nicht

verifiziert werden. Einen ersten ernsthaften Stoß erhielt im Jahre 1675 die Theorie von einem monolithischen Ring durch die Beobachtung J. D. Cassinis, daß im Ring eine Lücke klaffte (heute bekannt als die Cassinische Teilung zwischen dem A- und dem B-Ring). Cassini schloß sich der Vorstellung an, daß der Ring aus einer großen Zahl kleiner Körper besteht. Im folgenden Jahrhundert wurde aber noch einmal die Idee von soliden Saturnringen populär. Einer der großen Astronomen jener Zeit, William Herschel (er besaß das beste Teleskop seiner Zeit), sprach sich 1791 noch einmal definitiv für zwei monolithische Saturnringe aus. Gestützt wurde diese Vorstellung noch von dem Konzept der Kantschen spekulativen Kosmologie, die postulierte, daß der gasförmige Urnebel sich zu rotierenden Scheiben verdichtete und dann zu Sternen und Planeten kondensierte. Das Saturnsystem war danach das Beispiel dafür, daß die Nebelringe sich zu soliden, eventuell auch flüssigen Ringen verdichteten. Als im Jahre 1848 jedoch der C-Ring des Saturns gefunden wurde und kurz danach die Entdeckung gemacht wurde, daß die Planetenoberfläche des Saturns durch die Ringe hindurch sichtbar ist, ließ man schließlich endgültig die Vorstellung von soliden Saturnringen fallen. Hinzu kamen theoretische Überlegungen, die ebenfalls gegen dieses Konzept sprachen. E. Roche wies nach, daß ein monolithischer oder auch flüssiger Ring durch Gezeitenkräfte zerstört werden müsse. Den Schlußpunkt unter diese Überlegungen setzte im Jahre 1857 die Arbeit von Maxwell, der mathematisch nachwies, daß die Saturnringe aus dynamischen Gründen aus einer Vielzahl kleiner und kleinster Teilchen bestehen müssen. Der im Jahre 1895 erfolgte spektroskopische Nachweis, daß die einzelnen Teilchen auf Keplerbahnen um den Saturn kreisen, sicherte das Ganze noch von der Beobachtung her ab.

Die Struktur der Saturnringe

Wenn im folgenden relativ ausführlich auf das Saturnringssystem eingegangen wird, so hat dies mehrere Ursachen. Zum einen haben wir es hier mit dem eindrucksvollsten und ausgeprägtesten Ringsystem in unserem Sonnensystem zu tun und zum anderen wurde es schon lange systematisch erforscht, so daß unser Wissensstand hier am fortgeschrittensten ist. Deshalb kommt dem Saturnringssystem eine Art „Leitfunktion“ bei der Erforschung der übrigen Planetenringssysteme zu. Dank der zusätzlichen Daten der Weltraumsonden ist es uns heute schon möglich, recht präzise Aussagen zu machen. Diese Angaben sollen sich zunächst auf die Größe, Dicke

und die Position der einzelnen Saturnringe sowie auf die Größe und Dichte der Ringpartikeln beziehen. Was die Bezeichnung der einzelnen Ringe angeht, so waren die Astronomen hier „vorbelastet“. Seit etwa der Mitte des vorigen Jahrhunderts waren drei Saturnringe bekannt. Die Zählung begann außen, so daß der äußere Ring die Bezeichnung A erhielt. Er war vom nächsten Ring B durch die Cassinische Teilung getrennt. Ganz innen erstreckte sich der C-Ring, auch Flor- oder Kreppring genannt. Doch dank fortgeschrittener Beobachtungstechnik sowie der Raumsonden gelang es, weitere Saturnringe nachzuweisen. An den C-Ring schließt sich innen der D-Ring an. Dieser reicht vermutlich bis fast an die Saturnatmosphäre heran. Die weiteren Saturnringe liegen außerhalb des

Abb. 1: Ausdehnung des Saturnringssystems.

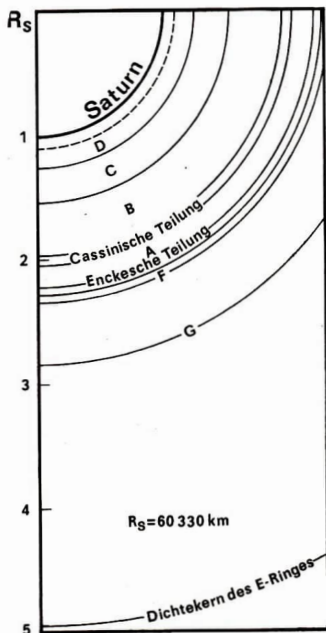


Tabelle 1: Die Saturnringe (aus [2] S. 80)
(Radius des Saturn: 60330 km)
(Masse des Saturn: $5,685 \cdot 10^{29}$ g)

Ringgebiet	Ringposition km	R_s	Masse M_s
D	66970	1,11	?
C	74510	1,235	$2 \cdot 10^{-9}$
B	92000	1,525	$5 \cdot 10^{-8}$
Cassinische Teilung	117580	1,949	$1 \cdot 10^{-9}$
A	122170	2,025	$1,1 \cdot 10^{-8}$
F	136780	2,267	?
G	140180	2,324	?
	170110	2,82	$(1...4) \cdot 10^{-17}$
E	181000	3,0	?
	483000	8,0	

„Außen“- oder A-Ringes. Man hielt an der Buchstabenanzahl fest, korrelierte sie aber nicht mehr mit dem Richtungssinn, so daß der dem A-Ring äußere nächste Nachbar die Bezeichnung F erhielt. Seine Entdeckung geht auf Pioneer 11 zurück. Danach kommt ein schmäler, mit G bezeichneter Ring und ganz außen existiert noch der breite und diffuse E-Ring (Abb. 1).

Das Wissen um diese Ringe basiert vor allem auf Messungen der Voyagersonden. Die einzelnen Ringe haben zum Teil recht scharfe Grenzen. Diese konnten inzwischen mit einer Genauigkeit von etwa 10 km bestimmt werden. Die Saturnringe unterscheiden sich jedoch nicht nur durch ihre verschiedenen Positionen, sondern auch durch qualitative Merkmale wie verschiedene optische Dicke und Partikelparameter.

Die Position sowie die Ausdehnung der einzelnen Saturnringe sind der Tab. 1 zu entnehmen.

Der A- und der B-Ring sind einander recht ähnlich. Sie vereinen den Hauptteil der Saturnringmassen in sich und sind auch von der Helligkeit und der Teilchengröße her in etwa vergleichbar. Messungen haben ergeben, daß die Massendichte pro Einheitsfläche in den dichtesten Regionen bei $100...200 \text{ g cm}^{-2}$ liegt. Integriert man dies über den A- und B-Ring, so ergibt sich eine Gesamtmasse für beide Ringe von ungefähr $6 \cdot 10^{-8}$ Saturnmassen. Von der Breite her ist der B-Ring mit 25580 km ausgehender als der A-Ring mit 14610 km. Dafür ist der A-Ring von der Substruktur her interessanter. Das äußere Drittel des A-Ringes wird durch die 325 km breite Encke-Teilung vom Hauptteil des A-Ringes getrennt, in der äußeren Randzone zeigt sich noch eine weitere Unregelmäßigkeit

in der Materiestruktur, nämlich die etwa 35 km breite Keeler-Lücke. Als völlig regelmäßig kann man aber auch die anderen Bereiche des A- und B-Ringes nicht ansehen. Wie kontrastverstärkte Aufnahmen der Raumsonden zeigten, sind beiden Ringen Substrukturen aufgebau^g, sowohl die als Ringlets bezeichneten Verstärkungen in der Helligkeit als auch in Form von kleinen ringförmigen Lücken. Aus dynamischen Gründen führt man dies allgemein auf gravitative Störeinflüsse von größeren, etwa im 10...100 km-Bereich liegenden Körpern zurück, die einmal eine Ringzone „leerlegen“ als auch Materie in einer anderen Zone „anhäufen“ können. Neuerdings sind auch Dichtewellenresonanzen als mögliche Ursachen im Gespräch. Gravitative Resonanzen dürften auch der Grund für die scharfe äußere Begrenzung des A- und B-Ringes sein, wobei in diesem Falle die Monde Janus bzw. Mimas als Urheber in Frage kommen.

Intensive Studien galten schon seit langem der vertikalen (oder auch „z“-) Ausdehnung der beiden Ringe. Da, bedingt durch die Geometrie des Saturnsystems und seiner Umlaufzeit um die Sonne von rund 30 Jahren, ca. alle 15 Jahre eine exakte Draufsicht auf die Kante des Ringsystems möglich ist, war schon seit Huygens bekannt, daß die vertikale Dicke der Ringe recht gering sein mußte. Photometrische Messungen aus neuerer Zeit ergaben eine obere Grenze für die „z“-Ausdehnung von $\leq 1 \text{ km}$. Da aber bekannt ist, daß die Symmetrieebene der Hauptringe durch gravitative Störungen in sich verbogen ist, lag der Gedanke nahe, daß die eigentliche vertikale Ausdehnung noch um vieles geringer ist. Klarheit brachten die Voyagersonden. Deren Mikrowellensender wurden beim Passieren der Ringebene kurzzeitig abgeschirmt, woraus sich auf einen oberen Wert für die Dicke der Hauptringe von 150...200 m schließen ließ. Theoretische Überlegungen deuten darauf hin, daß die Ränder der Ringe gegenüber den Ringen selbst noch eine Verdickung aufweisen, so daß man heute zu der Ansicht neigt, daß die z-Ausdehnung des A- und B-Ringes zwischen 10 m und 100 m liegt.

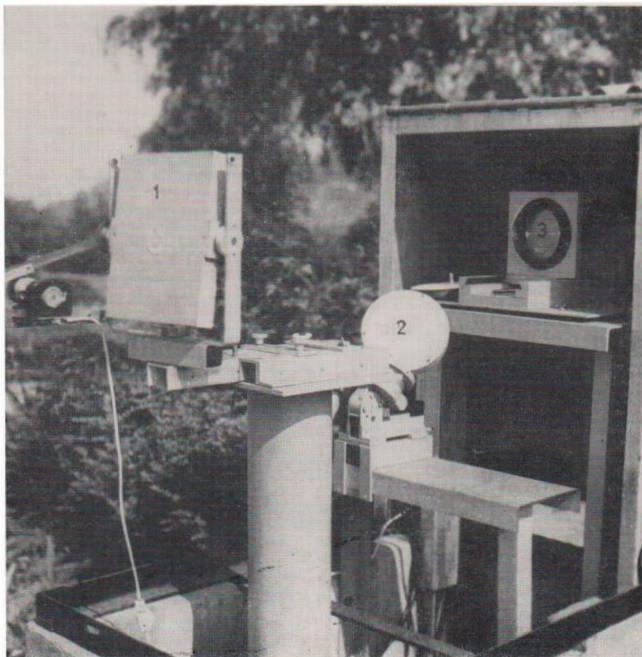
Das Phänomen der extrem geringen Ringdicke (zumindest bei den Hauptringen) bedarf natürlich einer plausiblen Erklärung. Man geht dabei von der Vorstellung aus, daß die Umlaufbahnen der Einzelteilchen gegenüber der Ringebene um ein geringes geneigt sind und zudem noch, wenn auch eine sehr kleine, Pekuliargeschwindigkeit aufweisen. So ist dann die Wahrscheinlichkeit groß, daß die einzelnen Teilchen in der Ringebene mit anderen Teilchen zusammenstoßen und so die Geschwindigkeitsstreuung



Abb. 1: Spektrohelioskop (Gesamtansicht), v. l. n. r.: Horizontalcoelostat mit zurückgefahrener Schutzhütte, – Beobachterhäuschen, – Spektroskopverkleidung.

Abb. 3: Horizontal – Coelostat und Teleskop. 1 – Deklinationsspiegel (horizontal in S-N-Richtung jahreszeitabhängig verschiebbar, horizontal in O-W-Richtung drehbar in Abhängigkeit der

Stellung des Hauptspiegels, vertikal neigbar zur Deklinationsänderung). 2 – Hauptspiegel (horizontal in O-W-Richtung tageszeitabhängig verschiebbar, um die zum Himmelspol weisende Achse mit einer Geschwindigkeit von $\frac{1}{2} d^{-1}$ elektromotorisch drehbar). 3 – Teleskopobjektiv (in S-N-Richtung zur Fokussierung des Sonnenbildes auf den Spalt verschiebbar).



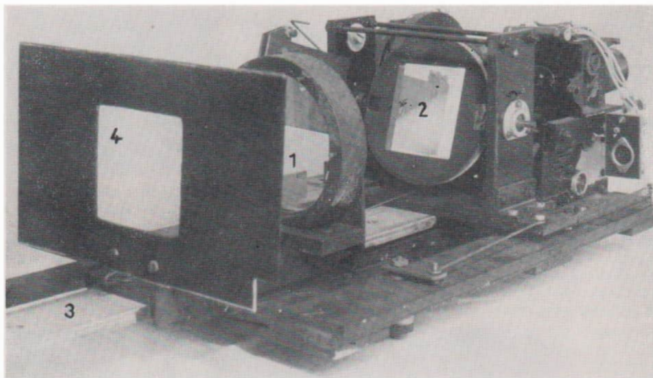
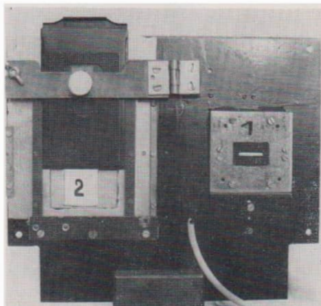


Abb. 4: Baugruppe Kollimatorlinse - Gitter im hinteren Teil des Spektroskopkanals. 1 - Kollimatorlinse, 2 - Reflexionsgitter, 3 - Fokussierschiene für (1), 4 - Maske zur Abschirmung von Fremdlicht. - Hinter der Gitterfassung befinden sich drei Getriebemotoren (zwei zur Ausrichtung des Gitters, einer zur Fokussierung von 1)).

Abb. 5: Frontplatte für spektrographische Beobachtungen (Vorder- und Rückseite). 1 - Eintrittsspalt, 2 - Austrittsfenster mit halbeingegeführter Photokassette, 3 - Feldlinse, 4 - elektromagnetischer Verschluss für Eintrittsspalt (Belichtungszeit wird mit elektronischer Belichtungsuhr aus dem Photolabor eingestellt).



Abbildungstext zu Bildseite IV

Abb. 8: H_2O -Dampf-Linien im Bereich der Na_D -Linien ($\text{D}_1 = 5896 \text{ \AA}$ und $\text{D}_2 = 5890 \text{ \AA}$); **oberes Spektrum:** Sonne 30° über dem Horizont (0,6 s auf NP 15); **unteres Spektrum:** Sonne 5° über dem Horizont (60 s auf NP 15). Aufnahmen des Verf. mit dem Gitterspektrographen des Spektroheliokopes der Volkssternwarte Radebeul.

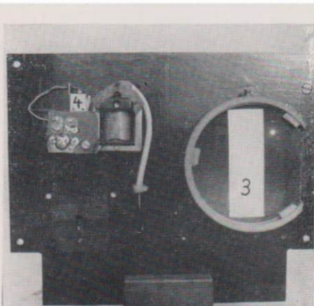
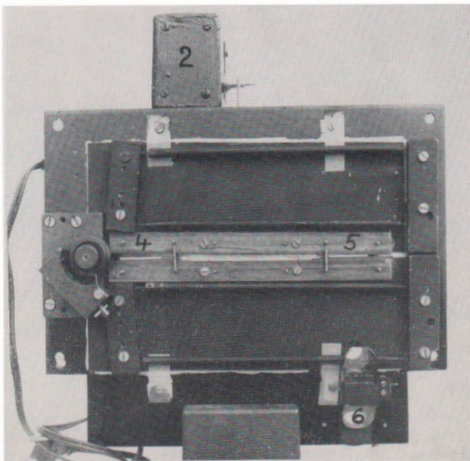
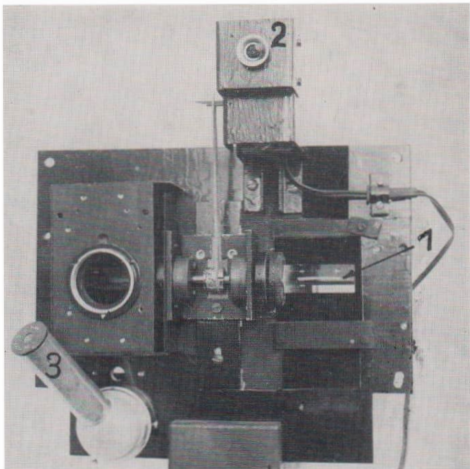
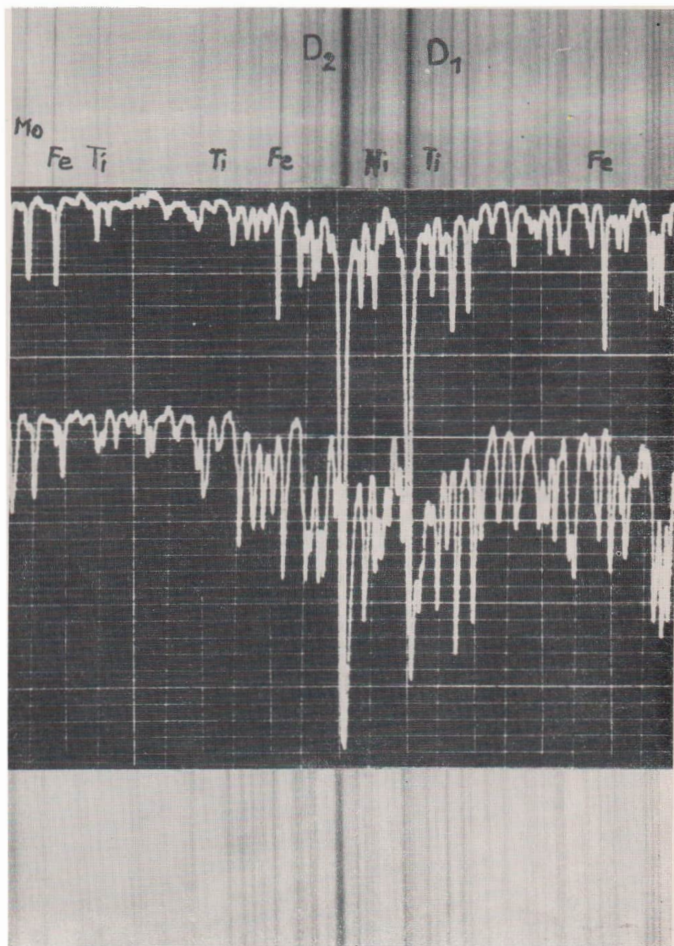


Abb. 6: Frontplatte für spektrohelioskopische Beobachtungen (Vorder- und Rückseite). 1 – Anderson-Prisma vor dem Eintrittsspalt. Das Prisma vor dem Austrittsspalt ist durch eine Fremdlichtabschirmung teilweise verdeckt. 2 – Antriebsmotor für Anderson-Prismen, 3 – Positionierungssokular für spektroheliographische Aufnahmen im Bereich der H- bzw. K-Linien, 4, 5 – Ein- bzw. Austrittsspalt werden durch Auseinanderspreizen beider Spaltbacken verstellt. 6 – Parallelversetzendes Prisma, das einen linienreichen, visuell gut sichtbaren Bereich des Spektrums in das Positionierungssokular (3) lenkt, damit die schwer ausmachbaren Linien H bzw. K auf den Austrittsspalt eingestellt werden können.





Aufnahme des Verf. mit dem Gitterspektrographen des Spektroheliokopes der Volkssternwarte Radebeul.

gedämpft und die unterschiedlichen Bahnneigungen ausgeglichen werden. Dieser Effekt wirkt natürlich umso stärker, je größer die Teilchenzahldichte eines Ringes ist. So ist es auch erklärlich, weshalb die Hauptringe, die ja eine große Teilchenzahldichte aufweisen, eine geringe z-Ausdehnung haben, während der diffuse E-Ring, wie im folgenden erwähnt wird, einige tausend Kilometer Ausdehnung in der Vertikalen hat.

Der C-Ring hat eine radiale Ausdehnung von 17490 km. Er unterscheidet sich qualitativ vom A- und B-Ring durch seine um vieles geringere optische Tiefe und sein recht kleines Reflexionsvermögen, das auf eine andere chemische Beschaffenheit der C-Ringteilchen hinweist. Auch der C-Ring ist von der Materialverteilung her nicht homogen. Es existieren ausgeprägte Verstärkungen (Ringlets), die sich als bandartige Strukturen neben kleinen Lücken abzeichnen. Die Kanten dieser Ringlets sind sehr scharf, so daß man auf Teilchengrößen im cm-Bereich in ihnen schließen darf.

Es ist allgemein wenig bekannt, daß die Cassinische Teilung keine echte Lücke zwischen dem A- und dem B-Ring darstellt, sondern ebenfalls Materie enthält. Deren Dichte gleicht interessanterweise der des C-Ringes. Auch der Bereich der Cassinischen Teilung weist Unterstrukturen auf, es haben sich deutlich fünf solcher Materiebänder von der Umgebung ab.

Das Wissen um den D-Ring ist im Vergleich zu den A-, B- und C-Ringen recht gering. Neu ist, daß sich der D-Ring, entgegen früheren Aussagen, nahtlos an den C-Ring anschließt. Zwischen beiden Ringen existiert keine Teilung. Seine Oberflächenhelligkeit und damit auch die optische Tiefe sind um den Faktor 100 geringer als die des C-Ringes (gleiche Teilchengröße vorausgesetzt).

Betrachten wir im folgenden die weiter außen liegenden Partien des Saturnringsystems.

Der F-Ring liegt etwa 3500 km außerhalb der äußeren A-Ringgrenze. Über seine Ausdehnung und seine Gestalt gibt es noch keine endgültige Klarheit. Seine radiale Ausdehnung beträgt etwa 100 km bis 500 km, wobei seine äußere sowie seine innere Grenze durch jeweils einen Saturnsatelliten markiert wird.

Der F-Ring weist ebenfalls keine homogene Struktur auf, sondern läßt sich, wie Aufnahmen von Voyager 2 zeigen, in vier Ringlets aufteilen. Seine wahre Gestalt ist, bedingt durch Exzentrizitäten der Satellitenumlaufbahnen, wahrscheinlich noch komplizierter. Der F-Ring ist sehr flach, Voyagerdaten weisen auf weniger als 30 m hin. Seine azimutale Breite und Struktur sind aber Variationen unterworfen. In der Mitte

des F-Ringes tritt eine schmale, wenige Kilometer breite Kernregion in Erscheinung, die Verdrillungen aufweist. Die dominierenden Teilchen in dieser Kernregion haben Radien von etwas weniger als 1 Mikrometer. Außerdem sind diese nicht gleichmäßig über den Ring verteilt, sondern treten in Form einzelner Verdichtungen auf. Da es aber keine spezielle Beobachtungstechnik gibt, die Teilchen mit $r > 1$ m nachweisen kann, ist nicht auszuschließen, daß solche größeren Körper im Ring eingebettet sind.

Weiter außen, vom F-Ring durch einige kleine Saturnmonde getrennt, liegt der G-Ring. Es ist der Ring, von dem man insgesamt am wenigsten weiß. Der G-Ring ist einige tausend Kilometer breit. Seine optische Tiefe ist jedoch sehr gering. Es scheint, als ob der G-Ring einen schmalen (≤ 500 km) Kern hat, in dem sich vorzugsweise kleine Partikeln der Größe von $10 \dots 1000 \mu\text{m}$ konzentrieren.

Die vertikale Ausdehnung ist jedoch, wie die Sondenmessungen zeigten, um vieles größer als die der Hauptringe. Sie liegt bei etwa 100 km. Interessanterweise scheint es keine Saturnsatelliten in der Umgebung des G-Ringes zu geben, wobei diese Aussage für Körper von 1 km Radius und größer gilt.

Der E-Ring ist ein sehr breiter (≈ 300000 km), extrem diffuser Ring mit einer sehr geringen optischen Tiefe. Von der Fläche her ist er größer als alle anderen Planetenringe zusammengenommen. Er wurde 1967 von der Erde aus entdeckt. Seine Existenz scheint an den Saturnmond Enceladus gekoppelt zu sein, denn der Dichtekern des E-Ringes stimmt, wie Satellitenmessungen zeigten, offenbar mit der Umlaufbahn von Enceladus überein. Die vertikale Ausdehnung des E-Ringes stellt die aller anderen Ringe in den Schatten. Sie beträgt etwa 2000 km, wobei Messungen, die allerdings an der Grenze der Empfindlichkeit liegen, darauf hindeuten scheinen, daß die Ringdicke nach außen zunimmt. Einen wesentlichen Anteil am Ringmaterial dürften, wie Streulichtmessungen zeigten, Partikeln mit Radien im Mikrometerbereich haben.

Die Größe der einzelnen Ringpartikeln

Viele Parameter der Saturnringe werden entscheidend durch die individuellen Eigenschaften ihrer Einzelkörper geprägt. Von besonderem Interesse sind hier die Größe der einzelnen Partikeln sowie deren chemische Zusammensetzung. Da diese Eigenschaften ganz sicher eng mit der Entstehungsgeschichte der Saturnringe zusammenhängen und Entwicklungsprozessen unter

liegen, sind diese Teilchenparameter ein ganz wesentlicher Schlüssel zu einem tieferen Verständnis der Ringsysteme in unserem Sonnensystem. Zugänglich werden diese Größen durch Messung der optischen Tiefe, der Streueigenschaften, der mit der Wellenlänge variierenden Albedo und, in neuester Zeit, durch Radarmessungen. Letztere erfolgten sowohl von der Erde als auch von den Voyagersonden aus.

Zusammenfassend kann man sagen, daß der Hauptteil der Saturnringmasse in den beiden Hauptringen (A und B) konzentriert ist, wobei hier Teilchen von cm-Größe bis zu wenigen Metern den Hauptteil ausmachen. Der Ausdruck „wenige Meter“ sollte präzisiert werden. Schon aus der geringen z-Ausdehnung der Hauptringe folgt, daß es, wenn überhaupt, nur ganz wenige Körper mit Durchmesser größer als 100 m geben kann. Neueste Radardaten haben dies bestätigt und noch zusätzlich gezeigt, daß bei einem Radius von 5 m ein scharfer Knick in der Häufigkeitsverteilung der Partikel, aufgetragen über der Partikelgröße, eintritt, d. h., größere Körper sind sehr selten. Daneben gibt es noch kleinste staubkorngroße Teilchen in der Größenordnung von wenigen Mikrometern. Optische Untersuchungen legen die Vermutung nahe, daß diese hauptsächlich aus verschmutztem Eis bestehen. Man dürfte in der Annahme kaum fehlgehen, daß diese Partikel durch Kollisionsprozesse aus den größeren Körpern herausgeschlagen werden. Gestützt wird diese Annahme noch durch die Entdeckung einer Saturnring-„Atmosphäre“, bestehend aus Wassermolekülen und deren Dissoziationsprodukten. Auch diese weisen auf Verdampfungsprozesse, hervorgerufen durch Aufschläge auf größere Körper, hin, was natürlich auch Rückschlüsse auf die chemische Zusammensetzung der cm- bis m-großen Einzelkörper liefert.

Etwas anders sieht es bei dem G-, F- und E-Ring aus. Auch hier bestehen die einzelnen Teilchen aus Eis. Die Partikelgröße liegt aber, wie Infrarotmessungen zeigten, vor allem im Mikrometerebereich zwischen 10 µm und 100 µm. Beim E-Ring betrifft dies wahrscheinlich fast alle Teilchen.

Überlegungen zur Dynamik der drei äußeren Ringe sprechen dafür, daß die Lebensdauer der Ringe G, E und F bei $10^2 \dots 10^4$ Jahren liegt. Daß sie sich nicht längst aufgelöst haben, deutet auf Erosionsprozesse von größeren Körpern hin, wodurch die Ringe immer wieder „aufgefüllt“ werden. Beim F-Ring kommen einige Minimonde als Partikelquelle in Frage, beim E-Ring ist es der Saturnmond Enceladus. Die Herkunft des Materials für den G-Ring ist dagegen noch rätselhaft.

Der C-Ring und die Cassinische Teilung können durch Eisteilchen allein nicht erklärt werden. Die geringe Albedo spricht dafür, daß hier zumindest mit einem Anteil von anderen Teilchen gerechnet werden muß. Absorptionsbande im Infraroten könnten ein Hinweis auf Silikateilchen sein. Das Verhältnis von Eis- zu Silikateilchen bleibt zur Zeit aber noch ungeklärt.

Das Phänomen der „Speichern“ im Saturnringsystem

Die Beschreibung des Saturnringsystems wäre unvollständig, würde man nicht auf eine von den Voyagersonden entdeckte Struktur eingehen, die sich im Gegensatz zu den konzentrischen Ringen in radialer Richtung abzeichnet: die sogenannten „Speichen“ [3]. Diese radialen Strukturen erstrecken sich nicht über das gesamte Saturnringsystem, sondern haben nur eine Länge von ungefähr 10000 km, ihre Breite beläuft sich auf 2000 km. Sie werden in dem Bereich von 104000 km bis 117000 km vom Saturn entfernt gefunden. Die Grenzen dieses Bereiches liegen also innerhalb des B-Ringes, interessanterweise ist dies der optisch dichteste Bereich des ganzen Ringsystems. Im vorwärtsgestreuten Licht sind die Speichen 10–15% heller als die umliegenden Gebiete. Aus den Streueigenschaften kann man auf die Partikelgröße der Speichenteilchen schließen: Sie liegt bei wenigen Mikrometern. Die Teilchen sind nicht durch irgendwelche Kräfte aus dem B-Ring herausgehoben worden, sie liegen also nicht ober- oder unterhalb des B-Ringes. Sie sind aber in dem Ring selbst irgendwie geordnet. Einen weiteren Aufschluß über die Natur dieses Phänomens gibt uns die Lebensdauer der Speichen. Beginnen wir bei der Entstehungsphase.

Anhand zweier, nur fünf Minuten auseinanderliegender Voyageraufnahmen, konnte die plötzliche Entstehung einer solchen Speiche (sie war 6000 km lang) beobachtet werden. Zunächst war der Kontrast dieser neuen Speiche zur Umgebung noch gering, nahm aber innerhalb der nächsten 20 Minuten stark zu. Durch in 30 min-Intervallen aufeinanderfolgende Aufnahmen verfolgte man die weitere Entwicklung solch einer Speiche. Es zeigte sich, daß deren Bewegung durch eine Keplersche Umlaufgeschwindigkeit bestimmt ist, d. h., die inneren Teile einer Speiche rotieren schneller als die äußeren, so daß schon von diesem Aspekt her das Alter einer Speiche begrenzt sein muß. Man fand, daß die Lebenszeit einer Speiche zwischen 20 Minuten und 4 Stunden liegt, d. h., weniger als die Hälfte der Rotationszeit des Saturns.

Daraus folgt, die Speichen lösen sich nicht auf, indem die inneren und äußeren Speichenbereiche durch ihre unterschiedliche Rotationsgeschwindigkeit übermäßig auseinandergezogen werden, sondern indem sich ihr Kontrast gegen den Untergrund wieder verringert. Wie ist dieses Phänomen zu erklären? (Vgl. Titelbild!)

Um dies zu verstehen, muß man zunächst eine Vorstellung von der Entstehungsursache der Speichen haben. Die Beobachtung der Umlaufbewegung von extrem jungen Speichen zeigte, daß diese in ihren allerersten Anfängen nicht durch eine Keplerbewegung beschrieben werden kann, sondern eine Korotationsgeschwindigkeit aufweist. Diese kann zwanglos durch das Magnetfeld erklärt werden, das ja an die Rotation des Saturns gebunden ist. Somit liegt die Vorstellung nahe, daß das Speichenphänomen durch ein Zusammenspiel von Magnetfeld und geladenen mikrometergroßen Teilchen zustande kommt. Nach außen laufende Plasmawolken laden durch Stoßprozesse die Teilchen auf.

Die durch die Plasmawolken aufgeladenen Teilchen selbst unterliegen dann einer Keplerbewegung (was ja beobachtet wird), und durch den Zusammenstoß mit neutralen Partikeln entladen sich die Teilchen nach und nach wieder. Dadurch verringert sich die strenge Ausrichtung der Speichenpartikeln im Magnetfeld mit der Zeit immer mehr, so daß die Verringerung des Kontrastes zu den umliegenden Gebieten eine natürliche Folgeerscheinung ist.

Von diesem ersten qualitativen Erklärungsversuch des Speichenphänomens bis hin zu deren vollem Verständnis ist aber noch ein weiter Weg, dazu bedarf es erst neuer Satellitenbeobachtungen sowie umfangreicher theoretischer Studien.

*

Erste Giacobini-Zinner Ergebnisse

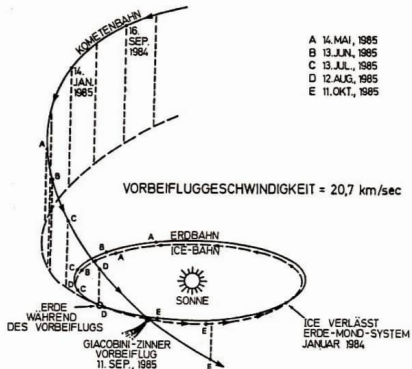
D. MÖHLMANN

Am 11. September 1985 kreuzte die US-amerikanische ICE-Sonde von 8.10 Uhr bis 11.22 Uhr MEZ den Schweif des Kometen Giacobini-Zinner mit einer Minimalentfernung von 7790 km vom Kometenkern (vgl. Abb. 2). Diese Sonde, die ursprünglich für Plas-

mamessungen im Sonnenwind vor der Erde eingesetzt wurde, war in der Lage, erstmalig Messungen der Plasmaeigenschaften im Schweif eines Kometen durchzuführen. Dabei ergaben sich folgende erste Ergebnisse:

- Bereits dicht hinter dem Kern ist die auch vorne nicht sehr stark ausgeprägte Stoßfront (Bugwelle) nicht mehr in der bekannten Form nachweisbar. Offenbar erfolgt bereits an den Flanken der Umströmung die Abbremsung des Sonnenwindplasmas durch die Aufnahme der viel schwereren Atome und Moleküle aus dem kometaren Neutralgas (sog. „Massenaufladung“ des Sonnenwindes) sanfter. Auf der Frontseite der Umströmung sollte diese „Bugwelle“ (vgl. Abb. 2) stärker ausgeprägt sein.
- An dieser Bugwelle finden starke Teilchenbeschleunigungsprozesse statt (typische Werte um 300 eV), die zu einem intensiven Strom beschleunigter Teilchen in den Sonnenwind hinein führen, und die u. a. dazu führten, daß die Plasmaeßgeräte den Kometen bereits längere Zeit vor der direkten Begegnung „sahen“.
- Es existiert im Schweif des Kometen eine magnetische Neutralschicht, die durch induzierte Magnetfelder infolge der Umströmung und der „langsameren Strömung“ des Magnetfeldes in der ionisierten Kometenatmosphäre entsteht.

Abb. 1: Bahnen des Kometen „Giacobini-Zinner“, der Erde und der ICE-Sonde. (Skizze: MPE-PRI 20/85 v. 4. 10. 1985).



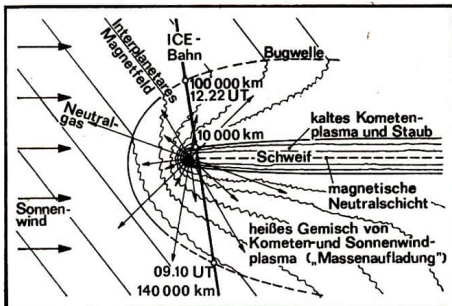


Abb. 2: Schematische Darstellung der Phänomene während des Flugs der ICE-Sonde am 11. 9. 1985 von 9.10 UT bis 12.22 UT durch den Kometenschweif.

Die Magnetfeldstärke im Schweif liegt bei 55 nT.

- Die magnetische Neutralschicht ist von einem kalten Plasmaschweif mit einer Dicke von ca. 25 000 km umgeben. Die Temperatur liegt bei 20 000 K (dem entsprechen 3 eV) anstelle 150 000 K im Sonnenwind. Die Elektronendichte im kalten Schweifplasma liegt bei 620 Elektronen pro cm^3 (ca. 24 Elektr./ cm^3 im Sonnenwind in der Nähe der „Bugwelle“).
- In der Übergangsschicht zwischen „Bugwelle“ und kaltem Plasmaschweif treten sehr starke Turbulenzen auf (sowohl in der Teilchenzahl als auch im Magnetfeld).
- In der Übergangsschicht wurden H_2O^+ - und CO^+ -Ionen nachgewiesen. Die physikalischen Prozesse in dieser Übergangsregion sind vor allem durch die erwähnte „Massenaufladung“ beeinflusst.
- Die Dicke des umströmten Gebietes längs der Flugbahn der ICE-Sonde beträgt ca. 240 000 km (vgl. Abb. 2).
- Die mit Plasmamethoden „sekundär“ nachweisbaren Staub-Partikelflüsse waren erstaunlich gering. Sie lagen bei einem Aufschlag pro Sekunde.
- Das Plasma in der Nähe der „Bugwelle“ und in der Übergangsregion führt zu überraschend starken Radiowellenemissionen.
- Die Ausgasungsrate des Kometen Giacobini-Zinner liegt bei $1,8 \cdot 10^{28}$ H_2O -Molekülen pro Sekunde.
- Im Schweif wurden im Gegensatz zu Ergebnissen aus einigen Modellrechnungen keine Beschleunigungsprozesse festgestellt.
- Der Durchmesser der Sauerstoff-Korona liegt bei $1,5 \cdot 10^6$ km.
- Der Durchmesser der Wasserstoff-Korona beträgt ca. $20 \cdot 10^6$ km.

In dieser Zeit kommt die Sonde auf ihrer Bahn um die Sonne wieder in die Nähe der Erde und könnte – mit Hilfe des Mondes – abgebremst und in eine niedrige Umlaufbahn um die Erde gelenkt werden. Gelänge dann der Einfang, stünde Kometenmaterie für analytische Untersuchungen in irdischen Labors zur Verfügung.

*

Zwei Jahrzehnte Nutzung von Nachrichtensatelliten

H.-D. NAUMANN

Mit dem Start der Satelliten Early Bird (Intelsat 1-A) am 6. 4. 1965 in den USA und Molnija 1-1 am 23. 4. 1965 in der UdSSR wurde vor zwei Jahrzehnten die kommerzielle Nutzung von Nachrichtensatelliten im Dienste des terrestrischen Fernmeldewesens eingeleitet. Seitdem haben sie sich zum nutzungs- und umsatzintensivsten Zweig unter den kommerziellen Anwendungssatelliten entwickelt. Keine andere Raumfahrttechnologie hat bis heute einen so hohen und unentbehrlichen Integritätsgrad in terrestrische Zweige und Prozesse erreicht, wie Nachrichtensatelliten. In keinem anderen Wirtschaftszweig hat die kommerzielle Satellitennutzung so innovative Auswirkungen gezeigt, wie im Weltfernmeldewesen mit all den zwangsläufigen technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und soziologischen Folgewirkungen, die aus der Rolle von Kommunikation und Information für die menschliche Gesellschaft resultieren. Schließlich gibt es heute keine zweite

Raumfahrttechnologie, die eine den Nachrichtensatelliten vergleichbare weltweit verbreitete Nutzung aufzuweisen hat.

Die Idee der Nachrichtensatelliten stammt bereits von den Raumfahrtpionieren der ersten Generation und nicht, wie vielfach in der Literatur angegeben (z. B. [1], [2]), von dem Engländer A. C. Clarke. Bereits H. Oberth wies in seinen Vorträgen 1926 auf die Möglichkeit hin, künstliche Satelliten zum „Telegrafieren“ einsetzen zu können [3]. Durch Clarke wurde die Idee 1945 [4] erstmals wissenschaftlich tiefgründiger untersucht. Insbesondere stammt von ihm der Vorschlag eines weltumspannenden Nachrichtensatellitensystems auf der Basis dreier, um 120° gegeneinander versetzter geostationärer Satelliten.

Die experimentellen Untersuchungen zur Realisierbarkeit begannen mit Score 1 (1958-08 A) im Dezember 1958, die Phase intensiverer gezielter Tests 1960. Bis zum Start der ersten Einsatztypen wurden in den USA 11 experimentelle Nachrichtensatelliten gestartet, in der UdSSR etwa 70 Einzelexperimente im Rahmen der Kosmos-Serie durchgeführt, die schließlich zum Prototyp eines Molnija-Satelliten, Kosmos 41 (1964-49 D, Start 22. 8. 1964) führten.

Daß gerade Nachrichtensatelliten eine so frühzeitige Testung und nach erwiesener Nutzbarkeit revolutionisierende Nutzung erfuhren, zeigt, daß die Vorbereitung und Herausbildung der Raumfahrt nicht nur mit – zweifelsfrei dominierenden – rein wissenschaftlichen Zielstellungen erfolgte, son-

Tabelle: Übersicht über die bisher gestarteten Nachrichtensatelliten (Stand: 31. 12. 1984)

Bezeichnung (Land)	Erster Start	Letzter Start ¹⁾	Insges. erfolgr. gestartet ²⁾	Typisierung ³⁾
Anik (Kanada)	10. 11. 1972	—	(8)	E, FD, FV, g, nat., tw. int.
Apple (Indien)	18. 06. 1981	18. 06. 1981	1	T, FD, FV, g, nat.
Atlas Score (USA)	18. 12. 1958	18. 12. 1958	1	T, FD, n, nat.
ATS (USA)	07. 12. 1966	30. 05. 1974	6	T, FD, FV, n u. g, nat., int.
Ayame (Japan)	06. 02. 1979	22. 02. 1980	1	T, FD, g, nat. (Bahn erreicht, nicht funktionsfähig)
BS 1 (Japan)	07. 04. 1978	07. 04. 1978	1	T, FRS, g, nat.
BS 2 (Japan)	23. 01. 1984	—	(1)	E, FRS, g, nat.
BSE (Japan)	Syn. f. BS 1			
China (China)	08. 04. 1984		(1)	T, FD, g, nat. (China 15)
Comstar 1 (USA)	13. 05. 1976	—	(4)	E, FD, FV, g, nat.
Courier (USA)	04. 10. 1960	04. 10. 1960	1	T, FD, n, int.
CS (Japan)	Syn. f. Sakura			
CTS (Kanada)	17. 01. 1976	17. 01. 1976	1	T, FD, FV, FRS, g, nat.
DSCS (USA)	03. 11. 1971	—	(17)	globales milit. System, E, FD, BD, g, int.
Early Bird (USA)	Syn. f. Intelsat 1			
Echo (USA)	12. 08. 1960	14. 01. 1964	2	T, FD, n, int. passive Sat.
ECS (Japan)	Syn. f. Ayama			
ECS (Eutelsat)	16. 06. 1983	—	(2)	E, FD, FV, g, int.
Ekran (UdSSR)	26. 10. 1976	—	(13)	E, FV, FRS, g, nat.
Eutelsat (dto.)	Syn. f. ECS			
Fleetsatcom (USA)	09. 02. 1978	—	(5)	militär. System, E, BD, g, int.
Fleetsatcom (USA)	Syn. f. Fleetsatcom			
Galaxy (USA)	28. 06. 1983	—	(2)	E, FD, FV, g, nat.
Hermes (Kanada)	Syn. f. CTS			
Horizont (UdSSR)	19. 12. 1978	—	(10)	E, FD, FV, g, nat., int.
IDCSP (USA)	16. 06. 1966	13. 06. 1968	27	militär. System, E, FD, BD, n, int.
Insat (Indien)	10. 04. 1982	—	(2)	E, FD, FRS, g, nat.
Intelsat 1 (Intelsat)	06. 05. 1965	06. 05. 1968	1	E, FD, g, int.
Intelsat 2 (Intelsat)	26. 10. 1966	28. 09. 1967	4	E, FD, g, int.
Intelsat 3 (Intelsat)	18. 09. 1968	23. 07. 1970	7	E, FD, g, int.
Intelsat 4 (Intelsat)	26. 01. 1971	22. 05. 1975	7	E, FD, g, int., nat.

Fortsetzung

Bezeichnung (Land)	Erster Start	Letzter Start ¹⁾	Insges. erfolg. gestartet ²⁾	Typisierung ³⁾
Intelsat 4A (Intelsat)	26. 09. 1975	31. 03. 1978	5	E, FD, g, int., nat.
Intelsat 5 (Intelsat)	06. 12. 1980	—	(9)	E, FD, BD, FV, g, int., nat.
Iakra (UdSSR)	10. 07. 1981	—	(3)	Amateurfunksat.
Kosmos (UdSSR)	22. 08. 1964	—	Anzahl unbekannt	T, FD, n, g, nat.
Kosmos (UdSSR)	17. 05. 1982	—	(3)	T, FD, FV, FRS, g, nat., int., (SHF-Test- satelliten)
Kosmos (UdSSR)	05. 07. 1971	—	Anzahl unbekannt	Glob. System für Verteidigungs- zwecke
Kosmos (UdSSR)	30. 06. 1982	—	(3)	T, SRF, n, int. (Kospat-Sarsat- Sat.)
Leasat (USA)	30. 08. 1984	—	(2)	E, FD, FV, g, nat. (vorrangig vermietet an US-Navy)
LES (USA)	11. 02. 1965	13. 03. 1976	9	T, FD, BD, n, g, nat. (nullitär. Testsat.)
Loutsch (UdSSR)	15. 03. 1982	—	(3)	T, FD, FRS, g, nat. int.; Exper. Nutz- lasten für SHF- Experimente
Marecs (ESA)	20. 12. 1981	—	(3)	T, E, BD, g, int.
Mariast (USA)	19. 02. 1976	14. 10. 1976	3	T, BD, g, nat., int.
Molinja 1 (UdSSR)	23. 04. 1965	—	(62)	E, FD, n, nat.
Molinja 1 S (UdSSR)	29. 07. 1974	29. 07. 1974	1	T, FD, g, nat.
Molinja 2 (UdSSR)	24. 11. 1971	11. 02. 1977	17	E, FD, n, nat., int.
Molinja 3 (UdSSR)	22. 11. 1974	—	22	E, FD, n, nat., int.
Nato (Nato)	20. 03. 1970	—	(5)	E, g, globales System der Nato
NOAA (USA)	28. 03. 1983	—	(2)	T, SRF, n, int. Kospat-Sarsat-Sat.
Oscar (USA)	12. 12. 1961	—	(11)	Amateurfunksat.
OTS (ESA)	11. 05. 1970	11. 05. 1970	1	T, FD, g, int.
Palapa (Indonesien)	09. 07. 1976	—	(3)	E, FD, FV, g, nat.
Radio (UdSSR)	26. 10. 1978	—	(8)	Amateurfunksat.
Raduga (UdSSR)	22. 12. 1975	—	(15)	E, FD, FV, g, nat., int.
Relais (USA)	13. 12. 1962	21. 01. 1964	2	T, FD, n, nat., int.
Sakura (Japan)	15. 12. 1977	—	(3)	T, FD, g, nat.
Satcom (USA)	13. 12. 1975	—	(7)	E, FD, FV, g, nat.
SBS (USA)	15. 11. 1980	—	(4)	E, FD, g, nat., int.
Score (USA)	Syn. f. Atlas-Score	—	—	—
Sirio (Italien)	25. 08. 1977	21. 01. 1982	1	T, FD, FV, g, int.

dern ebenso mit Blickwinkel wirtschaftlicher Nutzung. Die Nachrichtensatellitenentwicklung liefert aber auch einen Beweis dafür, daß Raumfahrt als gesellschaftliches Erfordernis entstand, weil die weitere Entfaltung der Produktivkräfte in bestimmten Bereichen die Einbeziehung raumfahrttechnischer Lösungen erforderte. So sah sich das Weltfernmeldewesen in den 50er/60er Jahren einer gewissen „Schallmauer“ gegenüber, die zu durchbrechen neue Technologien erforderte oder neue Wege, vorhandene Technologien in ihrer Wirksamkeit und ihrem Aktionsbereich zu erweitern. Diese Schallmauer präsentierte sich

– in einem exponentiellen Wachstum des Bedarfs an Übertragungskapazitäten,
– in den begrenzten Kapazitäten der seinerzeit bereits einschränkend nutz-
baren Übertragungsmedien, wie Kabeln,
– in den geografisch-demografischen, technischen und ökonomischen Grenzen der Anwendbarkeit der damals bereits leistungsfähigen Richtfunk-Übertragungstechnik in den Höchsthäufigkeitsbereichen, die sich besonders im transkontinentalen, aber auch kontinentalen Weitstreckennachrichtenverkehr bei der Überbrückung großer Gebiete geringer Besiedlungsdichte offerierten.

Es ist eine weitere Spezifik des Mediums Nachrichtensatellit, daß es für alle genannten Probleme eine Lösung zugleich erbrachte.

Derzeitige Präsenz der Nachrichtensatelliten

Die seit zwei Jahrzehnten eingetretene Entwicklung hat zur folgenden zusammengefaßten Präsenz auf dem Gebiet der Nachrichtensatelliten geführt:

● Bisher wurden rund 200 Nachrichtensatelliten unterschiedlicher Zweckbestimmung gestartet, das ist die mit Abstand höchste Zahl unter den kommerziellen Anwendungssatelliten. Rund 100 befinden sich im geostationären Orbit.

● Zur Zeit bestehen auf unserem Erdball drei überregionale internationale Systeme für vorwiegend feste Funkdienste – die Systeme Intelsat, Intersputnik, Arabsat und Eutelsat –, an die etwa 150 Staaten mit mehr als 300 großen Erdefunkstellen angeschlossen sind, die Zahl bestehender Kleinanlagen besonders für die Fernsehprogrammverbreitung und Bürokommunikation ist bereits nicht mehr erfaßbar. Allein in den USA existierten Ende 1984 ca. 600 000 individuelle Empfangsanlagen mit 2 bis 5 m großen Antennen für das dort nicht verbotene Anzapfen der Fernsehprogramm-Verteilsatelliten.

● Für bewegliche Funkdienste besteht ein internationales System für den maritimen Bereich mit der Bezeichnung Inmarsat, getragen von der internationalen Organisation gleichen Namens. Sie hat heute 45 Mitgliedsländer und etwa 4000 Nutzer unter den Hochseefloten sowie im Offshore-Bereich. Systeme für bewegliche Flug- und Landfunkdienste befinden sich in Vorbereitung.

● Für Such- und Rettungsfunkdienste befindet sich das von der UdSSR, den USA, Kanada und Frankreich getragene Kospas-

Fortsetzung

Bezeichnung (Land)	Erster Start	Letzter Start ¹⁾	Insges. erfolgr. gestartet ²⁾	Typisierung ³⁾
Skyнет (England)	22. 11. 1969	—	(4)	E, g, militär. System
Stationar (UdSSR)	Syn. f. sowjet. geostationäre Satelliten			
Stationar T (UdSSR)	Syn. f. Ekran			
Symphonie (BRD/Frankr.)	19. 12. 1974	27. 08. 1975	2	T, FD, FV, g, int.
Syncom (USA)	14. 02. 1963	19. 08. 1964	3	T, FD, g, int.
Syncom IV (USA)	Syn. f. Leasat			
Tacomsat (USA)	09. 02. 1969	09. 02. 1969	1	E, g, militär. Satellit (Einsatz Vietnamkrieg)
Tacsat (USA)	Syn. f. Tacomsat			
Tacsatcom (USA)	Syn. f. Tacomsat			
TDRS (USA)	05. 04. 1983	—	(1)	E, FD, BD, g, nat., int. (ab Nr. 3 auch FV)
Telstar (USA)	10. 07. 1962	07. 05. 1963	2	T, FD, n, int.
Telstar 3 (USA)	28. 07. 1983	—	(2)	E, FD, g, nat.
Telcom (Frankr.)	04. 08. 1984	—	(1)	E, FD, FV, g, nat., int.
Telesat (Kanada)	Syn. f. Anik			
TTS (USA)	13. 12. 1967	29. 09. 1971	4	T, BD, n, int. Testsat. f. Kommunikat.-System Apollo
Uosat (England)	06. 10. 1981	—	(2)	Amateurfunksat. Start im Rahmen Oscar-Serie
Westar (USA)	13. 04. 1974	—	(5)	E, FD, FV, g, nat.
Yuri (Japan)	Syn. f. BS 1			

Anmerkungen

¹⁾ Fehlende Datumsangabe bedeutet, daß die Serie bisher nicht beendet wurde

²⁾ Klammerangaben geben in Verbindung mit ¹⁾ den Stand zum Stichtag an

³⁾ Bedeutung der Abkürzungen

E	Einsatztyp
T	Testsatellit
g	geostationär
n	nichtstationär
nat	vorwiegend od. ausschließl. nationale Nutzung
int	vorwiegend oder ausschließlich internationale Nutzung
FD	feste Funkdienste
FV	Fernsehprogrammverteilung
BD	bewegliche Funkdienste
FRS	Fernsehrundfunksatellit
SRF	für Such- und Rettungsfunkdienste

Sarsat-System im Testbetrieb, das mit Satelliten der Typen Kosmos und NOAA arbeitet.

● Neben diesen internationalen Systemen befinden sich ca. 60 nationale und regionale Systeme für vorwiegend feste Funkdienste in Betrieb. Sie arbeiten teilweise mit eigenständigen

Satelliten (Frankreich, Indien, Indonesien), in der Mehrzahl mit gemieteten Transpondern.

● Fernsehrundfunksatellitensysteme befinden sich auf nationaler Ebene in der UdSSR (Ekran), Japan (BS 2), Indien (Insat), Kanada (Telesat) und den USA (rein regionales Privatsystem an der Ostküste) in Betrieb.

Zur Abrundung dieser Präsenz ist darauf zu verweisen, daß Nachrichtensatellitentechnologien in der kapitalistischen Welt heute einen Vermarktungsumfang zu verzeichnen haben wie keine zweite Raumfahrttechnik. „Handelsware“ ist alles, angefangen von Startleistungen über kundenspezifische Satelliten und ein breites Sortiment differenzierter Bodentechnik bis hin zur Satelliten- oder Transpondervermietung. Dabei zeichnet sich eine zunehmende Konkurrenz zwischen westeuropäischen Konzernen bzw. Konzernverbänden (BRD, Frankreich, Großbritannien) und amerikanischen Monopolen ab. Welche Größenordnungen sich hinter dem Nachrichtensatellitengeschäft verbergen, verdeutlichen folgende Einschätzungen einer BRD-Unternehmensforschungsinstitution für den Zeitraum 1983—1992:

Gesamtwerth kommerzieller Nachrichtensatelliten Westeuropas	3,3 Mrd. Doll.
Gesamtwerth innerhalb Westeuropas zu errichteter Erdestellen u. Bodenterminals	2,9 Mrd. Doll.
Absatz maritimer Erdfunkstellen und Schiffsterminals	400 Mio. Doll.
Nachrichtensatellitenstarts West-europa	750 Mio. Doll.
Nachrichtensatellitenstarts kapit. Staaten	1,5 Mrd. Doll.

Entwicklung einiger wesentlicher Kennwerte

Die Entwicklung der Nachrichtensatelliten begann aus den Bedürfnissen des interkontinentalen und kontinentalen Weitstreckennachrichtenverkehrs heraus. Die hierfür dienenden Satelliten stellen heute die traditionsreichste Form mit dem zwangsläufig höchsten Entwicklungsstand dar. Die Steigerungsraten einiger wesentlicher Kenngrößen vermitteln deshalb eine Übersichtsinformation über die Entwicklungsfortschritte der Nachrichtensatelliten generell.

In Abb. 1 ist die Entwicklung der Umlaufmasse geostationärer Satelliten dargestellt (in Anlehnung an Koelle [8]), die von 38 kg bei den ersten Typen auf heute rund 2000 kg stieg. Sie wird bestimmt durch die Trägerkapazität (und Startkosten/Träger) und bilanziert ihrerseits die nachrichtentechnische Nutzlast und damit die

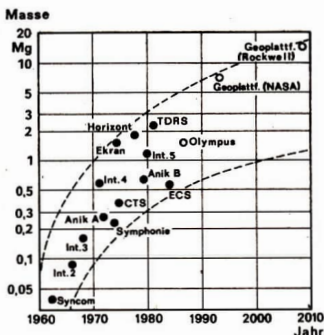


Abb. 1: Entwicklung der Umlaufmasse geostationärer Nachrichtensatelliten (in Anlehnung an [8]).

Übertragungskapazität. Die maximale Übertragungskapazität entwickelte sich von anfangs 240 Telefonkanälen auf derzeit 22000, die Zahl typischer Satellitentransponder von 2 auf maximal 27. Wesentlich für die Steigerung der Kapazitäten war die der verfügbaren Bordprimärleistung, die 1965 bei 40 W lag, heute besonders durch den Einsatz großflächiger, faltbarer Solarzellenflächen bereits bei 2 kW liegt. Wichtig für die Nutzung von Nachrichtensatelliten und ihre Ökonomie schließlich ist die Funktionsdauer. Sie betrug 1965 1,5 Jahre, entwickelte sich über 3 und 5 Jahre bei Folgegenerationen auf heute 7—10 Jahre. Dabei trat in der zweiten Hälfte der sechziger Jahre eine gewisse „Inversion“ derart ein, daß die Funktionsdauer bereits die moralische Verschleißzeit übertraf. Der schnell steigende Bedarf erforderte eine schnellere Einführung neuer Generationen als das von der Funktionsdauer der sich im Einsatz befindlichen Typen her erforderlich gewesen wäre. Die Funktionsdauer ist heute nicht nur ein Problem der Transponderzuverlässigkeit, die durch redundante Systemauslegung und strenge Qualifikation der Einzelkomponenten bestimmt wird, sondern vor allem des Treibstoffbedarfs für die Positions- und Lagestabilisierung. Ein 1000 kg-Satellit erfordert hierfür pro Jahr etwa 25 kg Treibstoff, bei 10 Jahren Funktionsdauer damit 25 % der Nutzmasse. Hier können nur Ionentriebwerke eine sprunghafte Abhilfe schaffen, die den Treibstoffbedarf auf 10 % senken und eine analoge Erhö-

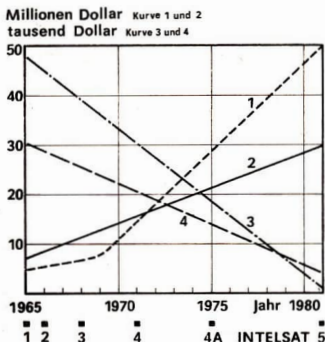


Abb. 2: Entwicklung ökonomischer Parameter im Intelsat-System. 1 Startkosten/Sat.; 2 Preis-Sat.; 3 Jahresmietkosten/Telefonkanal; 4 Invest-/kosten/Telefonkanal.

hung der nachrichtentechnischen Nutzlast ermöglichen [1].

Hand in Hand mit dieser technischen Entwicklung vollzog sich zwangsläufig eine Vergünstigung der Ökonomie, die naturgemäß nur system- und nutzerbezogen betrachtet werden kann. In Abb. 2 ist als Beispiel die Entwicklung der ökonomischen Parameter des Intelsat-Systems dargestellt (gemittelte Tendenzkurven). Man erkennt z. B., daß die Jahresmietkosten für den Nutzer gegenüber den ersten Satelliten auf heute 25 % gesenkt werden konnten.

Einige Tendenzen

Ohne eine umfassende Prognose geben zu wollen, soll noch auf einige Aspekte der künftigen Entwicklung eingegangen werden.

Das erste Jahrzehnt der Entwicklung der Nachrichtensatelliten stand nahezu ausnahmslos im Zeichen der Fernmeldesatelliten für feste Funkdienste und Weitstreckenverbindungen. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit sowohl der Satelliten als auch der Bodentechnik leitete Mitte der siebziger Jahre einen gewissen Struktur- und Systemumbruch ein, der dadurch gekennzeichnet ist, daß es möglich wurde, den Endnutzer eines Satellitentraktes „näher an den Satelliten heranzubringen“ oder die Bodentechnik näher beim Nutzer anzuordnen, diesem damit ständig direkteren Zugriff zu den Raum-

segmenten zu verschaffen. Dieser Umbruch führte

- im Bereich fester Funkdienste zur Herausbildung einerseits regionaler und nationaler Systeme, andererseits neuer Kommunikationsformen und Dienstleistungen, die über Satelliten abgewickelt werden. Hier ist besonders der Sektor der Büro-, Geschäfts- und Datenkommunikation zu nennen, für den heute bereits eigenständige Business-Systeme bestehen, wie das International Business System (IBS) oder der Satellite Multi Service (SMS) von Intelsat und Eutelsat.

- im Bereich anderer Funkdienste zur praktischen Inangriffnahme von Projekten, die ideell bereits vorlagen und diskutiert wurden, aber erst durch den zu diesem Zeitpunkt erreichten Leistungsstand der Satellitentechnik auch praktisch realisiert werden konnten. Hier sind besonders mobile Funkdienste im maritimen Bereich zu nennen, aber auch Such- und Rettungssysteme sowie Satellitenrundfunkdienste. Einige der sich auf dem Nachrichtensatelliten-sektor abzeichnenden Tendenzen der nächsten Jahre sind:

- Starke Zunahme nationaler und regionaler Systeme sowohl für feste als auch Rundfunkdienste. Für den Zeitraum bis 1990 ist auf diesem Sektor die größte Dynamik zu erwarten. Es ist damit zu rechnen, daß 1990 etwa 75 % des Festlandssockels der Erde mit Regionalsystemen flächenbedeckt sind.

- Starke Zunahme der Daten- und Geschäftskommunikation über Satelliten [5], [6]. Sie steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der wachsenden Verbreitung des Rechners sowie der Tendenz zur Dezentralisierung des Rechneinsatzes, wobei im Rahmen der Struktur netze kundenspezifische Aufgaben zunehmend vor Ort abgearbeitet werden. Hierbei kommen immer mehr speziell für Datendienste ausgelegte Satelliten zum Einsatz, die eine optimale Systemauslegung und Schnittstellenanpassung erfordern. In hochindustrialisierten Ländern rechnet man damit, daß 1990 ca. 60 bis 70 % nationaler Satellitenkapazitäten für Datendienste genutzt werden. Ein expansiver Wachstumsfaktor ergibt sich in diesem Rahmen vor allem auch bei Videokonferenzen.

- Ausdehnung und Ausweitung bei mobilen Funkdiensten. Neben dem extensiven Wachstum maritimer Funkdienste, deren Nutzer sich bis 1990 mehr als verdoppeln werden, werden diese Dienstleistungen auch auf den Flugfunk ausgedehnt. Neue Formen werden sich in mobilen Landfunkdiensten herausbilden, im Zeitraum bis 1990 aber voraussichtlich vorerst als Test-

systeme. Gedacht wird vor allem an Auto-telefoniesysteme via Satellit (Japan, Schweden, USA, Kanada), als Folge aber auch an mobile „Fедermann-Telefoniesysteme“. Sie erfordern neue konzeptionelle Lösungen sowohl für die Satelliten als auch die Übertragungsverfahren. U. a. sind Satellitenantennen mit Abmessungen bis zu 300 m erforderlich!

Die Steigerung des Bedarfs an Übertragungs-kapazitäten, die sich abzeichnende Überlastung des geostationären Orbits (siehe [7]) sowie die latente Forderung nach Kostensenkungen machen auch für die Raumsegmente der Nachrichtensatellitensysteme neue Lösungen notwendig. Neben der Nutzung neuer, höherer Frequenzbereiche, Anwendung neuer Übertragungsverfahren und der Nutzung von Intersatelliten – Funkverbindungen (ISL), z. B. zum Direktverkehr Satellit – Satellit zwischen Regional-systemen verschiedener Nutzer, nehmen Konzepte für sog. GEO-Plattformen immer konkretere Gestalt an [1], [8]. Es handelt sich hierbei um modular aufgebaute Mehrzwecksysteme großer Masse, die aus zentralen Service-Modulen mit angekoppelten, jeweils anwendungsspezifischen Nutzlasteinheiten bestehen. Kleinere Objekte, wie sie für Testprojekte vorgeschlagen wurden, könnten komplett gestartet werden. Größere Objekte erfordern den getrennten Start von Komponenten, die im Orbit montiert werden. Dies kann in einer erdnahen Bahn erfolgen, aus der die gesamte Plattform mit speziellen Schubsystemen in die geostationäre Bahn gebracht wird. In späteren Jahrzehnten kann die Montage hier auch „vor Ort“ erfolgen. Diese Variante erfordert jedoch langlebige, bemannte Raumstationen im geostationären Orbit. Derzeitige Vorschläge für GEO-Plattformen bewegen sich in Nutzmassebereichen von 3 bis 50 Tonnen. Für Ende der achtziger Jahre werden 5 bis 6 Tonnen schwere Testplattformen erwartet, nach dem Jahr 2000 50 Tonnen-Projekte, die dann schon die 4. Generation von GEO-Kommunikationsplattformen (GKP) darstellen könnten.

Literatur: [1] Herter, E., Rupp, H.: Nachrichtenübertragung über Satelliten, Akademie-Verlag, Berlin, 1984. [2] Gatland, K. W.: Astronautik, Krausskopf-Flugwelt-Verlag, Mainz, 1963. [3] Oberth, H.: Briefliche Mitteilung an den Verf., 6. 12. 1983. [4] Clarke, A. C.: Extra – Terrestrial Relays, Wireless World, (1945) 10, S. 305 bis 307. [5] Bulloch, C.: Die geostationäre Vermittlungs-zentrale, Interavia, (1983) 1, S. 67–70. [6] Jörns, A.: Teststation für Satelliten, nachrichten-elektronik + telematik, 38 (1984) 8/9, S. 309–313. [7] Naumann, H.-D.: Fernschrundfunksatelliten – Probleme und Projekte (D. Astronomie u. Raumfahrt, 21 (1983) 4, S. 120 bis 124. [8] Koelle, D. E.: Die Entwicklung geostationärer Nachrichtensatelliten, Rundfunktechnische Mitteilungen, 25 (1981) 5, S. 219–226.

PROBLEME / LÖSUNGEN



Eine Sonnenuhr mit Zeitgleichungs-korrektur und Datumanzeige

ROLAND STRACKE

Bei der Berechnung von Skalen für Sonnenuhren verschiedener Bauart stieß der Verfasser auf die Frage, ob es möglich sei, eine Sonnenuhr zu konstruieren, die stets mitteleuropäische Zeit auf etwa eine Minute genau anzeigt. Dazu wäre es nötig, die im Laufe des Jahres auftretenden Abweichungen der wahren Sonnenzeit von der mittleren Sonnenzeit (Zeitgleichung) in geeigneter Weise bei der Stundenteilung zu berücksichtigen.

Eine mögliche Lösung des Problems soll hier vorgestellt werden. Für die theoretischen Grundlagen zum Verständnis der Funktion von Sonnenuhren und das Problem der Zeitgleichung vgl. [1, 2, 3].

Zur Erläuterung des Konstruktionsprinzips sei folgendes Gedankenexperiment vorangestellt: Die gegenständig gedachte Erdachse möge die Erdoberfläche im Nordpol durchstoßen und als Schattenstab einer großen Sonnenuhr dienen. Um die Erde denke man sich die Mantelfläche eines halben Zylinders gelegt. Diese berühre die Erde längs des Äquators – die Erdachse ist also die Symmetrieachse des Systems – und möge den Schattenstab überragen. Bei der Drehung der Erde beschreibt der Schatten der Stabspitze auf der Zylinderfläche einen Kreisbogen. Bedingt durch den im Laufe des Jahres variierenden Deklinationswinkel der Sonne verläuft dieser Kreisbogen von Tag zu Tag in einer anderen Höhe. Dieser Umstand läßt sich in einfacher Weise zur Lösung des eingangs gestellten Problems ausnutzen: Man braucht nur auf jedem der zu einem bestimmten Datum gehörenden Kreisbögen die jeweils gültige Zeitgleichung durch eine Verschiebung der Stundenteilung zu berücksichtigen. Als Nebenprodukt kann man auf einer solchen Sonnenuhr das Datum näherungsweise ablesen.

Um dieses Prinzip an einem realen Modell zu verwirklichen, benötigt man eine Halbzylinderfläche, die um den Winkel θ (entsprechend der geographischen Breite) gegen die Horizontalebene geneigt ist. Der Schattenstab hat auf der Symmetrieachse zu liegen und ist parallel zur Erdachse zu orientieren. Der Radius des Halb-

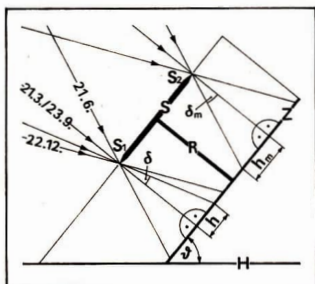


Abb. 1: Schnittdarstellung der Sonnenuhr (schematisch).

Z: Zylinder, S: Schattenstab, S_1 , S_2 : Spitzen des Schattenstabes, R: Halter, H: Horizontalebene, θ : Winkel der geographischen Breite, δ : Deklinationswinkel, δ_m : maximaler Deklinationswinkel ($23,44^\circ$), h : Auslenkung des Schattens von der Mittellinie, h_m : maximale Auslenkung des Schattens.

zylinders ergibt sich aus der Beziehung $\pi \cdot r = 12 \cdot s$, wobei s die einer Stunde entsprechende (frei wählbare) Strecke auf dem Umfang ist. Bei der Festlegung der Zylinderlänge ist zu bedenken, daß jeder Punkt auf der Anzeige- fläche im Laufe eines Jahres zweimal vom Schatten der Stabspitze berührt wird, die Anzeige ist also nicht eindeutig. Um die Ablesung zu vereinfachen, werden zwei Anzeige- flächen – gültig

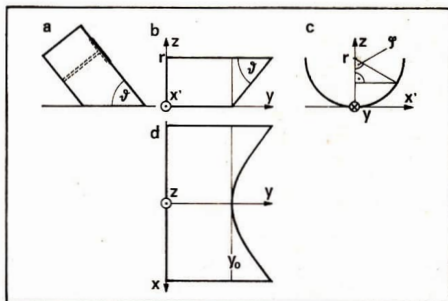
für je ein halbes Jahr – vorgesehen, die obere für Winter und Frühjahr mit der Datumslinie der Frühjahrs- tagundnachtgleiche als Mittellinie, die untere für Sommer und Herbst, symmetrisch um die Datumslinie der Herbst- tagundnachtgleiche. Auf diese Weise gelingt es, die lemniskatenähnliche Zeitgleichungsschleife in zwei sich nicht durchdringende Kurvenstücke aufzutrennen (siehe Abb. 2). Eine andere Möglichkeit wäre die Verwendung zweier auswechselbarer Skalen für je ein halbes Jahr.

Nach Abb. 1 errechnet sich die Auslenkung des Schattens der Stabspitze von der Mittellinie zu $|h| = r \cdot \tan |\delta|$, mit δ als Deklinationswinkel für das jeweilige Datum. Die maximale Auslenkung ist: $h_m = r \cdot \tan 23,44^\circ$. Bei Verwendung zweier übereinanderliegender Skalen muß die Anzeige- fläche also mindestens eine Höhe von $4 \cdot h_m$ aufweisen.

Obwohl es konstruktiv aufwendiger ist, hat es aus Gründen der mechanischen Stabilität Vorteile, die Halbzylinderfläche so zu gestalten, daß der untere Rand vollständig auf einer horizontalen Grundplatte aufsteht (s. Abb. 4, 2. Umschl.-S.). Daraus entsteht das Problem, die Randkurve eines ebenen Blechstückes so zu konstruieren, daß sich im gerollten Zustand der richtige Neigungswinkel (θ) des Halbzylinders gegen die Horizontale ergibt. Abb. 3 veranschaulicht, wie man die gesuchte Randkurve in Form einer Parameterdarstellung gewinnen kann. Als Parameter wird die Koordinate z verwendet, wobei $0 \leq z \leq r$ gilt. Die x -Koordinaten der Randkurve ergeben sich durch Abrollen des Halbzylinders längs der x' -Achse (Abb. 3c): $x = r \cdot \varphi$, oder durch z ausgedrückt: $x = r \cdot \arccos(1 - z/r)$, mit einem negativen und einem positiven Wert. Die y -Koordinaten

Abb. 3: Graphische Darstellung zur Konstruktion der Zylinderrandkurve in der Ebene.

a – Normallage der Sonnenuhr (Seitenansicht). b, c – verschiedene Ansichten des auf die Rundung gekippten Halbzylinders. d – Ansicht im abgerollten Zustand (Erläuterungen s. Text).



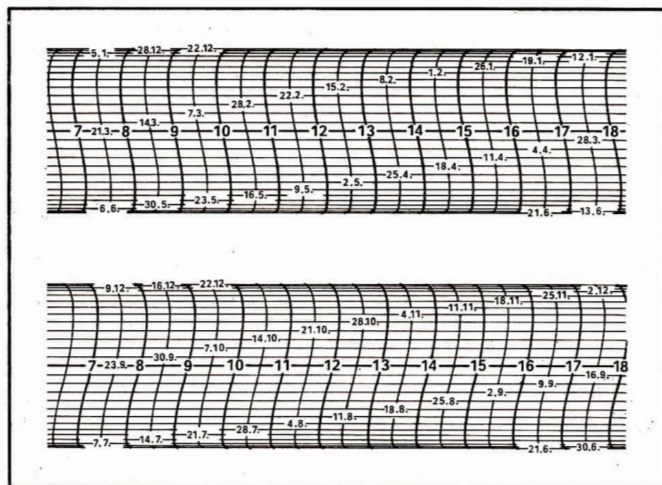


Abb. 2: Anzeigefläche der Sonnenuhr (Darstellung in der Ebene).

errechnen sich nach Abb. 3b zu: $y = y_0 + z \cdot \cot \theta$, mit y_0 als Höhe der nutzbaren Anzeigefläche.

Als Schattenwerfer dient zweckmäßigerweise ein an beiden Enden zugespitzter Stab, der im Abstand r durch einen Halter zwischen den beiden Skalen befestigt wird. Die Länge des Stabes muß mit dem Abstand der beiden Datumslinien für die Äquinoktien auf der Anzeigefläche übereinstimmen. Abzulesen ist stets am Schatten der jeweils gültigen Stabspitze – nur so ist die automatische Koppelung der Zeitgleichungskorrektur mit dem Datum gewährleistet. Die Datumskreise sollten im Interesse der Übersichtlichkeit nicht zu dicht gewählt werden. Ein Abstand von 7 Tagen ist ausreichend, Zwischendaten lassen sich schätzen. Die Werte für Zeitgleichung und Deklination sind z. B. dem Kalender für Sternfreunde zu entnehmen. Im Rahmen der erreichbaren Genauigkeit sind die geringfügigen Schwankungen der Werte, die von Jahr zu Jahr auftreten, vernachlässigbar. Kulminiert die Sonne über 15° ö. L. zu einem bestimmten Datum um die Zeit Δt später als

12.00 MEZ (Sonnenuhr geht nach), so ist die Stundenteilung auf der entsprechenden Datumslinie um den Betrag Δt nach links zu verschieben, um die Abweichung der wahren Sonnenzeit von der mittleren Sonnenzeit zu korrigieren. Kulminiert die Sonne früher als 12.00 MEZ erfolgt die Verschiebung nach rechts. Außerdem muß die Abweichung der Ortszeit von der MEZ durch eine Drehung der gesamten Skala um den Winkel $\alpha = 15^\circ - \lambda$ (λ – geogr. L.) berücksichtigt werden. Für alle Orte, die westlich von 15° ö. L. liegen, erfolgt die Verschiebung der Skala nach links. Eine in der beschriebenen Weise konstruierte Sonnenuhr zeigt die MEZ an. Bei Gültigkeit der Sommerzeit (MESZ) ist zur angezeigten Zeit eine Stunde zu addieren. Wegen der größeren Übersichtlichkeit sind bei der Sonnenuhr auf Abb. 4 (2. Umschl. S.) nur die vollen und die halben Stunden eingezeichnet. Um die Genauigkeit der Sonnenuhr auszuschöpfen, kann eine Interpolationshilfe in Form eines kleinen Plättchens (Länge einer Stunde entsprechend, 5-Minuten-Teilung) verwendet werden, das in die Skala an der Ablesestelle eingelegt wird. Der Anzeigebereich der Sonnenuhr liegt etwa zwischen 6.00 und 18.00 MEZ. Zu einer früheren oder späteren Zeit wird der Zylinder von hinten beschienen. Dies ist ein grundsätzlicher Mangel

dieses Sonnenuhrentyps, der sich jedoch beiseitigen läßt, indem man den fehlenden Teil der Skala auf der Rückseite des Zylinders anbringt. Die Stundenlinien für 5.00 und 4.00 MEZ auf der Außenseite haben die gleiche Lage wie die Stundenlinien für 17.00 und 16.00 Uhr auf der Innenseite. Das gleiche gilt für 19.00 und 20.00 Uhr, die auf der Rückseite hinter 7.00 und 8.00 Uhr liegen. Die rückseitigen Linien müssen so angeordnet sein wie man die Linien der Innenseite bei durchsichtigem Zylinder von hinten aus sehen würde (spiegelbildlich aufgetragen). Als Schattenwerfer ist für jede der beiden Skalen außen eine zum Zylinder konzentrische ringförmige Kante im Abstand r und in Höhe der Datumslinien für die Äquinoktien anzubringen. Die Ablesung erfolgt dort, wo die Sonnenstrahlen radial auf die Skala fallen. Außer der genauen Zeit und dem Datum könnte die Sonnenuhr auch die Information über Auf- und Untergangszeiten der Sonne am Aufstellungsort vermitteln. Dies kann dadurch geschehen, daß die Datumslinien bei der jeweiligen Auf- und Untergangszeit enden.

Für die Sonnenuhr (2. Umschl.-S.) gelten folgende Angaben:

Aufstellungsort: Jena (50,93° n. Br., 11,55° ö. L.)

Radius des Zylinders: $r = 15,28$ cm

Umfang des Halbzylinders: $U = 48$ cm (4 cm/h)

Maximale Auslenkung des Schattens: $\Delta m = \pm 66,3$ mm

Die Datumslinien sind in Abständen von einer Woche aufgetragen. Der Zylinder besteht aus Stahlblech (1 mm, lackiert), der Schattenstab aus Aluminium. Die Skalen wurden fotografisch hergestellt und mit farblosem Epoxiharz eingeklebt und imprägniert. Der Anzeigebereich reicht von ca. 7.00–17.00 Uhr. Die Daten für Zeitgleichung und Deklination sind dem Kalender für Sternfreunde 1980 entnommen.

Literatur: [1] Meier, L., M. Steinbach, K.-H. Weißlau: Grundlagen der Konstruktion von Sonnenuhren. In: Uhren und Schmuck 19 (1982) 86. – [2] Vilkner, H.: Sonnenuhren, berechnet mit dem elektronischen Taschenrechner. In: AuR 22 (1984) 15. – [3] Schuldt, W.: Die Grundlagen der Zeitgleichung. in: Sterne und Weltraum 1981/1, S. 23.

Das Spektrohelioskop – ein klassisches Instrument der Sonnenerkundung

ACHIM GÜNBERG

Der Beobachtung im integralen Weißlicht wegen ihrer geringen Eigenhelligkeit nicht zugängliche Bereiche der Sonne, wie z. B. deren Atmosphäre (Chromosphäre), ermitteln Licht in diskreten Wellenlängen. Das Spektrohelioskop ermöglicht

das Studium dieser Gebiete, es stellt einen teleskopisch beleuchteten Monochromator mit mechanisch-optischer Bilderzeugung dar.

Um die Jahrhundertwende vom Amerikaner Hale und dem Franzosen Deslandres unabhängig voneinander entwickelt, behauptete es sich mehrere Jahrzehnte hindurch bis man, basierend auf Lyots Erfindung, in der Lage war, extrem schmalbandige Polarisationsinterferenzfilter mit Halbwertsbreiten $< 1 \text{ \AA}$ herzustellen. In den Strahlengang eines Refraktors mit kleinem Öffnungsverhältnis in Okularnähe eingebaut, sind diese Filter einfach zu handhaben und in der optischen Leistung den material- und platzaufwendigen Spektroheliographen mindestens ebenbürtig. Während das Spektrohelioskop durch diese Entwicklung aus dem professionellen Bereich verdrängt wurde, versuchte der amerikanische Amateur Veio es unter seinesgleichen populär zu machen, jedoch schon kurze Zeit später kamen die unter der Marke „Daystar“ bekannten Vielschicht-Interferenzfilter auf den Markt und wirkten dieser Renaissance entgegen.

Technisch also längst überholt, erscheint es mir doch nützlich, jene sehr instruktive und reizvolle Beobachtungsmethode vorzustellen, zumal nur sie den Amateuren hierzulande die Möglichkeit bietet, Details der Sonnenatmosphäre in ihrer Vielfalt zu beobachten.

Immerhin hat das Spektrohelioskop auch einige Vorzüge gegenüber der Filtervariante. So führt beispielsweise die Entfernung dreier Bauelemente zu einem Sonnenspektrographen, der höchsten Amateuraussagen gerecht wird. Allein der astrophysikalisch interessierte Amateur findet hier ein reiches Betätigungsfeld, das die Mühen der Konstruktion lohnt.

Leistungsfähige Sonnenspektrographen bzw. Spektrohelioskope arbeiten im allgemeinen mit so langen Brennweiten, daß eine Nachführung des gesamten Instrumentariums technisch sinnlos ist. Obwohl es prinzipiell möglich ist, die Baulänge durch Falten zu verkürzen, fördern die zusätzlich notwendigen Spiegel oder Reflexionsprismen keineswegs die Bildgüte. Am zweckmäßigsten arbeitet man demzufolge mit drei stationär aufgestellten, horizontal in Süd-Nord-Richtung angeordneten Baugruppen in der Reihenfolge: Horizontal-Coelostat – Teleskop – Spektrograph. Coelostat (eine Beschreibung der gebräuchlichsten Sonnenreflexionssysteme erfolgte in AuR 3/84) und Teleskopobjektiv lassen sich baulich zusammenfassen. Spektrograph und das bildzerlegende bzw. -aufbauende System müssen aufeinander abgestimmt sein. Es gibt mehrere Möglichkeiten, einen Monochromator durch geeignete Auswahl

und Anordnung seiner Grundelemente zu konstruieren:

Spalte (in Reihe oder parallel zueinander)
Autokollimator oder Kollimator und Kameraobjektiv (Linsen oder Hohlspiegelausführung)
Lichtzerlegungsprinzip (Prisma oder Gitter)
Anzahl der Reflexionen (gerad- oder ungeradzahlig)

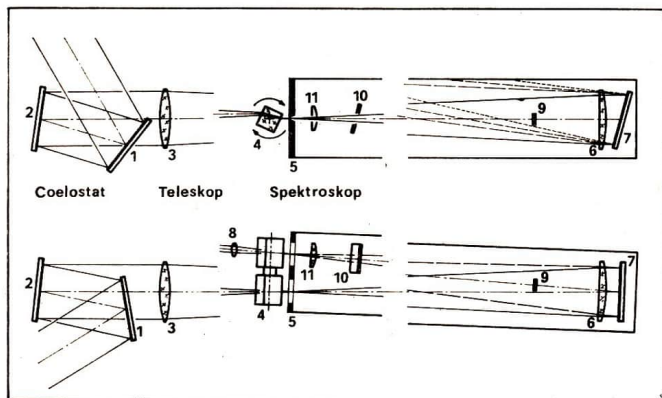
Diese Kriterien legen dann ein bestimmtes System fest, das durch synchrones Abtasten des Sonnen- und Spaltbildes ein monochromatisches Sonnenbild liefert. Dafür gibt es fünf Varianten, wobei vier derselben mit bewegten (rotierenden, oszillierenden und vibrierenden) Spalten arbeiten. Ich entschied mich für die Methode feststehender und während der Beobachtung in ihrer Weite optimierbarer Spalte unter Verwendung von Anderson-Prismen. Der Spektrograph wurde in der Littrowschen Anordnung aufgebaut.

Der Gitter-Spaltspektrograph – Prinzip und Wirkungsweise

Der durch die Lichtquelle Sonne beleuchtete Eintrittsspalt blendet einen wenige 100stel mm breiten Streifen aus. Die Strahlen dringen divergierend in den Spektrographen ein und treffen auf die im Abstand ihrer Brennweite (ca. 3800 mm) entfernte plankonvexe Kollimatorlinse, die sie parallel richtet und auf das Reflexionsgitter wirft. Ein Bruchteil des weißen

Sonnenlichts wird an den Linsenflächen reflektiert und würde, in das Okular gelangend, kontrastmindernd wirken. Die Reflexion der Planseite wird durch eine geringe horizontale Neigung der Linse unschädlich gemacht, die der Konvex- (wirksam wird die Konkav-) fläche am Ort ihrer Bündelung mittels einer etwa 5 mm großen scheibenförmigen Blende. Reflexe des Spektrums an den Linsenflächen beseitigt ein

Abb. 2: Strahlengang am Spektrohelioskop (nicht maßstabgerecht, zweifach unterbrochene, verkürzte Darstellung). (1) Coelostat-Hauptspiegel ($n = 1/2 d^{-1}$) oben: Seitenansicht, unten: Draufsicht. (2) Coelostat-Deklinationsspiegel (Winkelverhältnisse für Sonnenstand Juni 10,00 MEZ, Spiegelabstände aus Platzgründen verkürzt). (3) Teleskopobjektiv (125/3400). (4) rotierende Anderson-Prismen. (5) Ein- und Austrittsspalt. (6) plankonvexe Kollimatorlinse (90/3800). (7) Reflexionsgitter (58mal 68 mm, 651 Linien/mm); (Gitterneigung für $H\alpha$ -Beobachtung). (8) Okular bzw. Fernrohrlupe zur Beobachtung des monochromatischen Sonnenbildes. (9) kleine, kreisförmige Blende zum Abblocken der Reflexion, die von der Konkavfläche der Kollimatorlinse ausgeht. (10) Linienschieber (entbehrlich bei spektroskopischen Beobachtungen). (11) Feldlinse zwischen Kollimatorlinse und Austrittsfenster, bildet die Gitteröffnung in die Pupille des Beobachters oder auf die Irisblende des Kameraobjektivs ab. (Für spektrohelioskopische Beobachtungen nicht sinnvoll.)



auf die dem Gitter zugewandte Konvexfläche geklebter, schwarzer Papierstreifen.

Am Reflexionsgitter (sogenanntes Schulgitter des VEB Carl Zeiss Jena, 651 Linien/mm, geblazed in der 1. Ordnung, Gitterfläche durch Entfernen der Maske erweitert auf 58 mm mal 68 mm) erfolgt durch Interferenz die spektrale Zerlegung des integralen Lichtes und die Reflexion der Farbanteile in Richtung des Beobachterokulars, ausgelöst durch eine geringe horizontale Neigung des Gitters. Die Kollimatorlinse wird dabei wiederholt, diesmal zur Bündelung der parallel abgestrahlten Farbanteile benutzt (Prinzip der Autokollimation). Der Abstand von den Spalten ist infolge der Dispersion des Linsenglasses wellenlängenabhängig. Der im Austrittsfenster mittels Okular bzw. Fernrohrlupe beobachtbare Ausschnitt des Spektrums ist von der vertikalen Neigung des Gitters abhängig und beträgt für den äußer-

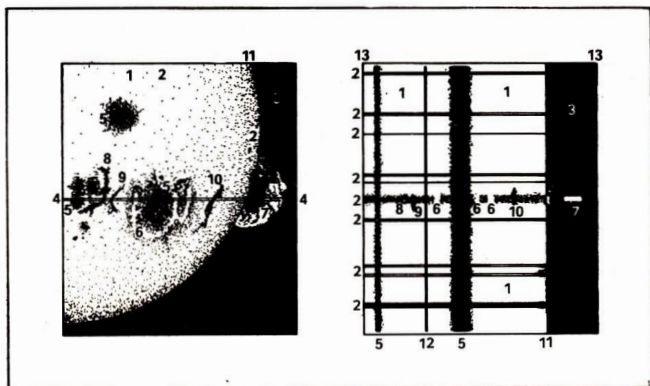
sten violetten Bereich $7,5^\circ$, für das nahe Infrarot 15° gegen die Vertikale.

Der Spektrograph wird fast ausschließlich für Detailuntersuchungen der Sonne benutzt, wofür eine teleskopische Beleuchtung des Eintrittspaltes erforderlich ist.

Das Spektrohelioskop

Das Teleskop erzeugt in der Spaltebene ein ca. 30 mm großes Sonnenbild. Das durch den Eintrittspalt erfaßte schmale Gebiet wird im Spektroskop spektral zerlegt. Mittels eines in seiner Weite variablen Spaltes kann ein frei wählbarer, beliebig enger Wellenlängenbereich ausgeblendet werden. Bevorzugt werden die C (H_α) oder K (Ca_{II})-Linien bei 6563 bzw. 3934 Å, da diese außergewöhnlich breit sind (0,6 bzw. 3 Å) und in unterschiedlich hohen Schichten der Sonnenatmosphäre entstehen. Die exakte Positionierung dieser Linien auf den Austrittsspalt ermöglicht der sogenannte Linienverschieber, eine wenige mm dicke planparallele Glasplatte, die ggf. entsprechend vertikal geneigt werden muß. Auf dem gleichen Prinzip (Parallelverschiebung eines Lichtstrahls beim Durchlaufen einer planparallelen Platte) wie dieses Bauelement wirken die vor Ein- und Austrittspalt platzierten und als Bildzerleger und -hersteller fungierenden, synchron rotierenden Anderson-Prismen, Glasquader quadratischen Querschnitts. Sie erzeugen pro Umdrehung vier Bilder (bei $n = 6 \text{ s}^{-1} = 24 \text{ Bilder/s}$, das ist ein flimmerfreies Bild).

Abb. 7: Die Erscheinungen der Sonne (wesentlichste Details der Photosphäre und Chromosphäre und ihr Spiegelbild in der Feinstruktur der H_α -Linie bei 6562,8 Å. 1 – Photosphäre/Kontinuum, 2 – Chromosphäre/solare Absorptionslinien, 3 – Himmelshintergrund, 4 – Spalt, 5 – Umbra von Sonnenflecken, 6 – Fackelgebiet, 7 – Protuberanz, 8 – Filament, 9 – Filament mit Rotverschiebung, 10 – Filament mit Blauverschiebung, 11 – Sonnenrand, 12 – Schmutzteilchen auf dem Spalt, 13 – seitliche Spaltbegrenzung.



Das Teleskopobjektiv ist im einfachsten Fall eine bi- oder plankonvexe Linse; chromatische Abbildungsfehler sind belanglos, da letztlich ein monochromatisches Bild beobachtet wird. Problematischer sind die Spalte, die nach Möglichkeit die Breite des fokalen Sonnenbildes haben sollten. Nach vielen Experimenten mit Rasierklingen und industriell gefertigten Spalten fand ich sehr dünne, gestanzte Stahlbleche (z. B. die Lamellen für Kameraverschlüsse) am geeignetsten. Sie sind breiter als die meisten herkömmlichen Spalte und lassen sich leicht säubern, im Gegensatz zu Rasierklingen, an deren Schneiden immer kleinste Stäubchen hängenbleiben. Nach Augenmaß lassen sich die Spaltbacken am einfachsten auf sehr geringe lichte Weiten von Hand verschieben, wenn sie gegen eine diffuse Lichtquelle (Himmelshintergrund) gehalten werden. Die Anderson-Prismen sind schwer zu beschaffen, da Körper dieser Geometrie in der Optik kaum Verwendung finden. Man kann sich damit behelfen, daß vier rechtwinklige und in ihren Abmessungen gleiche Prismen erworben werden und jeweils zwei mit etwas Kanadabalsam an den Hypotenusenflächen verkittet werden. Die Anderson-Prismen müssen sorgfältig zueinander justiert werden, damit das Bild ruhig steht.

Visuelle Beobachtung des monochromatischen Sonnenbildes

Das Bild entsteht in der Spaltebene. Das Okular, zweckmäßig eine Fernrohrlupe (z. B. Zeiß-Turmon 8mal 21 mit Vorsatzlinse +2 oder 4 dptr) wird also auf letztere fokussiert. Der große Objektabstand garantiert genügend Platz für eines der rotierenden Prismen.

Visuelle Beobachtung des Sonnenspektrums

Detailuntersuchungen an einzelnen Spektrallinien erfordern eine relativ hohe Vergrößerung (Turmon mit +4 oder +6,25 dptr), im Gesichtsfeld sind etwa 20–50 Å überschaubar. Soll dagegen der Linienreichtum eines weiteren Spektralbereichs (200 Å und mehr) demonstriert werden, bringt die Verlängerung der Okularbrennweite allein keinen Erfolg. In der Nähe des reellen Bildes muß eine plankonvexe Feldlinse ausreichenden Durchmessers installiert werden, welche die abbildenden Strahlen in das System der Fernrohrlupe bündelt.

Beobachtungserfahrungen

Spektroskopie

Die Bildqualität, d. h. die Schärfe der Spektral-

linien ist in gewisser Hinsicht temperaturabhängig (günstigster Bereich 10 bis 25°C). Die Gitterkopie besteht aus einem aluminisierten Epoxydharzhäutchen, das auf eine Glasunterlage geklebt ist. Infolge extremer Temperaturbedingungen beeinflusst die unterschiedliche Ausdehnung beider Materialien die Homogenität der Gitterkonstante negativ.

Das visuell beobachtbare Spektrum erstreckt sich von A (7600 Å) bis K (3934 Å). Beide extremen Bereiche sind jedoch nur mit kräftigen Rot- bzw. Blaufiltern sichtbar. Photographisch lassen sich beide Grenzen weit verschieben.

Als einzige Absorptionslinie zeigt H α visuell sichtbare Feinstrukturen. Innerer wieder fragen Laien bei Betrachtung der Absorptionslinien nach denen des Helium. Helium, zweithäufigstes Element auf der Sonne und als chemischer Grundstoff auf ihr erstmals spektralanalytisch entdeckt, gibt keine Absorptionslinien im Sonnenspektrum, da die Anregungsbedingungen nicht gegeben sind. Die He-Linie D $_3$ (5876 Å) läßt sich leicht nachweisen, wenn eine kräftige Protuberanz auf den Eintrittspalt gebracht wird (zeigt sich als rote Verlängerung der dunklen H α -Linie vor dem schwarzen Himmelshintergrund) und dann in der Gegend der NaD-Linien (5890 u. 5896 Å) nach einer gelben Emission gesucht wird.

Spektrohelioskopie

Es sei daran erinnert, daß die kräftige, relativ dunkle H α -Linie durch den Austrittspalt weitestgehend eingengt werden muß. (Die Spaltweite entscheidet über die Halbwertsbreite, in der beobachtet wird, sie muß <1 Å sein.) Ein Minimum an Licht verläßt den Spalt und dieses geringe Quantum wird durch die Anderson-Prismen auch noch scheinbar verbreitert. Was an Lichteindruck übrig bleibt ist nicht viel. Eine bescheidene Nachvergrößerung (ggf. Verkleinerung) dieses Zwischenbildes ist geboten. Es versteht sich von selbst, daß peinlichst jeglicher Streu- und Fremdlichteinfluß vermieden bzw. ausgeschaltet werden muß, eine Dunkeladaption des Auges ist zu empfehlen. Unter günstigen atmosphärischen Voraussetzungen (keine Cirrusbewölkung, leichter Dunst stört nicht, ruhige Luft) sind überraschend viele Details der Sonnenatmosphäre erkennbar. In der Regel wird man nur einen kleinen Ausschnitt der Sonne beobachten können, da Anderson-Prismen in den erforderlichen Dimensionen (40 bis 45 mm Kantenlänge bei 30 mm Sonnenbilddurchmesser) nicht immer zur Verfügung stehen werden.

Rückblick – Perspektive

Das vorgestellte Instrument entstand in der Ausbaustufe Sonnenspektrograph Anfang 1976, also nach vor Aufnahme meiner Tätigkeit an der Volkssternwarte. Nach knapp fünfmonatiger Bauzeit (mehr als die Hälfte davon verschlang die Anfertigung eines damals benutzten, transportablen Jensch-Coelostat) gelangen erste hochaufgelöste Spektralaufnahmen von bislang nicht mehr an diesem Gerät überbotener Qualität. Mehrere an dem Projekt interessierte Außenstehende unterstützten mich selbstlos bei meinem Vorhaben mit Rat und Material. Der vier Meter lange Spektroskopkanal, auf drei Fässern stehend, wurde in einer Süd-Nord-orientierten Garage aufgestellt. Coelostat und 80/1200-Teleskop standen im Freien.

Ein Jahr später wurde das Instrument an die Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“ nach Radebeul überführt. Aufstellung und Bedienungskomfort wurden in der Folgezeit wesentlich verbessert. Die lichtstärkere Gestaltung der teleskopischen Spaltbeleuchtung ermöglichte schließlich die visuelle und photographische Beobachtung der Sonnenchromosphäre im Licht der H α -Linie. Die Aufnahme der photographischen Beobachtung im Licht der H- und K-Linien ist nur noch eine Frage der Justierung. Das sichtbare Sonnenspektrum ist photographisch erfaßt und wird gegenwärtig nach Infrarot und Ultraviolett erweitert.

Die Demonstration des Sonnenspektrums ist, geeignete Witterungsbedingungen vorausgesetzt, Bestandteil des Führungsprogramms an unserer Einrichtung, die spektrale Beobachtung der Chromosphäre bleibt jedoch wegen erforderlicher Vorkenntnisse nur besonders Interessierten vorbehalten.

Sonnenbeobachtungen mit einem Polarisationsinterferenzfilter mögen wesentlich effektvoller sein, die Möglichkeit der Betrachtung des hochaufgelösten Sonnenspektrums und beachtliche didaktische Vorteile bei der populären Funktionsdarstellung geben dem Spektrohelioskop an einer Volkssternwarte seine Daseinsberechtigung.

Vorläufige Sonnenfledenrelativzahlen November/Dezember 1985

Tag	Nov.	Dez.	Zag	Nov.	Dez.
1	0	0	16	39	66
2	0	16	17	43	63
3	0	19	18	38	48
4	0	0	19	30	40
5	17	18	20	28	24
6	19	26	21	25	16
7	20	15	22	12	11
8	18	12	23	10	0
9	25	16	24	0	0
10	15	14	25	0	0
11	17	18	26	0	0
12	19	18	27	0	0
13	30	17	28	0	0
14	44	30	29	0	0
15	48	47	30	0	0
			31	0	0
			31		0
Mittel			16,6	17,2	

A. KOECKELENERGH

Erschienen ist die „Mathematik für die Astronomie“, Veröffentlichung 1 (Leipzig 1985) des Arbeitskreises Numerische Astronomie. Inhalt: Die Zeitbestimmung (bürgerl. in Julian. Datum und umgekehrt; Sternzeitberechnung). Preis: 1 M zuzügl. Rückporto. Beziehbar durch AK Numerische Astronomie, Astronomisches Zentrum, 7144 Schkeuditz, PSF 29.

Verkaufe Telemotor 2 in Originalverp. mit Holzreibein, Montierung T, Okulare 10 u. 40 mm, Chrom-Sonnenfilter, Halterung für Kleinbildkamera. 1000 M. Beinroth 215 Strassburg, ABS 29.

Verkaufe Telemotor 63/840 m. Stativ Montierung T, Sonnenproj.-Schirm, 4fach Okularrevolver, Okulare: 40-H, 25-H, 10-0, 4-0, Mars-, Mond- und Sonnengläser in Beh., s. g. erh. für 1600 M. – Geyer, 4020 Halle, Lenin-allee 115.

Unsere Autoren

Dr. Helmut Meusinger, 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium der AdW.

Dr. J. Flohrer, 1199 Berlin, Institut für Kosmosforschung der AdW, Rudower Chaussee 5

Dr. H. Tiersch/D. Stoll, 1502 Babelsberg, Astrophysikalisches Observatorium der AdW, R.-Luxemburg-Str. 17a

Prof. Dr. D. Möhlmann, 1199 Berlin, Institut für Kosmosforschung der AdW, Rudower Chaussee 5

Dipl.-Ing. H. D. Naumann, 8122 Radeberg, Str. der Thälmannpioniere 9

Roland Stracke, 6540 Stadtroda, Schillerstr. 8

Ing. Achim Grünberg, 8019 Dresden, Krenkelstr. 38

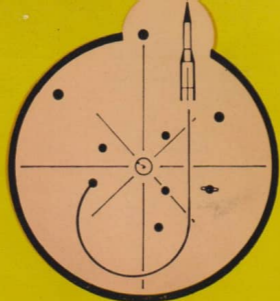
Dr. A. Koeckelenbergh, 3. avenue Circulaire, B-1180 Brüssel

Vorschau auf Heft 3/1986

Symbiotische Sterne – Ringe um Planeten (II) – Fernerkundung des Ozeans – Praktische Aspekte der Amateurspektroskopie – Inklinierende Horizontal-Sonnenuhr



Astronomie UND Raumfahrt



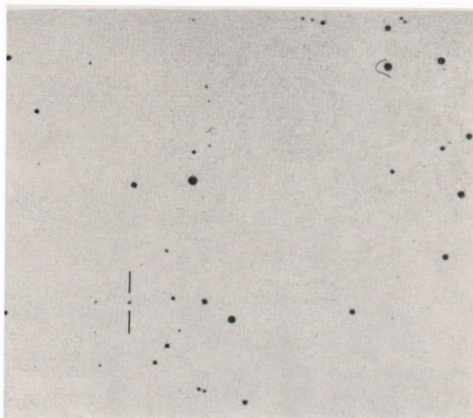
ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1986 3

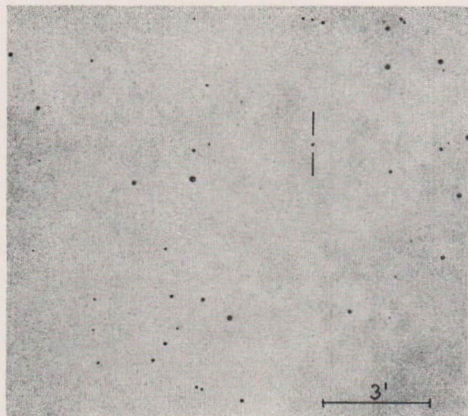


HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



↑
Planetaid 3181 Ahnert
(zum Beitrag S. 88).
↓

Spektrum des Sternes AG Peg
(zum Beitrag S. 66). →



H ϵ —
H δ —
H γ —
Ne [III] —
H β —

H ϵ —

H δ —

H γ —
O [III] —

He II —

H β —

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 Schmalling; - **Philoso-**

phie / Geschichte: Dr. J. Hamel; -

Amateure: Ing. A. Grünberg,

Dipl.-Phys. J. Rendtel, StR A.

Zenkert, B. Zill; - **Aus der Lit.:**

J. Gasiecki; - **Rezensionen:** Dipl.

Phys. M. Woche; **Red.-Schr.:**

Ing. W. Pohl

Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsstz:

9630 Crimmitschau, Pionier-
und Jugendsternwarte „Johan-
nes Kepler“, Straße der Jugend 8
Fernsprecher 3730.

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1986 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:

Roland 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 Astronomie
und Raumfahrt veröffentlichten
Beiträge ist nur mit Zustimmung
der Redaktion gestattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

INHALT

24. Jahrgang (1986) Heft 3

Rainer Luthardt: Symbiotische Sterne	66
A. Koeckelenbergh: Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen Januar/ Februar 1986	72
D. Stoll, H. Tiersch: Ringsysteme um Planeten in unserem Sonnen- system (Teil II)	73
Günter Zimmermann: Fernerkundung des Ozeans von Salut 7	78
Frank-E. Rietz: Start der ersten Flüssigkeitstrakete	80
Jörg Mosch: Zwei weitere neue Feldstecher	81

Probleme/Lösungen

Bernd Hanisch: Praktische Aspekte der Objektivprismenspektrographie mit einem Newtonspiegel	82
Arnold Zenkert: Besonderheiten der geneigten oder inklinierten Horizontal-Sonnenuhr	84
Dietmar Büttner: Beobachtungsprotokolle - warum und wie?	86

Beobachtungshinweise

Dietmar Büttner: Sternbedeckung durch Jupiter 1986 August 4/5	88
---	----

Kurzberichte

60 Jahre Sternwarte Sonneberg	88
Noch einmal: Leibniz-Medaille • Mitteilung über eine Jupiterbe- obachtung • Die Beobachtung des Kometen Halley (AKK-Bericht)	89
Erstes Gnomonik-Seminar • Astro-Geschichte in der UVR	90

Aus der Literatur	91
-----------------------------	----

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

Vorschau • Unsere Autoren	96
-------------------------------------	----

Redaktionsschluss: 10. März 1986

Auslieferung an den PZV: 30. Juni 1986

Bildseiten

Titelbild: Komet P/Halley in „Plejadennähe“ am 17. 11. 1985 um 0.05 bis
0.15 MEZ. Fotografiert von Uwe Wohlhab an der Schulsternwarte „Bruno
H. Bürgel“ in Schönebeck-Salselmen mit dem Pentacoon 4/200-Objektiv
(Blende 5,6) und Refraktor 80/840 auf 1b-Montierung als Leitrohr (Nach-
führung mit Stern) auf NP 27. Lesen Sie den ersten Bericht des AK Kometen
S. 89!

2. Umschl.-S.: Anlässlich des 60jährigen Bestehens der Sternwarte Sonneberg
lesen Sie Beiträge in diesem Heft auf den Seiten 66 und 68. Die beiden Abb.
links oben und unten zeigen den Planetoiden (3181) Ahnert - frühere Be-
nennung 1964 EC - am 8. 3. 1964, Belichtung von 20.27 bis 20.42 MEZ und
am 9. 3. 1964 von 20.23 bis 20.38 MEZ. Fotos: F. Börngen, Tautenburg.
Rechts: Das Spektrum des Sternes AG Pegasi ($\lambda \approx 350\text{...}480\text{ nm}$), aufge-
nommen am 2 m-Spiegel des Roshen-Nationalobservatoriums, VR Bul-
garien.

3. Umschl.-S.: Komet P/Halley am 30. 12. 1985 von 19.04 bis 19.23 MEZ im
Primärfokus des Refr. 140/1000 der Urania-Volksternwarte Jena auf ORWO
NP 27 (Positivwiedergabe), Foto: Wilfried Weise und Norbert Köhler.
Norden ist links.

Die negativ wiedergegebene Aufnahme wurde von H.-J. Blasberg, Dresden,
am 16. 11. 1985 von 22.42 bis 22. 57 MEZ mit Objektiv Biotar 2/58 auf ORWO
NP 27 aufgenommen.

4. Umschl.-S.: Komet P/Halley am 31. 12. 1985 von 18.03 bis 18.37 MEZ.
Die Bildautoren Weise und Köhler benutzten das gleiche Instrument und
gleiches Filmmaterial wie bei der Aufnahme am 30. 12. 1985 (s. 3. Umschl.-
S.).

Symbiotische Sterne

RAINER LUTHARDT

Dieser Begriff mag zunächst etwas Verwirrung stiften, da uns die Symbiose mehr zur Biologie führt. Dort versteht man darunter ein Zusammenleben verschiedenartiger, in der Lebensweise einander angepaßter Organismen zu beiderseitigem Nutzen.

Wie kann man den Begriff der Symbiose aber in der Astronomie verwenden? Wie kam man dazu, eine Gruppe von Sternen als Symbiotische Sterne zu bezeichnen?

Nicht selten werden in der Astronomie Entdeckungen gemacht, die man zunächst nicht so richtig deuten kann, von deren Verständnis man noch weit weg ist. So fand man Sterne, deren Spektrum sowohl Merkmale sehr heißer und gleichzeitig auch sehr kühler Sterne aufweist. Begonnen hatte es mit dem Stern HD 221650. Im Henry-Draper-Katalog wurde bei diesem Objekt bereits auf ein sehr außergewöhnliches Spektrum hingewiesen. Dieser Stern ist auch als unregelmäßiger Veränderlicher mit der Bezeichnung Z Andromedae bekannt. 1928 erschien eine Veröffentlichung von Plaskett mit dem Titel „The Composite Stellar and Nebular Spectrum of Z Andromedae“. Der Autor wies auf Emissionslinien hoher Anregung hin, wie sie in Spektren Planetarischer Nebel zu finden sind. Aus dem Kontinuum des Spektrums ergab sich aber eine überraschend niedrige Temperatur von nur etwa 5200 K.

1932 erschien in „Publications of the Astronomical Society of the Pacific“ eine Arbeit über eine kleine Gruppe von Sternen mit ebenfalls sehr außergewöhnlichen Spektren. Es zeigten sich Titanoxid-Banden zusammen mit Emissionslinien hoher Anregung, wie He II 4686, [O III] 4363 und andere Nebellinien. Diese Sterne waren bereits als Veränderliche bekannt und trugen die Bezeichnung AX Persei, RW Hydrae, CI Cygni und T Coronae Borealis. Die Liste solcher Objekte vergrößerte sich zusehends. 1954 erschien eine Aufstellung von 23 Objekten. 1957 zählte man bereits 32, und in jüngster Zeit erschien ein Katalog mit 129 an der Zahl. Ursprünglich trugen diese Objekte die Bezeichnung „Sterne mit Kombinationsspektrum“. Der Begriff „Symbiotischer Stern“ wurde 1958 von Paul Merrill geprägt, da er unter einem Kombinationsspektrum eine Überlagerung von Spektren zweier separater Sterne verstand, für diese Gruppe jedoch eine Doppelstern-Natur noch nicht zur Debatte stand.

Zum Prototyp der Symbiotischen Sterne wurde Z Andromedae, dessen Spektrum als erstes sehr intensiv studiert wurde. Seit den 50er und 60er Jahren gibt es sehr viele Arbeiten auf diesem Gebiet, geben sie doch zum Teil immer neue

Rätsel auf. Einige Vertreter wurden zu regelrechten Klassikern unter den Symbiotischen Sternen, so zum Beispiel AX Persei, AG Pegasi, CI Cygni, BF Cygni, AG Draconis und natürlich Z Andromedae.

Seit man mit Satelliten auch in Spektralbereichen beobachten kann, die von der Erde aus nicht zugänglich sind, wurden viele Symbiotische Sterne auch im ultravioletten, infraroten und Röntgen-Bereich beobachtet. Diese Beobachtungen brachten einen sehr großen Zuwachs an Erkenntnissen mit sich, stellten die Astronomen aber auch wieder vor neue Probleme. Man kann mit Sicherheit sagen, daß diese interessante Gruppe von Sternen noch sehr lange ein Forschungsgegenstand der modernen Astrophysik sein wird.

Der Artikel soll einen kleinen Überblick über die Merkmale der Symbiotischen Sterne geben, über Modelle, die man daraus abgeleitet hat sowie über den Platz, den sie in der Sternentwicklung einnehmen.

Merkmale und Kriterien für Symbiotische Sterne

Mit dem Zuwachs an Beobachtungsmaterial ergab sich, daß die Merkmale für Symbiotische Sterne sich zusehends als sehr grob zeigten. So hätte man viele langperiodische Veränderliche zu dieser Gruppe zählen können. Es machte sich deshalb erforderlich, genaue Kriterien zur Klassifikation zu schaffen. Nach Boyarchuk sollten deshalb folgende Punkte erfüllt sein:

1. Absorptionslinien späten Spektraltyps müssen nachweisbar sein, z. B. TiO-Banden und schwach angeregte Metalllinien (CaI, CaII, FeII, u. a.).
2. Emissionslinien hochangeregter Ionen, wie HeII, OIII u. a. müssen sichtbar sein. Die Doppelbreite darf dabei 100 km s⁻¹ nicht übersteigen.
3. Das Spektrum soll ein blaues Kontinuum aufweisen.
4. Helligkeitsänderungen mit Amplituden, die bis zu 3 mag und mehr betragen, können auftreten.

Diese 1969 ausgearbeiteten Kriterien wurden durch Allen 1978 noch durch folgende ergänzt:

5. Das Objekt muß stellaren Charakter aufweisen.
6. Emissionslinien hoher Anregungsenergien von 55 eV und größer (z. B. HeII) müssen zumindest zeitweise sichtbar sein.
7. Ein Spektraltyp später als G muß existieren. Fehlt ein klassisches Anzeichen für einen späten Spektraltyp, müssen Anregungsenergien von 100 eV und mehr zeitweise erreicht werden (z. B. FeVII).

Diese Kriterien sagen noch sehr wenig über die Natur der Symbiotischen Sterne aus. In letzter Zeit zeichnet sich jedoch immer mehr ab, daß wir es mit Doppelsternen zu tun haben. Zur Bestätigung sind aber ausgedehnte Langzeitbeobachtungen notwendig, die zum Teil sehr schwierig und langwierig sind. Das photometrische und spektroskopische zeitliche Verhalten der Symbiotischen Sterne gibt wichtige Hinweise auf deren Natur. Wir wollen deshalb näher darauf eingehen.

Symbiotische Sterne als Veränderliche

Nicht alle Symbiotischen Sterne sind Veränderliche. Die meisten jedoch zeigen einen irregulären Lichtwechsel, der in den verschiedenen Farben unterschiedliche Amplituden aufweisen kann.

Bei vielen Objekten kann man zwischen einem ruhigen und einem aktiven Stadium unterscheiden. Im ersten zeigen sich kaum Helligkeitsänderungen bzw. nur Schwankungen mit geringer Amplitude. Im aktiven Stadium treten Ausbrüche auf, deren Amplituden 3 mag und mehr erreichen können. Solche Eruptionen können ein oder mehrmals nach einer längeren ruhigen Phase spontan auftreten.

Eine charakteristische Standardlichtkurve gibt es für Symbiotische Sterne nicht. Jeder Stern besitzt vielmehr seine eigene typische Lichtkurve. Bei einigen Vertretern kann man einen mehr oder weniger periodischen Lichtwechsel erkennen. Die gefundenen Perioden korrelieren oft mit Radialgeschwindigkeitsänderungen, die man bei bestimmten Spektrallinien vorliegen hat. Das ist ein Hinweis auf eine Umlaufbewegung und damit auf eine Doppelsternnatur. Wahrscheinlich stellen die Symbiotischen Sterne eine sehr heterogene Gruppe von Doppelsternen verschiedener Entwicklungsstadien dar. Auf Grund der Ausbrüche bezeichnet man sie auch oft als Novaähnliche.

Wenden wir uns einigen charakteristischen Lichtkurven zu:

Z Andromedae (Abb. 1)

Die Lichtkurve des Prototyps der Symbiotischen Sterne hat eine ziemlich komplizierte Gestalt. Es gibt Abschnitte, in denen der Stern nur geringe Helligkeitsänderungen zeigt, zum Beispiel zwischen 1905 und 1913. 1914 ereignete sich ein Ausbruch von ca. 4 mag. Die mittlere Helligkeit ging in den darauffolgenden Jahren bis 1938 wieder langsam auf 12^m zurück, überlagert jedoch von quasiperiodischen Schwankungen mit Amplituden von ca. 0,5 bis 1,5 mag. Die Maxima folgten einander mit einer Zykluslänge

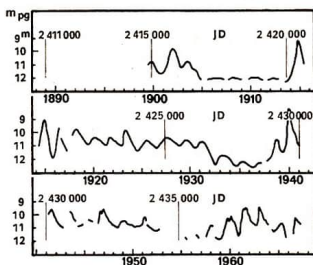


Abb. 1: Lichtkurve von Z Andromedae von 1900 bis 1970.

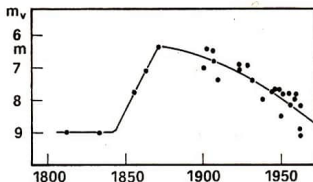
von 714 Tagen im Mittel. Es treten jedoch auch Abweichungen bis zu 100 Tagen auf. In den Jahren 1939 bis 1940 folgten erneut größere Ausbrüche. Das Verhalten danach erinnert wieder an das vorhergehende.

AG Pegasi (Abb. 2)

Bis etwa 1850 lag seine visuelle Helligkeit bei etwa 9^m. Danach erfolgte eine rapide Helligkeitzunahme, die 1855 5^m erreichte. Seitdem klingt die Helligkeit ständig ab und hat gegenwärtig fast schon wieder die Ausgangshelligkeit erreicht. Auf Grund des sehr langsamen Helligkeitsrückganges bezeichnet man solche Sterne auch als sehr langsame Novae. (Eine ähnliche Lichtkurve zeigt auch der Symbiotische Stern RR Telescopii, den man ebenfalls zu dieser „Untergruppe“ rechnet.)

Dem Abklingen überlagert ist bei AG Peg ein schwacher quasiperiodischer Lichtwechsel. Die gefundene Periode von 829 Tagen korreliert gut mit Radialgeschwindigkeitsänderungen der Absorptionslinien der späten Komponente des Spektrums und belegt somit die Doppelstern-

Abb. 2: Helligkeitsausbruch von AG Pegasi (nach Boyarchuk).



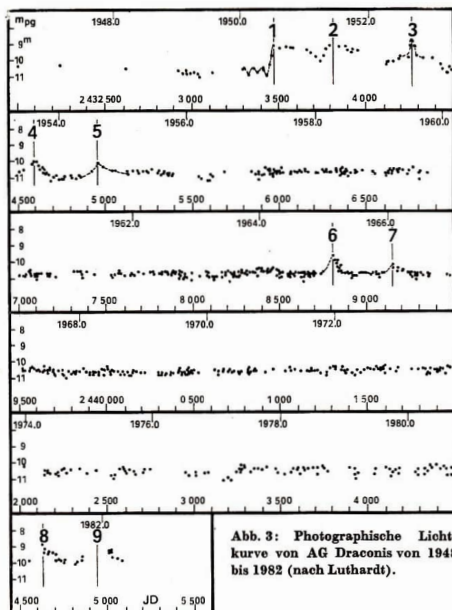


Abb. 3: Photographische Lichtkurve von AG Draconis von 1948 bis 1982 (nach Luthardt).

natur. In den letzten Jahren jedoch scheint sich die Periode um einen beträchtlichen Betrag geändert zu haben und wurde mit 760 Tagen neu bestimmt. Weitergehende Beobachtungen sind deshalb sehr wichtig.

AG Draconis (Abb. 3)

Auch dieser Stern zeigt eine sehr interessante Lichtkurve. Die photographische Helligkeit schwankt während der ruhigen Phase nur gering. Dieses Stadium kann mehrere Jahre andauern. Unterbrochen wurde es schon mehrmals durch mehr oder weniger starke Ausbrüche. Große Ausbrüche treten meist mehrmals hintereinander auf, in Abständen von ca. 300 bis 400 Tagen. (Im Zeitraum 1950–1954 fünf Ausbrüche!) Die letzten großen Ausbrüche ereigneten sich 1981 und 1982, während 1985 nur ein kleiner Ausbruch stattfand.

Interessant ist ein Vergleich der Lichtkurven in den drei Farbbereichen *U*, *B* und *V*. Während

im ruhigen Stadium in *B* und *V* kaum Schwankungen registriert wurden, zeigten sich in *U* starke periodische Helligkeitsänderungen mit einer Periode von 554 Tagen. Auch die Maxima der letzten Ausbrüche korrelieren mit den vorausberechneten Maxima in *U*.

Die periodischen Änderungen in *U* erklärt man ebenfalls mit einer Umlaufbewegung, bei der ein heißer Fleck, ein sogenannter „hot spot“, hervorgerufen durch einen auftreffenden Materiestrom auf den einen Begleiter, bedeckt wird. Aber auch bei diesem Stern ist man noch weit von einem umfassenden Verständnis entfernt (Abb. 4).

Wie wir gesehen haben, ist es notwendig, daß diese Gruppe von Sternen ständig überwacht wird. Die Symbiotischen Sterne sind deshalb auch lohnende Beobachtungsobjekte für Amateure, zumal etliche von ihnen relativ hell sind.

Spektrale Merkmale und spektrales Verhalten

Mit den Helligkeitsänderungen gehen auch starke spektrale Änderungen einher, die von Stern zu Stern unterschiedlich sind, jedoch auch gewisse Gemeinsamkeiten aufweisen. Sie sind zum Teil sehr komplizierter Natur.

Als Beispiel wollen wir AG Pegasi näher betrachten. Nach dessen Helligkeitsausbruch, etwa um die Jahrhundertwende, zeigte sich ein typisches Wasserstoff-Emissionsspektrum mit charakteristischem P-Cygni-Profil. Die Emissionslinien besitzen also am kurzwelligen Teil scharfe Absorptionskanten, was auf eine expandierende Hülle hinweist. An Absorptionslinien stach He I hervor.

Gleichzeitig mit dem Helligkeitsabfall tauchten zunehmend Emissionslinien hochangeregter Elemente auf, so zum Beispiel breite Linien von He II, N IV, Si IV, schwache Linien von Fe I, Fe II, Ti II u. a. Zeitweise waren sogar verbotene Linien, wie z.B. [O III] und [Ne II], sichtbar. Etwa um 1920 kam ein charakteristisches M-Typ-Absorptionsspektrum zum Vorschein. All

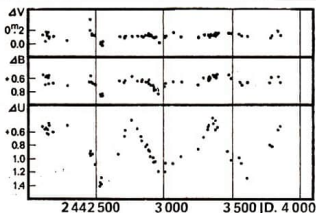


Abb. 4: Photoelektrische Lichtkurve von AG Draconis in U, B und V von 1971 bis 1979 (nach Meinung).

diese Merkmale – immer höher angeregte Linien im abklingenden Stadium – erinnern an eine typische Nova. Der Helligkeitsabfall jedoch ist für eine solche extrem langsam.

Betrachten wir die einzelnen Komponenten des Spektrums, so ist es zweifelsfrei, daß bei den relativ niedrigen Temperaturen, wie sie für späte Spektraltypen charakteristisch sind, keine hochangeregten Linien, wie zum Beispiel [OIII], HeII, NIV usw., erzeugt werden können, da die dazu notwendigen Anregungsenergien nicht vorhanden sind. Neben einem M-Stern, dessen Absorptionsspektrum ja nachweisbar ist, muß noch eine andere, heiße Quelle vorhanden sein.

Bei genauem Studium der Emissionslinien (vgl. Abb. 5) stellte man außerdem fest, daß man sie bezüglich der Linienbreite und des Linienprofils in mindestens drei Gruppen einteilen kann. Sie entstehen vermutlich in verschiedenen Gebieten mit unterschiedlichen physikalischen Bedingungen:

- Relativ schmale Linien von HI, HeI, [OIII] sind typisch für das Spektrum einer nebulartigen Gashülle

- Breite Linien hoher Anregung (HeII, CIV, NIV, OIII) haben Ähnlichkeit mit den Linien von Wolf-Rayet-Sternen.

- Schwach angeregte Metalllinien (SiII, SiIII, CaII, FeII)

Aber auch das Kontinuum von AG Peg (Abb. 5 u. Umschl.-S. 2) stellt eine Überlagerung der Spektren eines M-Riesen und einer heißen Komponente mit einer effektiven Temperatur von etwa 30 000 K dar.

Vermutlich haben wir es mit einem Doppelstern zu tun, bestehend aus einem M 3III-Riesen und einem heißen Stern vom Typ WN6.

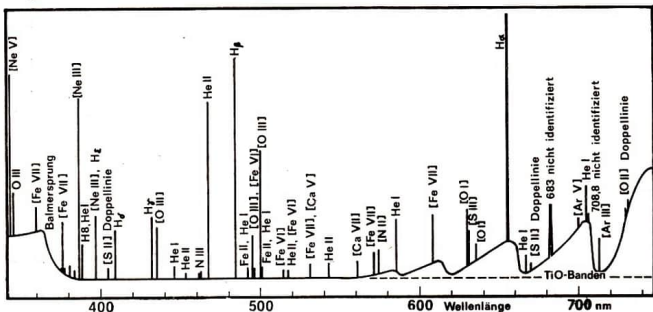
Diese beiden Komponenten sind in eine Gashülle mit einer effektiven Temperatur von einigen 10^4 K eingebettet. Untermauert wurde die Doppelsternnatur auch durch Radialgeschwindigkeitsmessungen an verschiedenen Spektrallinien. Grundlage dazu bildeten hochaufgelöste Spektren der Jahre 1930 bis 1975. Man erkannte zyklische Änderungen von etwa 800 Tagen. Die Absorptionslinien der M-Komponente ließen sich am besten mit der photometrisch ermittelten Periode von 829 Tagen reduzieren (Abb. 6).

Die Emissionslinien ergaben ein etwas komplizierteres Bild (Abb. 7). Auch hier gab es zyklische Änderungen, allerdings zu den M-Linien deplaziert und phasenverschoben. Das läßt auf eine Überlagerung von sphärischen und nicht-sphärischen Bewegungen schließen.

Aus dem Studium der Radialgeschwindigkeiten der verschiedenen Linien konnte man über AG Peg folgendes aussagen:

Das System besteht aus einem M-Riesen und einem heißen Objekt, die eine Umlaufbewe-

Abb. 5: Schematisches Spektrum eines Symbiotischen Sterns.



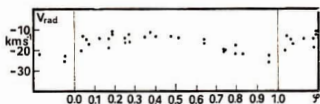


Abb. 6: Reduktion der Radialgeschwindigkeiten der M-Absorptionslinien auf eine Periode von 829 d (nach Meinunger).

gung mit einer Periode von 829 Tagen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt vollführen. Die Emissionslinien entstehen in einer ausgedehnten Gashölle in der Nähe des heißen Begleiters. Zwischen den beiden Komponenten existieren Gasströme. Aus den Amplitudenverhältnissen und Phasenverschiebungen der einzelnen Linien schließt man auf ein Massenverhältnis von 3 zwischen dem M-Riesen und dem Begleiter. Schwach ionisierte Metalllinien entstehen in der Nähe des M-Sterns zwischen beiden Komponenten, also auf der dem heißen Begleiter zugewandten Seite.

Die photometrisch nachgewiesene Periodenänderung in letzter Zeit muß spektroskopisch noch untersucht werden. Dazu liegt aber noch nicht genügend Beobachtungsmaterial vor. Deshalb sind auch hier spektroskopische Beobachtungen in den nächsten Jahren sehr wichtig.

Allgemein läßt sich folgendes über das Spektrum eines Symbiotischen Sterns sagen:

Typische spektroskopische Änderungen korrelieren mit dem Lichtwechsel.

1. Im Minimum zeigen sich Emissionslinien geringer und hoher Anregung von hoher Intensität. Zusammen mit dem Nebelspektrum existiert ein M-Riesen-Spektrum (TiO-Banden) und ein blaues Kontinuum.

2. Mit der Helligkeitszunahme gehen die TiO-Banden zurück, wie auch die Nebel- und Emis-

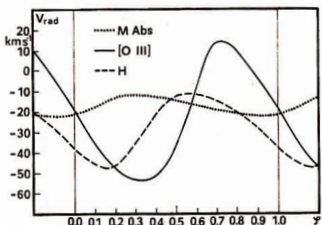


Abb. 7: Radialgeschwindigkeitskurven verschiedener Linien bei AG Pegasi, reduziert auf eine Periode von 829 d.

sionslinien hoher Intensität. Es entwickelt sich ein frühes Hüllenspektrum und ein Kontinuum, welches im optischen Bereich dominiert und das M-Absorptionspektrum überdeckt.

3. Im Helligkeitsmaximum verschwindet das hochangeregte Nebelspektrum, nur H, HeI, CaII und [OIII] bleiben. Das frühe Hüllenspektrum ist gut entwickelt. H und HeI besitzen ein P-Cygni-Profil.

4. Beim Helligkeitsabfall ist ein gegenläufiger Trend zu verzeichnen. Die Hüllenscharakteristik verschwindet, das blaue Kontinuum tritt wieder hervor. Erlaubte und verbotene Emissionslinien entwickeln sich. Der Ionisationsgrad erhöht sich mit dem Helligkeitsabfall. Die TiO-Banden treten wieder aus dem Kontinuum hervor.

Aus all den Beobachtungen und Untersuchungen versuchte man ein Modell für Symbiotische Sterne herzuleiten. Dabei hat sich zunehmend das sogenannte Dreikomponenten-Modell durchgesetzt.

Das Dreikomponenten-Modell

Obwohl es verschiedene Versuche gab, ein Einzelsternmodell für die Symbiotischen Sterne zu entwickeln, spricht viel für das Doppelsternmodell. Allerdings ist nicht auszuschließen, daß einige Vertreter durchaus Einzelsterne sein könnten. Bei einigen fehlen zum Beispiel Radialgeschwindigkeitsänderungen.

Durchgesetzt hat sich jedoch das schon 1934 von Hogg vorgeschlagene Doppelsystem, bestehend aus einem normalen M-Riesen (seltener vom Typ G oder K) von etwa 10 Sonnenradien und einem sehr heißen Unterzwerg oder Weißen Zwerg kleiner als 0,5 Sonnenradien mit einer effektiven Temperatur von etwa 10^5 K, die sich im Abstand von etwa 1000 Sonnenradien umkreisen. Beide Objekte sind von einer Nebelhölle von relativ hoher Dichte und Ausdehnung umgeben (Ausdehnung etwa 50 000 Sonnenradien, Elektronendichte etwa 10^6 bis 10^7 e/cm³, Elektronentemperatur ca. 15 000 bis 20 000 K). Quelle der Gashölle ist der Rote Riese. Dieser gibt Materie durch Sternwind oder Pulsation (Roche-Überfluß) ab. Die Abschätzungen ergeben Massenaustauschraten von 10^{-6} bis 10^{-8} Sonnenmassen pro Jahr. Bei starken Ausbrüchen liegen sie darüber.

Die hochangeregten Emissionslinien werden in der Gashölle durch die Strahlung der heißen Komponente erzeugt, die Masse akkretiert. In einigen Fällen scheint die Gashölle sehr dünn, in anderen Fällen sehr dicht zu sein. Man kann sie als Planetarischen Nebel mit zwei Kernen verstehen.

Die Doppelsternnatur bestätigt sich bei vielen Vertretern durch Radialgeschwindigkeitskurven mit langen Perioden von oft einigen 100 Tagen, in Übereinstimmung mit spektroskopischen Änderungen, ähnlich wie bei „gewöhnlichen“ spektroskopischen Doppelsternen. Die Linien des Roten Riesen zeigen einen gegenläufigen Trend gegenüber den Emissionslinien, die mit der heißen Komponente in Verbindung gebracht werden.

Zur Veränderlichkeit und damit zur Form der Lichtkurve können alle drei Komponenten beitragen:

1. Veränderlichkeit in der Durchsichtigkeit und Anregung der Hülle.
2. Veränderlichkeit der heißen Komponente, evtl. durch Unregelmäßigkeiten in der Akkretionsrate, im Extremfall durch Kernexplosionen
3. Irregulärer Mira-Lichtwechsel der kühlen Komponente
4. Bedeckungslichtwechsel
5. Unterschiedliche Flächenhelligkeiten, hervorgerufen durch Reflexionseffekt.

Je nach Hauptanteil der einzelnen Punkte ergeben sich unterschiedliche Lichtkurven.

Von einem völligen Verständnis der Massenaakkretion und der Beschaffenheit der heißen Komponente ist man noch weit weg, obwohl es viele Vorstellungen gibt. Wie erwähnt wird als heiße Komponente im allgemeinen ein Unterzwerg oder Weißer Zwerg vermutet. Weiße Zwerge bieten die Möglichkeit thermonuklearer Flashes, wenn die Temperatur hoch genug ist. Symbiotische Sterne ohne große Aktivität stellen man sich als solche vor, die im Vorstadium eines Flashes stehen. Es scheint gesichert, daß die heiße Komponente von einer Akkretionsscheibe umgeben ist, die einen wesentlichen Anteil zur Gesamtleuchtkraft liefert.

Zum genaueren Verständnis müssen aber z. B. noch folgende Punkte genauer untersucht werden:

- Die Natur des akkretierenden Sterns
- Die Akkretionsdynamik - Windakkretion, Roche-Überfluß
- Die Rolle thermonuklearer Flashes
- Die Struktur und Stabilität der Akkretionsscheibe

Beobachtungen in anderen Wellenlängenbereichen

Röntgen-Bereich

Unter den Symbiotischen Sternen ist bis jetzt nur eine harte Röntgenquelle bekannt. Es ist dies V 2116 Ophiuchii. Hier besteht das System

höchstwahrscheinlich aus einem M-Riesen und einem Neutronenstern.

Weiche Röntgenstrahlung wird dagegen bei vielen Symbiotischen Sternen angenommen, da Ionisationspotentiale von 100 eV erreicht werden. Nachgewiesen wurde sie jedoch nur bei wenigen Objekten. Es existiert keine Korrelation zwischen dem Ionisationspotential und der Röntgenstrahlung, wohl aber zwischen ihr und der Art der Veränderlichkeit. Sterne mit langsamen Novaausbrüchen sind nachweisbare Röntgenquellen. Akkretion von wasserstoffreichem Gas auf die Oberfläche eines Weißen Zwerges erzeugt Temperaturen von ca. 10^6 K in Übereinstimmung mit der nachgewiesenen Röntgenstrahlung. Das Fehlen dieser, aber das Vorhandensein hochangeregter Linien im Bereich von 100 eV läßt auf eine Temperatur der heißen Komponente von 10^5 K schließen, was für thermonukleare Prozesse zu wenig ist. Röntgenstrahlung kann auch durch vorgelagerten neutralen Wasserstoff aus der Hülle oder interstellarer Natur verlorengehen.

Ultraviolett

Erste Beobachtungen mit dem IUE-Satelliten wiesen ein Kontinuum und Emissionslinien nach. Daraus ließ sich auf einen Schwarzen Körper von einigen 10^4 K sowie eine Gashülle hoher Dichte schließen. Neuere UV-Beobachtungen ließen jedoch das Verständnis der Symbiotischen Sterne noch komplizierter werden. Es wurden extrem breite Linien entdeckt, mit Linienbreiten von einigen 100 km/s, was die Orbitalgeschwindigkeiten weit übersteigt. Dies ist ein Hinweis auf komplizierte Gasströmungen zwischen den Komponenten.

Die gefundenen Linien repräsentieren einen weiten Anregungsbereich und zeigen sowohl Resonanz- als auch Interkombinationsübergänge. Das Kontinuum deutet auf eine Atmosphäre von ca. 30000 K hin.

Infrarot

Dominierend bei den Symbiotischen Sternen ist die Region von 1 bis 4 μ m, hervorgerufen durch den kühlen Riesen. Bei einigen Vertretern fand man deutliche Hinweise auf eine zirkumstellare Staubbhülle. Es scheint gesichert, daß eine solche nur im Stadium geringer Anregung existiert, während sie im hochangeregten Zustand verlorengeht.

Durch IR-Studien werden zwei Typen Symbiotischer Sterne unterschieden:

S-Typ: Im IR dominiert die Strahlung durch den Roten Riesen

D-Typ: Staubemission ist dominierend.

Bei den meisten D-Typen ist der M-Stern optisch

schwer oder nicht nachweisbar, während er im IR bei $2.3 \mu\text{m}$ (CO-Bande) gut nachweisbar ist. D-Typen sind in der Regel auch Mira-Veränderliche, daher auch die extensive zirkumstellare Hülle. Bei den S-Typen sind keine wesentlichen Veränderungen im IR nachweisbar. Die Symbiotischen Sterne mit Staubemission könnten Vorläufer von Planetarischen Nebeln mit zwei Sternkomponenten sein.

Radio-Bereich

Die meisten Symbiotischen Sterne zeigen keine nachweisbare Radioemission. Das stimmt überein mit der Annahme, daß der Massenüberfluß über das Roche-Niveau erfolgt und optische und UV-Linien in der Massenflußregion erzeugt werden. Bei Vorhandensein einer ausgedehnten Hülle jedoch kann Radioemission erzeugt werden. Bei einer Reihe langsamer Novae kann Sternwind sowohl von der heißen als auch von der kühlen Komponente ausgehen und eine ausgedehnte Hülle erzeugen. Aus der Wechselwirkung zweier solcher Sternwinde kann ein Radiospektrum entstehen. Nachgewiesen wurde Radiostrahlung z. B. bei V 1016 Cyg, HM Sge, AG Peg und RR Tel.

Platz der Symbiotischen Sterne in der Sternentwicklung

Symbiotische Sterne scheinen also mit großer Wahrscheinlichkeit Doppelsternsysteme zu sein. Bei den meisten Vertretern haben beide Komponenten das Hauptreihenstadium, also den stabilsten und längsten Entwicklungsabschnitt eines Sterns, bereits verlassen. Der eine Vertreter hat sich in den Riesenast begeben, während die heiße Komponente ein Unterzwerg, ein Weißer Zwerg oder vereinzelt auch ein Hauptreihenstern ist (T CrB, CI Cyg). Wir stehen deshalb nicht vor einem einzigen Stadium der Entwicklung, wohl aber vor einem der letzten. Doppelsternsysteme durchlaufen ja einen viel komplizierteren Entwicklungsweg als isolierte Einzelsterne. Beeinflusst wird dieser zum Beispiel durch die Massen der Komponenten, deren Massenverhältnis und dem gegenseitigen Abstand. Irgendwann während der Entwicklung, wenn ein Vertreter die Hauptreihe verläßt, zum Riesen expandiert und dabei die Roche-Grenze überschreitet, kommt es zum Massenaustausch zwischen den Komponenten, was die weitere Entwicklung nachhaltig beeinflusst. Folgende Möglichkeiten ergeben sich für die Symbiotischen Sterne:

1. Der massivere Stern hat sich in den Riesenast begeben und expandiert bis zur Roche-Grenze

oder ist auf andere Art in der Lage, Materie an den Begleiter, der sich noch auf der Hauptreihe befindet, abzugeben (CI Cyg).

2. Beide Sterne haben die Hauptreihe verlassen. Einer hat sich bereits zum Weißen Zwerg entwickelt, der andere befindet sich im Riesenstadium. Bei dieser Entwicklung muß ein Abschnitt durchlaufen worden sein, in dem ein Massenaustausch, welcher die Evolution beeinflusst hat, stattgefunden hat.

Ein mögliches drittes Evolutionsstadium repräsentiert V 2116 Oph. Die eine Komponente ist ein Neutronenstern, was die harte Röntgenstrahlung belegt. Hier muß eine Supernovaexplosion stattgefunden haben, die das Doppelsternsystem nicht aufgelöst hat.

Enge Verbindungen ergeben sich bei einigen Vertretern, besonders bei denen mit Staubemission, zu Planetarischen Nebeln.

Trotz aller Fortschritte in den letzten Jahren sind wir von einem ausreichenden Verständnis der Symbiotischen Sterne noch sehr weit entfernt. Zum Beispiel ist auch noch nicht klar, ob man sie einer physikalisch einheitlichen Klasse von Objekten zuordnen kann, oder ob sie eine völlig verschiedene Natur besitzen und nur phänomenologisch ähnliche Merkmale aufweisen.

Sicher werden diese interessanten Objekte noch sehr lange die Astronomen beschäftigen und man wird sicher auch noch manche Überraschung erleben.

Lit.: Hoffmeister, Richter, Wenzel: Veränderliche Sterne. J. A. Barth, Leipzig 1984. (Weitere Literaturhinweise können vom Autor angefordert werden.)

*

Vorläufige Sonnenflecken-relativzahlen

Tag	Januar	Februar	Tag	Januar	Februar
1	0	18	16	8	0
2	0	31	17	0	0
3	0	57	18	0	0
4	0	58	19	0	0
5	0	53	20	0	10
6	0	47	21	0	10
7	0	52	22	0	10
8	0	54	23	0	11
9	0	47	24	0	8
10	0	37	25	0	11
11	0	37	26	7	11
12	0	25	27	0	15
13	13	22	28	0	10
14	14	16	29	0	
15	12	11	30	8	
			31	8	
				Mittel	2,3 23,6

A. KOECKELENBERGH

Ringsysteme um Planeten in unserem Sonnensystem (III)

D. STOLL, H. TIERSCH

Der Jupiterrering

Die Entdeckung des Jupiterringsystems verdanken wir der Raumfahrt. Die Raumsonde Pioneer 11 kreuzte die Jupiterregion innerhalb der Bahnebene des Jupitermondes Amalthea. Der während des Fluges ständig gemessene interplanetare Partikelstrom hochenergetischer Teilchen zeigte dabei kurzzeitig ein Minimum, so daß die Vermutung geäußert wurde, ein möglicherweise vorhandener Jupiterring könnte einen Teil der hochenergetischen Teilchen absorbieren. Bestätigt wurde die Existenz eines solchen Ringes durch Weitwinkelaufnahmen der Sonden Voyager 1 und Voyager 2 [4]. Da es aber nur wenige solcher Aufnahmen gibt und diese zudem noch, bedingt durch die Bewegung der Sonde während der langen Beobachtungszeiten, eine Unschärfe aufweisen (die Auflösung liegt bei 600 km), ist unser Wissen um den Jupiterring bislang noch nicht befriedigend, erste qualitative Aussagen können aber bereits getroffen werden.

Im Unterschied zu den Hauptringen des Saturns hat das Ringsystem des Jupiters eine sehr geringe optische Tiefe. Vom Aufbau her ist das Jupiterringsystem bei weitem nicht so stark gegliedert wie das des Saturns. Es besteht lediglich aus zwei Komponenten. Einmal ist dies ein helles Band, das bei $1,81 R_J$ (Jupiter-radius) eine scharfe äußere Grenze hat und sich bis $1,72 R_J$ einwärts erstreckt (das entspricht einer Breite von 6000 km), wobei die innere Grenze nicht so scharf ausgeprägt ist. Die vertikale Dicke des hellen Bandes beträgt $z \leq 30$ km. An der Innenseite des Ringes schließt sich die zweite Komponente, nämlich ein Halo an, der eine toroidale Form hat. Die vertikale Ausdehnung des Halos liegt bei $2...3 \cdot 10^4$ km ($\approx 0,4 R_J$), so daß sich der Halo von $1,7 R_J$ einwärts bis $1,3 R_J$ erstreckt. Mit zunehmender Höhe nimmt aber die Helligkeit des Halos ab, was eine exakte Bestimmung der Ausdehnung schwierig macht.

Alle Versuche, den Hauptring des Jupiters in einzelne Komponenten aufzulösen, waren bislang nicht von Erfolg gekrönt. Man glaubt zwar, eine Aufhellung des Ringes bei $1,79 R_J$ gefunden zu haben, da dieser Effekt aber gerade an der durch die Bildbearbeitung bedingten Fehlergrenze liegt, ist eine exakte Aussage noch nicht

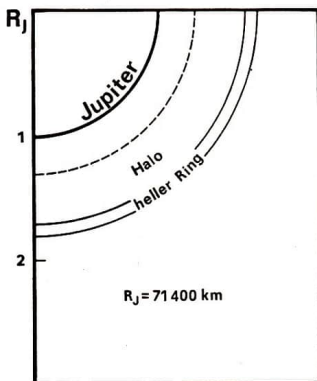
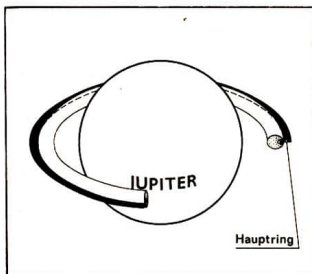


Abb. 2: Ausdehnung des Jupiterringsystems.

möglich. Das Ereignis einer Sternbedeckung durch den Jupiter zeigte, daß, falls es neben diesen beiden Komponenten überhaupt noch weitere dichtere Ringe geben sollte, diese nicht breiter als 13 km sein können, sonst wären sie nachgewiesen worden (diese Aussage gilt für Regionen ab $1,75 R_J$ und auswärts). Außerhalb des Hauptringes scheint noch ein extrem schwacher Ring bei $2,5 R_J$ zu existieren. Seine äußere Grenze wird durch den Jupitermond Amalthea markiert. Da die Helligkeit dieses Ringes aber lediglich bei 1 % der Helligkeit des Hauptringes liegt, wird seine Realität noch in Frage gestellt.

Abb. 3: Jupiter-Hauptring und -Halo.



Aus spektrophotometrischen Messungen der Sonden erhoffte man sich Aufschluß über die chemische Zusammensetzung der Ringpartikeln. Da Absorptionsstrukturen von Wasser, Methan und Ammoniak nicht nachgewiesen werden konnten, liegt der Gedanke nahe, daß man es mit Silikat- oder Kohlenstoffteilchen zu tun hat. Dies ist aber durch Messungen noch nicht belegt. Auch die Aussagen über die vorherrschende Partikelgröße sind noch recht vage. Aus der Art, wie das Licht durch die Ringpartikeln gestreut wird, schließt man auf Teilchengrößen im Bereich von wenigen Mikrometern. Daneben können natürlich größere und vielleicht auch kleinere Teilchen existieren, eine exakte Aussage ist dazu aber nicht möglich, da diese durch die Streulichtmessungen nicht erfaßt werden können.

Interessant ist noch, daß im Hauptringgebiet der Voyagersonden zwei Minimonde des Jupiters entdeckt wurden. Eventuell erhält es durch diese sein Gepräge. Der äußere Mond (Adrastea) mit einem Radius von ≈ 10 km hat eine Umlaufbahn von $1,806 R_J$. Diese fällt quasi mit der Außenkante des Hauptringes zusammen. Der innere Körper (Metis) ist mit einem Radius von ≈ 20 km etwas größer, seine Umlaufbahn liegt bei $1,792 R_J$, was in etwa mit dem Ort der Aufhellung im Hauptring des Jupiters zusammenfällt. Diese Übereinstimmung deutet schon darauf hin, daß diese Jupiterterminonde nicht nur einen gravitativen Einfluß auf den Jupiterring ausüben, sondern auch als Materiallieferanten wirken. Um die Größe dieses Effektes abschätzen zu können, muß man sich erst einmal einen Überblick über die wesentlichen physikalischen Prozesse im Jupiterring verschaffen, wobei vor allem die Effekte von Interesse sind, die sich auf die Lebensdauer der Teilchen auswirken. Ein Prozeß, der die Lebenszeit der Teilchen beschränkt, besteht in dem Bombardement der Ringpartikeln durch Mikrometeoriten und elektrisch geladene Teilchen. Gerade letztere sind sehr effektiv, zumal es in der Jupitermagnetosphäre sehr viele hochenergetische Elektronen und Ionen gibt. Berücksichtigt man noch die geringe Ringpartikelgröße, so läßt sich eine Lebenszeit der Ringpartikeln von größenordnungsmäßig 1000 Jahren ableiten. Die Partikeln unterliegen zudem noch einer elektrischen Aufladung (z. B. durch Photoionisation und Stoßionisationsprozesse), und für kleine Teilchen wird naturgemäß das Ladungs- zu Masseverhältnis größer. Je kleiner nun diese Partikeln werden, desto stärker beginnen elektromagnetische Kräfte zu wirken, und diese Kräfte wirken beim Jupiter in Richtung auf einen Kollaps seines Rings hin. Geht man nun davon aus,

daß der Jupiterring keine kurzlebige Erscheinung ist, also nicht erst aus jüngster Zeit stammt, so muß eine kontinuierliche Ergänzung der durch Erosion verlorengegangenen Staubpartikeln erfolgen. Als Quelle kommen kleine Jupiterterminonde in Frage, aus denen durch Mikrometeoritenaufprall kleinste Staubpartikeln herausgeschlagen werden. Die Größe dieser Monde kann im Bereich von wenigen Metern bis zu einigen Kilometern liegen. Die Menge des nachzuliefernden Materials ist dabei erstaunlich gering. Abschätzungen haben gezeigt, daß die im Hauptring des Jupiters enthaltene Masse sehr klein ist; sie ist etwa einem Körper von 120 m Durchmesser äquivalent. Akzeptiert man eine Lebenszeit der Ringpartikeln von $100 \dots 1000$ Jahren, so ergibt dies im Laufe der Lebenszeit unseres Sonnensystems einen Materialverbrauch, der einem Körper von 20 bis 40 km Durchmesser entspricht. Wie erste, allerdings noch grobe Abschätzungen zeigten, ist der Erosionsprozeß der größeren Körper, hervorgerufen durch Mikrometeoritenaufschlag, tatsächlich effektiv genug, um die erforderliche Jupiterringmasse zu gewährleisten. Kollisionsprozesse der größeren Ringkörper untereinander liefern einen weiteren Beitrag in diese Richtung.

In diesen Abschätzungen stecken aber bereits implizit einige Annahmen über die Oberflächenbeschaffenheit der Minimonde. Besteht der Körper aus weichem Gestein, so bleiben auflandende Teilchen darauf haften, d. h., der Körper wird zur Falle für das Ringmaterial und wirkt so in Richtung auf eine Ringdickenbegrenzung. Ist das Satellitengestein hart, so beginnen Erosionsprozesse zu wirken, und eine erste Voraussetzung für die Ergänzung der Ringpartikeln ist erfüllt. Die Effektivität dieses Ergänzungsprozesses wird aber noch entscheidend von der Minimondegröße beeinflusst. Eine durch einen Aufschlag freigesetzte Partikel muß ja nicht nur vom großen Körper abgeschlagen werden, sondern diesen auch noch verlassen. Jeder Körper übt nun, entsprechend seiner Masse und Größe, eine Anziehungskraft aus, die überwunden werden muß. Ein großer Satellit hat nun zwar eine große Oberfläche, von der viele Partikeln losgeschlagen werden, aber dafür ist bei ihm auch die Entweichgeschwindigkeit recht groß, die von den Partikeln erst erreicht werden muß. So kommt es, daß kleine Satelliten viel effektiver zur Ergänzung des Ringmaterials beitragen als große Monde. So tragen die großen Jupitermonde nichts zur Auffüllung des Ringsystems bei, die beiden Minimonde Metis und Adrastea sind dagegen, wie schon erwähnt, die wahrscheinlichen Quellen des Jupiterrings. Erhärtet wird diese Vorstel-

lung durch die Ringaufhellung am Ort der Umlaufbahn von Metis, auf die bereits hingewiesen wurde.

Vor dem Hintergrund all dieser Überlegungen wird auch die Natur des torusförmigen Halos, der sich innen an das helle Band anschließt, verständlich. Durch Erosion verlieren die Ringpartikeln immer mehr an Größe und driften in Richtung Jupiter, wobei sie elektrisch aufgeladen und damit durch elektromagnetische Kräfte beeinflusst werden. Die elektromagnetischen Kräfte haben eine zusätzliche nichtäquatoriale Komponente, so daß die geladenen Teilchen noch in z-Richtung gestreut werden, was sich in Form einer großen Halodicke bemerkbar macht. Der Erosionsprozeß setzt sich im Halo, sogar in beschleunigtem Maße, fort bis zur völligen Auflösung (und damit Unsichtbarkeit) der Teilchen, wodurch die innere Sichtbarkeitsgrenze des Halos eine zwanglose Erklärung findet.

Die hier entwickelten Vorstellungen über das Jupiterringsystem tragen natürlich, bedingt durch den Mangel an exakten Beobachtungsdaten, vorerst qualitativen Charakter. Viele Parameter, die in das vorliegende Modell eingehen, müssen erst noch durch die Beobachtung bestätigt werden. Trotzdem ist, so kann man wohl annehmen, die grundsätzliche Richtung gewiesen.

Die Uranusringe

Eine Möglichkeit, die Bahnparameter von Planeten zu präzisieren, besteht in der Beobachtung von Sternbedeckungen durch die Planeten. Sternpositionen sind sehr genau bekannt, und so gibt der nahezu schlagartige Helligkeitsabfall des Sterns bei einer Bedeckung durch einen Planeten die genaue Position dieses Planeten wieder, die dann in die entsprechenden Ephemeridenrechnungen eingeht. Als diese Beobachtungstechnik im Jahre 1977 einmal auf den Planeten Uranus angewandt wurde, kam sozusagen „nebenbei“ heraus, daß dieser Planet ein Ringsystem besitzen muß [5]. Daraufhin wurde gezielt nach neuen Sternbedeckungen durch den Uranus Ausschau gehalten. In den folgenden sechs Jahren gab es dann zwölf weitere solche Ereignisse, so daß das Datenmaterial heute ausreichend ist, um erste Vorstellungen von den Uranusringen entwickeln zu können. Sehr günstig ist hierbei der Umstand, daß die Rotationsachse des Uranus quasi in seiner Bahnebene liegt (8° Differenz), so daß eine Draufsicht auf den Uranuspol und damit auf die Uranusringe möglich ist.

Die Beobachtungen haben, was die Ringstrukturen angeht, ein räumliches Auflösungsvermögen von etwa 3 km, wobei die Positionen der

recht scharfen Kanten mit 0,1 km Genauigkeit bekannt sind. Das ist sehr genau, wenn man bedenkt, daß die Ringe für den Beobachter auf der Erde nur zwei Bogensekunden vom Uranus entfernt sind, so daß bei photometrischen Messungen das Sternlicht, das kurzzeitig auf Grund der Abschattung durch die Uranusringe vermindert wird, nicht getrennt vom Licht des Uranus beobachtet werden kann. Bedenkt man noch, daß es bei der Beobachtung weitere Störfaktoren gibt (atmosphärische Schwankungen, Rauschen des Himmelsintergrundes usw.) sowie den Umstand, daß bei einer Sternbedeckung ja nicht das ganze Ringsystem sichtbar wird, sondern nur die beiden Schnittstellen der quasi punktförmigen Lichtquelle mit dem Ring, so daß die Angaben über den Gesamtumfang aus mehreren einzelnen Sternbedeckungen „zusammengebaut“ werden müssen, so ist klar, daß die Aussagen über die Uranusringe nur qualitativen Charakter haben können und als erste Hinweise verstanden werden sollten.

Insgesamt wurden bisher neun Uranusringe nachgewiesen. Sie werden mit Zahlen bzw. griechischen Buchstaben bezeichnet. Ganz innen liegt Ring 6, danach kommen Ring 5 und Ring 4. Bisweilen tragen sie auch die Bezeichnungen α , β , γ , δ und ϵ an. Die Uranusringe liegen in dem Bereich von 41877 km ($=1,60 R_U$, Ring 6) bis 51188 km ($=1,96 R_U$, Ring 6). Interessant ist, daß sechs von den neun Ringen eine Exzentrizität aufweisen und nur die Ringe γ , η und δ kreisförmig zu sein scheinen.

Nach außen schließen sich die Ringe α , β , η , γ , δ und ϵ an. Die Uranusringe liegen in dem Bereich von 41877 km ($=1,60 R_U$, Ring 6) bis 51188 km ($=1,96 R_U$, Ring 6). Interessant ist, daß sechs von den neun Ringen eine Exzentrizität aufweisen und nur die Ringe γ , η und δ kreisförmig zu sein scheinen. Von der Breite her sind die Ringe 6, 5 und 4 sehr schmal. Sie liegen innerhalb des Auflösungsvermögens für Beobachtungen von der Erde aus. Man nimmt an, daß ihre radiale Breite ≤ 2 km beträgt. Die unteren Grenzen liegen zwischen 0,4 und 0,8 km, aber das sind lediglich grobe Abschätzungen, die aus der Stärke der Abschattung des Sternenlichtes folgen und in die bereits Modellvorstellungen (z. B. gleiches Absorptionsvermögen) eingehen. Der α -Ring scheint an verschiedenen Stellen unterschiedlich breit zu sein. Die Breite dürfte zwischen 5 und 10 km liegen. Man glaubt sogar, eine Doppelstruktur erkannt zu haben, wobei die beiden Maxima etwa 4 km (was an der Grenze des Auflösungsvermögens liegt) auseinanderliegen. Ob der α -Ring aber nun zwei Verstärkungen aufweist oder der Ring durch eine Teilung, vergleichbar der Cassinischen Teilung beim Saturn, aufgespalten ist, kann noch nicht entschieden werden. Der β -Ring ist von der Breite her dem α -Ring vergleichbar. Im Rahmen des Auflösungsvermögens konnte bei ihm aber keine

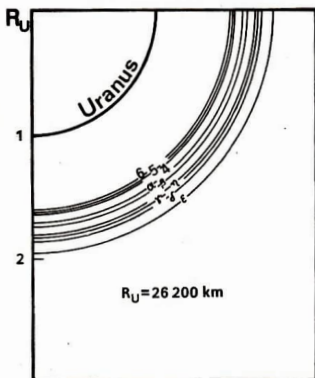


Abb. 4: Ausdehnung des Uranusringesystems.

interne Struktur nachgewiesen werden. Interessanter ist der η -Ring. Er hat eine Hauptkomponente von 55 km Breite, die aber eine geringe optische Tiefe hat, die zudem noch räumlich unterschiedlich ist. Dieser aufgeprägt ist ein s hmales Ringlet, man schätzt seine Breite auf 0,5...2 km. Es schließt sich innen an den Hauptring an. Eine weitere scharfe Struktur, wahrscheinlich ein weiteres Ringlet, scheint die breite Hauptkomponente nach außen hin zu begrenzen. Der γ -Ring ist wieder schmaler. Seine Breite liegt etwa in der Größe des Auflösungsvermögens, d. h. bei 3 km. Seine Kanten scheinen recht scharf zu sein. Nach außen hin schließt sich der δ -Ring an. Von der Breite her ist er dem γ -Ring vergleichbar. Es deutet einiges darauf hin, daß der δ -Ring innen eine Sekundärkomponente hat. Da deren Extinktionswert aber nur 10 % des Wertes der Hauptkomponente erreicht, bedarf es für eine Bestätigung noch weiterer Messungen. Der ϵ -Ring ist der äußerste der neun Uranusringe und zugleich auch der radial ausgedehnteste. Seine Breite variiert zwischen 20 und 96 km. Er weist deutliche Strukturen auf. Das äußere Drittel des Ringes hat eine etwas größere optische Tiefe als die inneren Ringpartien. Die Kanten des Ringes sind recht scharf. Die Innenkante des ϵ -Ringes wird durch eine schmale Struktur markiert. Lücken oder Teilungen, vergleichbar der Cassinischen Teilung beim Saturn, konnten nicht nachgewiesen werden. Wenn es sie gibt, so muß deren Breite unterhalb des Auflösungsvermögens liegen.

Tabelle 2: Die Uranusringe (aus [2], S. 36 und 49) (Radius des Uranus: 26 200 km)

Ring	Ringposition*) km	R_U	Ringbreite km
6	41877	1,60	0,4— 2
5	42275	1,61	0,8— 2
4	42610	1,63	0,7— 2
α	44758	1,71	5—10
β	45701	1,74	5—11
η	47215	1,80	0,5— 2 Ringlet, **
γ	47666	1,82	3
δ	48339	1,85	2— 3
ϵ	51188	1,95	20—96

*) Die Fehlergrenze der Ringpositionen liegt bei etwa 20 km. — ** Gesamtbreite des Rings: ca. 55 km.

Zusammenfassend kann man sagen, daß wir durch die Sternbedeckungen schon recht brauchbare erste Hinweise auf einige Uranusringparameter wie Breite, optische Tiefe und radiale Strukturen haben. Vergleicht man das Phänomen der scharfen Ringkanten mit dem gleichen Erscheinungsbild beim Saturnringsystem, so liegt der Analogieschluß nahe, daß hier ebenfalls die gravitative Wirkung von Minimonden des Uranus zum Ausdruck kommt, wobei diese durch erdgebundene Beobachtungen aber nicht nachweisbar sind.

Schlechter steht es schon um unser Wissen über die Natur der Uranusringpartikeln. Wir können keine Angaben über die Größe der Teilchen machen, und auch zu deren Chemie gibt es lediglich eingrenzende Hinweise. Die Ursache liegt in meßtechnischen Schwierigkeiten. Einmal nehmen die Uranusringe, bedingt durch ihre Schmalheit, nur 1,3 % der Fläche der Uranscheibe ein. Dabei liegen sie so dicht am Uranus, daß, wie schon beschrieben, beider Helligkeit nur zusammen vermessen werden kann. Denn anderen strahlen sie, bedingt durch ihre niedrige Temperatur von 65 K, lediglich im Infrarot und das noch dazu in einem Bereich, für den die Erdatmosphäre nahezu undurchsichtig ist. Anhand der Spektralbanden aus dem Infrarotbereich, der gemessen werden kann, vermag man aber schon zu sagen, daß die Ringpartikeln nicht aus Eis oder gefrorenem Ammoniak bestehen bzw. mit diesem Material überzogen sind, denn charakteristische Absorptionsstrukturen, die diesen beiden Stoffen zugeordnet werden, fehlen gänzlich. Das ist recht erstaunlich, da einige große Uranusmonde Eis und Ammoniak aufweisen.

Einen großen Zuwachs wird unser Wissen um die Uranusringe erfahren. Die Voyager 2-Aufnahmen aus großer Nähe sowie unter verschiedenen Positionswinkeln zum Uranusringssystem werden viele der noch offenstehenden Fragen beantworten helfen. *)

Ausblick auf die zukünftige Erforschung der Planetenringsysteme

Unser Wissen um die Planetenringsysteme ist im letzten Jahrzehnt ein großes Stück vorangekommen. Neben der Entdeckung des Jupiter-Rings verdanken wir auch neue wichtige Detailkenntnisse über das schon lange bekannte Saturnringsystem den Planetensonden. Das Uranusringsystem wurde dagegen durch erdgebundene Beobachtungstechnik gefunden. Was erwarten wir in der nahen Zukunft?

Neben interessanten Voyager 2-Nahaufnahmen von den Ringen hofft man, bestimmte physikalische Parameter wie Größenverteilung und chemische Zusammensetzung der Teilchen zu erfahren. Von großem Interesse ist auch, ob es Uranusminimonde gibt, die durch Resonanzeffekte die scharfen Kanten der Uranusringe verursachen. Das Problem der z-Ausdehnung der Uranusringe und die Frage, ob es ein dünnes Medium zwischen den Ringen gibt, werden sicherlich eine Antwort finden.

Durch ein Fly-by-Manöver am Uranus wird die Sonde Voyager 2 noch zum Neptun geschickt. Sie wird diesen Planeten im August 1989 erreichen. Spätestens zu diesem Zeitpunkt wird sich das Rätsel lösen, ob es einen oder mehrere Neptunringe gibt und wie die Natur dieser Ringe beschaffen ist.

Zunächst ist es jedoch die vordringlichste Aufgabe, die durch die Sonden gesammelten Daten erst einmal gründlich theoretisch auszuwerten. Die Fülle des vorliegenden Datenmaterials bietet eine breite Basis, viele bis dahin offene Probleme angehen und lösen zu können. Unser Verständnis von den physikalischen und dynamischen Eigenschaften der Planetenringe ist ein gutes Stück vorangekommen. Im Blickpunkt wird zweifellos weiterhin das Ringsystem des Saturns stehen. Die Vielfalt seiner Erscheinungsformen und die Wechselbeziehungen der Ringe untereinander, zwischen Ringen und kleinen Monden, Ringen und dem Magnetfeld sowie Dichtewellenphänomene und Partikelwechselwirkungen innerhalb eines Ringes bleiben nach wie vor Schwerpunkt der Forschung auf diesem Gebiet.

Da das Datenmaterial für das Saturnringsystem am umfangreichsten ist, sind auch die Modellvorstellungen von den einzelnen Saturnringen am weitesten fortgeschritten, und so ist es nur natürlich, daß zur Erklärung der Ringsysteme der anderen Planeten immer wieder auf Saturnringmodelle zurückgegriffen wird.

Es liegt in der Natur der Forschung, daß durch neue Daten nicht nur Fragen gelöst werden, sondern auch neue Fragestellungen erwachsen.

Zur Erklärung bestimmter beobachteter Phänomene bieten sich in der Regel mehrere Modelle an. So war dies auch bei den Ringsystemen um die Planeten. Durch die Sondendaten sind nunmehr viele alte Modellvorstellungen überholt, dafür einige wenige favorisiert. Diese werden präzisiert und um bestimmte Fragestellungen erweitert. Was uns heute interessiert, sind z. B. Fragen wie diese: Weshalb unterscheiden sich die Saturnringe in ihrem Erscheinungsbild und damit ihren physikalischen Parametern untereinander? Warum sind die Ringsysteme um den Jupiter, Saturn und Uranus so verschieden voneinander? Was ist der Ursprung dieser Ringe und wie hat man sich ihre zeitliche Entwicklung vorzustellen? Welche Effekte bestimmen das dynamische Geschehen in den Ringen? Diese Fragen werden wiederum neue Theorien implizieren. Anforderungen, die aus diesen neuentwickelten Modellvorstellungen erwachsen, werden dann der Ausgangspunkt für die zukünftigen Beobachtungen sein. In welcher Form werden diese Beobachtungen erfolgen?

Prinzipiell stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: der Einsatz von neuen Sonden sowie erdgebundene Beobachtungstechnik. Beides hat Vor- und Nachteile. Die Aufnahmen, so wie sie von den Voyagersonden gemacht wurden, liefern eine Fülle von Details, allerdings stellen sie sozusagen Momentaufnahmen dar. Bis auf sehr schnelle Erscheinungen, wie z. B. die Speichen beim Saturnring, können keine Evolutionseffekte beobachtet werden. Man muß also versuchen, aus dem räumlichen Nebeneinander der verschiedenen Erscheinungsformen auf ein zeitliches Nacheinander, also eine Evolution, zu schließen. Ob die dabei entwickelten Vorstellungen richtig sind, kann man dann, zumindest was großräumige Strukturen betrifft, mit Teleskopen von der Erde aus überprüfen, da dafür eine zeitliche Begrenzung nicht existiert. Eine ideale Kombination von langfristigen und zugleich detaillierten Beobachtungen böten zweifelsohne Satelliten, die den jeweiligen Planeten umkreisen. Derartige Projekte sind aber noch weitestgehend Zukunftsmusik.

*) Die Sonde Voyager 2 passierte den Uranus, als der Artikel bereits im Druck war. Die neuesten Daten werden in einem Ergänzungsbeitrag publiziert.

Literatur: [1] Huygens, C.: *Systema Saturnium*. In: *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*. Vol. 15, Hague 1925. S. 209. - [2] Greenberg, R., A. Brahic (eds.): *Planetary Rings*. The University of Arizona Press, Tucson 1984. - [3] Collins, S. A. u. a.: *Nature* 288 (1980), S. 439. - [4] Smith, B. A. u. a.: *Science* 206 (1979), S. 927. - [5] Elliot, J. L.: *Astron. J.* 82 (1977), S. 1036.

Fernerkundung des Ozeans von Salut 7

GÜNTHER ZIMMERMANN

Im Heft 2/1985 der sowjetischen Zeitschrift „Erde und Weltall“ erschien ein Interview mit den Kosmonauten Klaim und Solowjew über ihren fast 8 Monate dauernden Aufenthalt in der Orbitalstation „Salut 7“ u. a. antworteten sie auf die Frage nach den wissenschaftlichen Hauptrichtungen an Bord der Station: „... Von großem Interesse waren die (an Bord) durchgeführten Experimente im Rahmen des Interkosmosprogramms. Im Experiment „Schwarzes Meer“ z. B. wurden Messungen in drei verschiedenen Höhen vorgenommen: Von Salut 7, von Flugzeugen und Schiffen (einschl. Bohrinseln) aus. Das Schwarze Meer trat in dieser Hinsicht als Ozeanmodell mit den ihm eigenen Strömungswirbeln und unterschiedlichen Wasser- und Schelfzonen auf.“ – Wir erfahren, daß die hier angesprochenen Experimente auch mit in der DDR entwickelten Geräten realisiert wurden. Deshalb baten wir den an den Experimenten beteiligten Autor – er ist Abteilungsleiter im Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR – Näheres dazu für AuR auszuführen.

Die Redaktion

Eine Serie visueller und fotografischer Beobachtungen aus dem Orbit, die in den 70er Jahren begonnen wurden, ergaben, daß eine ganze Reihe großmaßstäblicher Erscheinungen im Ozean gut sichtbar sind. Das betrifft sowohl Oberflächenstrukturen wie Wellen, Wellenfronten, Wirbel u. ä., wie Erscheinungen im Wasser. Bei den letzteren sind besonders Wassergebiete erhöhter Verschmutzung oder Bioaktivität (Phytoplankton-Konzentration), Mischungszonen unterschiedlicher Wassertypen wie sie an Flußmündungen auftreten oder auch Veränderungen im Bodenprofil bei Flachwassergebieten (vornehmlich bei Korallenriffen tropischer Gebiete) von Interesse. Diese Erscheinungen äußern sich in einer veränderten Ozeanfarbe, wirken also auf die spektrale Remission des Wassers und sind einer Messung zugänglich. Damit bieten sich die Methoden und Mittel der Fernerkundung für ihre Beobachtung und Überwachung an.

Die gleichen Beobachtungen – und insbesondere erste spektrale Messungen – zeigten aber auch den enormen Störeinfluß, der durch die Trübung der Atmosphäre entsteht und sowohl die räumlichen Strukturen verwischt wie ihre spektrale Charakteristik verfälscht. Diese störende Trübung rührt von der diffusen Strahlung her, die in der Atmosphäre durch Streuprozesse des einfallenden Sonnenlichtes an den Luft-

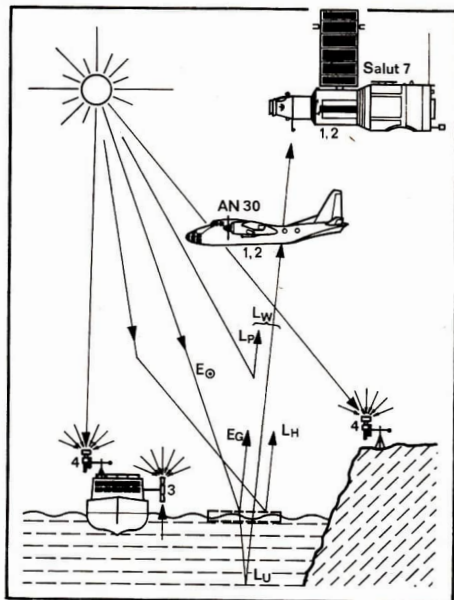
molekülen (Rayleigh-Streuung) und den Aerosolen (Mie-Streuung) erzeugt wird. Die Molekülstreuung kann für die bekannte Konzentration der Luftmoleküle gut berechnet werden. Die Aerosolstreuung hat eine andere räumliche Verteilung, hängt von vielen ungenau oder nicht bekannten Parametern der Aerosole ab (Gößenverteilung, Brechungsindex, geometrische Gestalt) und ist wegen der großen räumlichen und zeitlichen Veränderlichkeit der Aerosolparameter sehr variabel und nur unter bekannten Voraussetzungen zu berechnen. Außerdem ist die Abhängigkeit der Aerosolstreuung von der Wellenlänge und damit ihre unterschiedliche Wirkung in den spektralen Meßkanälen nicht vorhersagbar und auch nicht (getrennt vom Nutzsignal) vom Satelliten aus meßbar.

Im Rahmen des Interkosmosprogramms der sozialistischen Länder wurde deshalb vor einigen Jahren die Aufgabe gestellt, geeignete Meß- und Interpretationsmethoden sowie die benötigten Meßmittel für die Fernerkundung der Ozeane zu entwickeln. Die DDR, vertreten durch das Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR, übernahm dabei den Komplex der Bestimmung des spektralen atmosphärischen Streuanteils im sichtbaren und nahen IR-Spektrum mit dem Ziel, geeignete Methoden zur Durchführung einer „Atmosphärenkorrektur“ an multispektralen Satellitendaten zu entwickeln und experimentell zu testen.

Als Standardgerät für experimentelle Untersuchungen wurde Ende der 70er Jahre der Spektrometerkomplex MKS entwickelt und auf den Interkosmosatelliten IK-20 (Start 1. 11. 1979) und IK-21 (Start 6. 2. 1981) erprobt. Auf der Basis der experimentellen und methodischen Ergebnisse dieser Experimente wurde ein wesentlich erweiterter und verbesserter Komplex MKS-M für den Einsatz auf der bemannten Orbitalstation Salut-7 entwickelt, der seit April 1983 an Bord arbeitet. Dieser Komplex wurde speziell für die manuelle Bedienung ausgelegt und mit Zusatzeinrichtungen für die visuelle Beobachtung und fotografische Dokumentierung des Sondierungsgebietes ausgerüstet. Seine wesentlichsten Baugruppen sind zwei Spektrometer für den Spektralbereich 400–900 nm und ein Bedien- und Steuerpult mit entsprechender Datenaufzeichnung (s. Bild-S. I). Durch die Anwesenheit der Kosmonauten bei der Durchführung der Messungen und die manuelle Bedienung bzw. Steuerung war ein gezieltes Experimentieren über ausgewählte Gebieten der Ozeane möglich. Ein weiterer Fortschritt gegenüber den automatischen Satellitenmessungen stellt die Möglichkeit dar, den gesamten Komplex auf die Sonne zu ju-

Meßschema für die Synchronmessungen bei den Schwarzmeereperimenten.

1, 2 – Empfänger für die im Wasser gestreute und remitierte Strahlung; 3 – Empfänger für das Streulicht in der Atmosphäre und die im Wasser gestreute und remitierte Strahlung; 4 – Empfänger für die direkte Sonnenstrahlung und die diffuse Streustrahlung der Atmosphäre; E_0 – direkt einfallende Sonnenstrahlung; E_G – reflektierte direkte Sonnenstrahlung; L_H – reflektierte diffuse Himmelsstrahlung; L_P – diffuse Streustrahlung der Atmosphäre; L_W – gesamte vom Wasser aufsteigende Strahlung; L_U – im Wasser gestreute und remitierte Strahlung.



stieren und so Anschlußmessungen an das extraterrestrische Sonnenspektrum vorzunehmen. Da die Sonne für Fernerkundungsmessungen die natürliche Bestrahlungsquelle ist, kann so die radiometrische Genauigkeit der Meßdaten durch Bezug auf das Sonnenspektrum beträchtlich erhöht werden, da alle Apparaturfehler bei den weiteren Rechnungen herausfallen.

Neben den eigenständigen Experimenten mit dem Komplex MKS-M für die obigen wissenschaftlichen Zielstellungen diente er als radiometrisch absolut geeichtes Meßgerät zur spektralen radiometrischen Anbindung der Multispektralaufnahmen der MKF-6M.

Für die Entwicklung tragfähiger Fernerkundungsmethoden und zugehöriger Interpretationsalgorithmen kommt man bisher nicht ohne entsprechende synchrone Bodenmessungen aus, „in-situ“-Daten vom Ozean und der Atmosphäre liefern, an denen die Richtigkeit und

Leistungsfähigkeit der Satellitenmethoden gemessen werden müssen. Diesem Ziel dienten die in den Jahren 1983, 1984 und 1985 durchgeführten Experimente „Schwarzmeer-Interkosmos“. Die Teilnehmerländer einigten sich, die Untersuchungen auf dem Schwarzen Meer durchzuführen, wofür es eine Reihe guter Gründe gibt. Das Schwarze Meer hat wegen seiner Größe, Tiefe, Schelfzone und Zirkulationsstruktur den Modellcharakter eines „kleinen Ozeans“.

Fast alle für den Ozean und seine Küstenregionen typischen Parameter sind hier in verkleinertem Maßstab anzutreffen. Des weiteren war das Ziel, die benötigten Parameter mit unterschiedlichen Geräten und aus verschiedenen Höhen zu messen, um gleichzeitig die Verwendbarkeit der Fernerkundungsverfahren für den operativen Einsatz zu testen. Dazu sind synchrone Messungen der einfallenden und remitierten Strahlung vom Schiff, Flugzeug und aus dem Orbit notwendig. Für diese Forderungen

gen ist ebenfalls das Schwarze Meer ein optimales Meßpolygon, da das Meereshydrographische Institut der Ukrainischen AdW als Koordinator der Experimente in Sewastopol angesiedelt ist und über die entsprechenden Forschungsschiffe und ein Forschungsflugzeug verfügt. Für die Messungen aus dem Orbit stand die bemannte Orbitalstation SALUT-7 zur Verfügung. Im Rahmen dieses Programms wurden vom Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR auch entsprechende Geräte für die verschiedenen Meßbetagen entwickelt.

Ein gleicher Komplex MKS-M wie auf SALUT-7 war während der jeweiligen Experimente auf dem Forschungsschiff eingesetzt. Mit diesen Geräten sowie denen der sowjetischen, bulgarischen und polnischen Kollegen wurde der komplette Satz der optischen Strahlungsparameter der Atmosphäre und des Meeres gemessen. Dabei sind die über dem gleichen Ort zur gleichen Zeit aus den 3 Etagen von SALUT-7 (~300 km) Flugzeug (200—6000 m) und Schiff (vgl. Abb.) gesammelten Daten für den spektralen Vergleich und die Bestimmung des Atmosphäreninflusses von besonderem Wert. Zur gleichen Zeit wurden vom Schiff aus die normalen ozeanologischen Wasserparameter wie Temperatur, Salzgehalt, Farbe, Trübung, Chlorophyll und Sedimentgehalt gemessen, die für die Interpretation der Fernerkundungsdaten als Bezugsparameter wichtig sind.

Das erste Experiment fand im September 1983 während des Aufenthaltes von Wladimir Ljachow und Alexander Alexandrow an Bord von SALUT-7 statt. Beim zweiten Experiment im August/September 1984 führte die Stammbesatzung mit den Kosmonauten L. Kisim, W. Solowjow und Dr. O. Atkow die Arbeiten an Bord aus. Die dritte und abschließende Etappe des Programms wurde vom 30. 8. bis 28. 9. 1985 während des Aufenthaltes von Wladimir Džanibekow und Viktor Sawinych sowie der Besuchmannschaft von Sojus T 14 (G. Gretchko, A. Wolkow, W. Wasjutin) durchgeführt.

Bei den Beobachtungen wurden verschiedene Strömungs- und Wirbelstrukturen gefunden, die sich in ihrem Wassertyp von der Umgebung unterscheiden. Sie geben Aufschluß über dynamische Prozesse im Schwarzen Meer, so z. B. über die Transport- und Mischungsvorgänge des sediment- und planktonreichen Wassers der flacheren Schelfgebiete des nordwestlichen Schwarzmeeres mit dem klaren Wasser des tiefen zentralen Teils. So konnten dort aus einer ersten Sichtung der Daten dieses Jahres im Vergleich zu den Messungen von 1983 Veränderungen in der räumlichen Verteilung der Mi-

schungsregionen festgestellt werden. Sie lassen sich höchstwahrscheinlich durch die inzwischen erfolgte Inbetriebnahme des Donau-Schwarzmeer-Kanals und den dadurch verringerten Zustrom von Donauwasser an ihrer Mündung und den Austritt von Süßwasser an der etwa 100 km südlicheren Kanalmitung erklären.

Mit den Ergebnissen der Messungen werden die vorhandenen Methoden geprüft und entsprechende Modelle entwickelt, die die Grundlage für weitergehende Interpretationen sind. Obwohl mit der Expedition von 1985 die experimentelle Seite dieses Forschungsprogramms abgeschlossen ist, gehen die theoretischen Arbeiten weiter, und es werden neue Gerätesysteme für die operative Fernerkundung der Ozeane entwickelt.

*

Vor 60 Jahren

Start der ersten Flüssigkeitsrakete

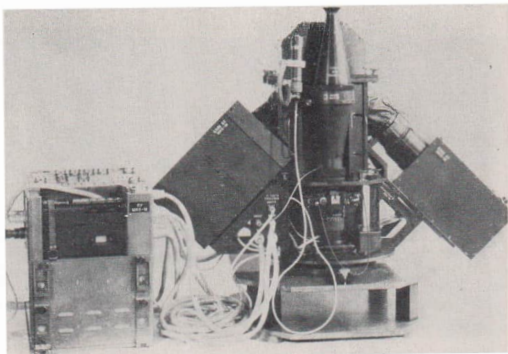
FRANK-E. RIETZ

Heulend und krachend fliegt am 16. März 1926 ein Metallgerüst etwa 12 Meter hoch und 60 Meter weit. Was sich hier für 2,5 Sekunden geräuschvoll durch die Luft bewegte, war die erste Flüssigkeitsrakete der Welt. Gebaut und gestartet wurde sie vom US-amerikanischen Physikprofessor Robert Hutchings Goddard (1882—1945).

Seit 1912 beschäftigte er sich mit dem Raketenproblem. Anfangs untersuchte er Pulverraketen, wobei er die Erkenntnis gewann, daß die Schubkraft im Vakuum höher ist als unter normalen Luftdruckbedingungen. Nachdem er seine Ergebnisse 1919 in der Schrift „A method of reaching extreme altitudes“ (Eine Methode zur Erreichung großer Höhen) veröffentlicht hatte, wandte er sich dem Problem der Flüssigkeitsraketen zu. Mit großer finanzieller Unterstützung der Smithsonian Institution (wissenschaftliche Gesellschaft zur Finanzierung von Forschungen, geht auf eine Stiftung des englischen Chemikers James Smithson zurück) und unter Benutzung der wissenschaftlichen Einrichtungen der Clarke Universität in Worcester, an der er lehrte, konnte Goddard großzügig forschen. Eine 1935 gestartete Flüssigkeitsrakete erreichte 2300 Meter Höhe. Seine Forschungen dienten hauptsächlich der Schaffung von Raketen für die US-Marine. Nach ihm ist das Goddard Space Flight Center der NASA in Greenbelt, US-Staat Maryland, benannt.

Zum Beitrag „Fern-
erkundung des Oze-
ans von Salut 7“
(S.78).

Spektrometerkom-
plex MKS-M auf Sa-
lut 7 mit Spektro-
meter AS, BS, Kam-
era B 200 + Visier
und Steuer-/Bedien-
pult PU mit digita-
ler Datenaufzeich-
nung auf MB-Kas-
sette (modifizierter
Recorder „Mira“ vom
VEB Elektronik, Ge-
ra).



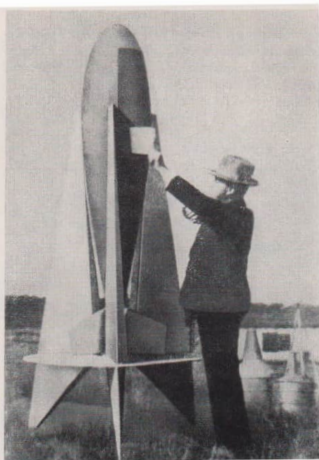
Fast genau 5 Jahre später spielt sich eine ähn-
lich geräuschvolle Szene in der Nähe von Dessau
ab. Der deutsche Ingenieur Johannes Winkler
(1897—1947) startet am 14. März 1931 die erste

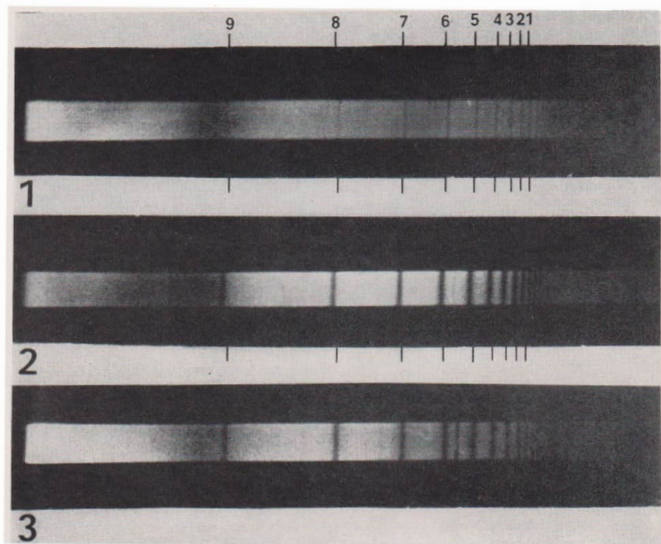
Flüssigkeitsrakete in Europa. Anfangs nahm
man an, es sei die erste der Welt, denn erst 1935
gab die Smithsonian Institution Goddards
Versuche bekannt. Die Winkler-Rakete HW I

Vor 60 Jahren – Start der ersten Flüssigkeitsrakete (zu S. 80).

Robert Hutchings Goddard (1882—1945) in
seiner Werkstatt.

Johannes Winkler (1897—1947) an seiner HW II-
deren Start mißglückte.





Zum Beitrag „Praktische Aspekte der Objektivprismenspektrographie“, (S. 82). In der Reihenfolge 1—6 sind die Spektren folgender Sterne (mit Sp.-Kl.) mit Bel.-Zeit abgebildet:

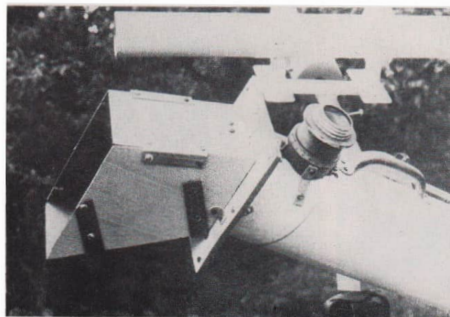
1 Rigel	B8	500 s
2 Wega	A0	220 s

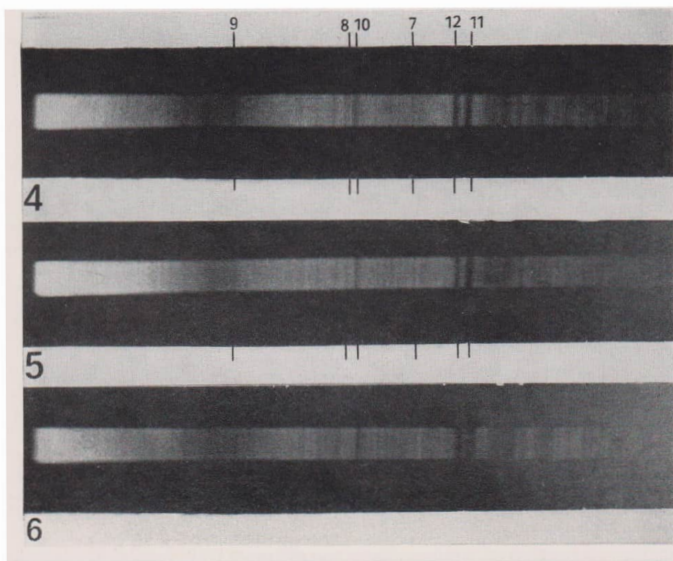
3 Atair	A5	150 s
4 Procyon	F5	460 s
5 Kapella	G1	260 s
6 Arktur	K2	440 s

Besonders markante Linien in den Sternspektren sind:

Linie	λ (nm)	Element
1	377,06	H 10
2	379,79	H 9
3	383,54	H 8
4	388,90	H 7
5	392,65	H 6
6	397,01	H ϵ
7	410,17	H δ
8	434,05	H γ
9	486,13	H β
10	429,9	G-Band,
bis		Ti, Fe
	431,9	
11	393,36	Ca II (K)
12	396,85	Ca II (H)

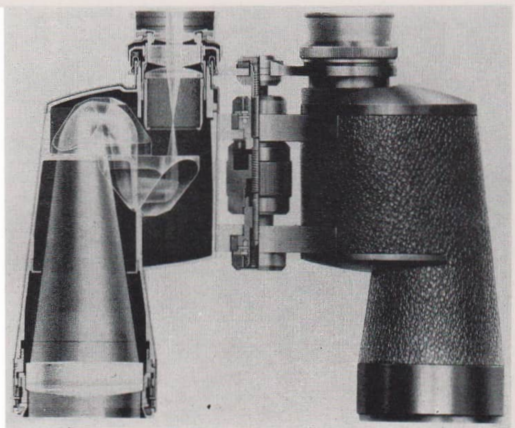
B. Hanischs Instrumentarium zur Aufnahme der Sternspektren.





**Zum Beitrag S. 81:
Schnitttdarstellung
des neuen Prismen-
fernnglases OCTAREM
8 × 50 B (aus [2]).**

Der Redaktion der Zeitschrift „Jenaer Rundschau“ danken Autoren und Redaktion für die Genehmigung zur Übernahme der wiedergegebenen Schnitttdarstellung.





Zum Beitrag „Halley-Beobachtungen“ (S. 89). Die obere Aufnahme erfolgte am 9. 11. 1985 von 3. 12 bis 3.32 MEZ mit einem Sonnar-Objektiv 4/300 auf Orwo NP 27 durch Rainer Jorczyk, Mitglied des AK Kometen

Die untere Aufnahme des gleichen Beobachters (Instrument und Film ebenso wie oben) stammt vom 31. 12. 1985 von 18.03 bis 18.05 MEZ.



(Anfangsbuchstaben von Hückel, der die Raketenversuche finanziell unterstützte, und Winkler), erreichte eine Höhe von 60 Metern und flog 200 Meter weit. Nachdem die Rakete HW II auf der Startrampe explodierte, mußte Winkler aus finanziellen Gründen seine Versuche einstellen.

Zwar muteten die ersten Exemplare dieser Flüssigkeitsraketen recht eigenartig an, Goddard benutzte beispielsweise bei seinem zweiten Modell die Rohrkonstruktion eines Windmühlenflügels, doch bestätigten die erfolgreichen Flugversuche in eindrucksvoller Weise die Theorien von Ziolkowski und Oberth über die Verwendung flüssiger Treibstoffe für Raketen.

*

Zwei weitere neue Feldstecher

JÖRG MOSCH

In AuR 1/1985 stellten wir die neuen Prismenferngläser aus dem Kombinat VEB Carl Zeiss JENA vor [1]. Bereits ein Jahr später macht sich eine Ergänzung dieses Beitrags erforderlich, da mit den Modellen OCTAREM 8×50 B und DODECAREM 12×50 B zwei Geräte auf den Markt kommen, die wiederum für den Amateurastronomen interessant sind.

Schon wieder zwei neue Fernglasmodelle! – Nachdem das Feldstecherprogramm des Kombines VEB Carl Zeiss JENA in den 60er und 70er Jahren fast unverändert geblieben war, ist das gegenwärtige Innovationstempo beeindruckend. Überrascht ist man vielleicht, daß die Hauptparameter der Gläser OCTAREM und DODECAREM mit denen der gerade erst vorgestellten NOBILEM-Typen übereinstimmen (vgl. Tabelle 1). Offensichtlich hat man versucht, eine Synthese aus diesen und den traditionellen Porrofeldstechern zu schaffen. Ein Vorhaben, das – wie wir sehen werden – gelungen ist.

Nach [2] wurde neben der Sicherung eines hohen optischen Leistungsniveaus besonderer Wert auf eine Rationalisierung der Fertigungsprozesse gelegt. Das findet Ausdruck im konsequenten Anwenden moderner Technologien, wie zum Beispiel dem Fassungskleben von Objektiv und letzter Okularlinse und dem Justierkitten des Porroprismensystems. Nachdem man für die NOBILEM-Gläser Teleobjektive mit Luftspalt eingesetzt hatte, kehrte man zu den weniger empfindlichen gekitteten Achromaten zurück. Die Okulare der neuen Geräte sind vier- (8×50) beziehungsweise fünflinsig (12×50), während man beide NOBILEM mit Fünflinsern ausge-

Tabelle 1: Vergleich der NOBILEM-Ferngläser mit ihren Nachfolgemodellen OCTAREM und DODECAREM (nach [2] und [4])

Parameter	NOBILEM SU- PER 8×50 B	OCTAREM 8×50 B	NOBILEM SPE- ZIAL 12×50 B	DODECAREM 12×50 B
Objektivöffnung in mm		50		50
Vergrößerung		8		12
Austrittspupille in mm		6,25		4,2
geometrische Lichtstärke		39		17,4
Dämmerungszahl		20		24,5
Schfeld 2 d	870	770	574	572
Okularinnenwinkel	64°	56°	65°	62°
ϵ_{Ap}^1	18,5	19,5	16,0	15,5
Masse in g	ca. 1070	ca. 1070	ca. 1110	ca. 1110
	1250		1250	

¹⁾ Die Werte für die Austrittspupillenschnittweite ϵ_{Ap} sind Mittelwerte aus drei Messungen des Autors.

stattet hat. Das Prismensystem ist nicht mehr so groß bemessen. Es wurde jedoch so ausgelegt, daß es zu keinerlei Abschattung des vom Objektiv einfallenden Lichtbündels kommt. Das Ergebnis ist ein in der Transmission verbessertes System, das trotz des etwas verminderten optischen Aufwands eine ebenso gute, wenn nicht gar überlegene Abbildungsqualität hinsichtlich Auflösung, Kontrast und somit Detailerkennbarkeit bietet. Leichte Abstriche wurden lediglich bei der Größe des Schfeldes gemacht. Allerdings fällt die Verminderung des Okularinnenwinkels nur beim unmittelbaren Vergleich von NOBILEM und OCTAREM beziehungsweise DODECAREM auf. Sie beträgt 8° für den 8fach und 3° für den 12fach vergrößernden Feldstecher. Überdies führt diese Reduzierung zu einem subjektiv noch etwas besseren Randschärfeindruck.

Für ein Benutzen mit Brille sind die Okulare wiederum mit umstellbaren Augenmuscheln versehen. Diese Gummiformteile wurden so weit vervollkommen, daß man ihnen eine ausgezeichnete Funktionalität bescheinigen kann. Im Gegensatz zu denen der vorangegangenen Brillenträgermodelle können die neuen Muscheln auch bei niedrigen Temperaturen problemlos mit zwei Fingern umgestülpt werden. Das ist besonders dann vorteilhaft, wenn für mehrere Beobachter nur ein Gerät zur Verfügung steht. Interessant ist, daß die B-Wirkung dank des Klebefassens der letzten Okularlinse optimiert werden konnte. Gegenüber der Schraubfassung des NOBILEM kann jetzt das Brillenglas um 2,5 mm näher an den letzten Okularlinsenscheitel gebracht werden (siehe auch [3]).

Da zusätzlich die Austrittspupillenschnittweite s_{AP} des OCTAREM um 1 mm größer als die des NOBILEM SUPER ist, verfügt der neue 8×50 über eine B-Wirkung, die der des DF 7×40 B/GA nahekommt und alle anderen B-Modelle des Kombinatens übertrifft. Beim DODECAREM 12×50 B liegen die Verhältnisse nur wenig ungünstiger: Die gegenüber dem NOBILEM SPEZIAL ermittelte s_{AP} -Verkürzung von 0,5 mm wird durch die neuartige Fassungskonstruktion mehr als ausgeglichen.

Wie auf Bild-S. III zu ersehen, ist das Äußere der Ferngläser OCTAREM und DODECAREM stärker an die traditionellen Porrofeldstecher BINOCTEM 7×50 und DEKAREM 10×50 als an die gedungenen NOBILEM angelehnt. Insgesamt wurde ein modernes, in sich geschlossen wirkendes Design geschaffen, zu dem auch die in die Mitte der Knickbrücke verlegte Triebspindel beiträgt. Obwohl es im Interesse eines verwicklungsarmen Freihandgebrauchs konsequenter gewesen wäre, den Mitteltrieb auf die Objektivseite zu verlegen, wurde ein Fortschritt beim ergonomischen Durchgestalten erzielt. Die neuen Instrumente liegen sehr gut in der Hand, und ihre rund 1100 g Gewicht werden auch bei längerem Beobachten noch ohne größere Ermüdung verkraftet. Als einziger Nachteil wurde empfunden, daß durch die gewählte Mitteltrieblösung kein Platz für einen herkömmlichen Feldstecherhalter bleibt.

Eine zwar kleine, aber angenehme Neuerung sind die die Objektivfassungen abschließenden Gummiringe. Sie wirken dämpfend bei eventuellem Anstoßen im Dunkeln bzw. beim Absetzen des Gerätes auf einer harten Unterlage.

Im Rahmen meiner Gutachtertätigkeit für das ASMW hatte ich ein halbes Jahr lang Gelegenheit, je ein OCTAREM und ein DODECAREM zu testen und immer wieder mit den beiden NOBILEM zu vergleichen. Neben der Erprobung für touristische Zwecke spielten dabei Himmelsbeobachtungen eine wesentliche Rolle. Grenzgrößenbestimmungen unter den keinesfalls idealen Meißener Beobachtungsbedingungen ergaben für alle vier Modelle Werte um $10^{\pm 0}$. Bei diffusen Objekten zeigten sich die Neulinge gegenüber den NOBILEM geringfügig überlegen. Die Bilder hinterließen subjektiv einen etwas brillanteren Eindruck. Während man bei den NOBILEM-Feldstechern eine schwache Gelbfärbung des Bildes feststellt, was auf die eingesetzten Glassorten und eventuell auch auf den längeren Glasweg zurückzuführen ist, erschienen die Bilder bei OCTAREM und DODECAREM farbsauber. Alle vier Geräte verfügen im axialen Bereich über eine Abbildungsqualität, die durchaus mit der eines kleinen astronomi-

schen Fernrohrs zu vergleichen ist. Besonders die beiden 12fachen Gläser zeigen am Mond bereits zahlreiche Details. So sind entlang des Terminators ohne weiteres Krater von 80 Kilometer Durchmesser erkennbar.

Die Wahl, welchem 8- bzw. 12fachem Modell man den Vorzug geben würde, fällt außerordentlich schwer. Erfahrungsgemäß sind viele Amateure gegenüber modernen Technologien skeptisch. Sie vertrauen einer aus Messing gedrehten Schraubfassung mehr als einer Polyurethan-Klebeverbindung zwischen Glas und Aluminium. Ich gebe zu, daß auch ich dieses Vorurteil hatte. Wenn es jedoch mittlerweile in erheblichem Umfang abgebaut wurde, so ist das jenem halben Jahr zu verdanken, in dem ich die beiden neuen Ferngläser OCTAREM 8×50 B und DODECAREM 12×50 B erproben konnte.

Lit.: [1] J. Mosch: Neue Prismenferngläser. In: AuR 23 (1985) 10–12. – [2] Hänsch, G.: Neue Feldstecher mit höheren Gebrauchswerten durch neue Technologien. In: Jenaer Rdsch. 30 (1985) 128–131. – [3] Mosch, J.: Neue Feldstecher OCTAREM 8×50 B und DODECAREM 12×50 B getestet. In: Jenaer Rdsch. 30 (1985) 132 bis 133. – [4] Prismenfeldstecher 8×50 und 12×50 . Firmenschrift des Kombinatens VEB Carl Zeiss JENA über die NOBILEM-Geräte.

PROBLEME / LOSUNGEN



Praktische Aspekte der Objektivprismenspektrographie mit einem Newtonspiegel

BERND HANISCH

Anliegen dieses Artikels ist, in Ergänzung der zu diesem Thema bereits erschienenen Veröffentlichungen, die Weitergabe persönlicher praktischer Erfahrungen bei der Aufnahme von Sternspektren mittels eines Newtonspiegels. Die analytische Auswertung der Spektren ist nicht ganz unproblematisch, ein Vorschlag dazu ist in [3] gegeben. Angeregt durch vielseitige Empfehlungen, begann ich mich im Jahre 1981 für dieses sehr informative Gebiet der Astronomie zu interessieren, wozu ich jeden Sternfreund ermutigen möchte.

Mein erster Spektrograph bestand aus einem vor ein Kleinbildkameraobjektiv 1.8/50 gesetztem Glasprisma von 36 mm Kantenlänge mit einem brechenden Winkel von 45° . Die wegen der

sehr geringen Objektivbrennweite ebenfalls sehr geringe Dispersion ließ kaum mehr als eine Grobklassifikation der Spektren erwarten, wobei jedoch das große Gesichtsfeld vorteilhaft war. In [5] hatte ich über die erfolgreiche Anwendung von Newtonspiegeln zur Sternspektrographie gelesen, so daß ich in der Folgezeit einen Spiegel 120/690 als Aufnahmeoptik nutzte.

Da zunächst kein Objektivprisma passender Größe zur Verfügung stand, baute ich ein, aus einem Metallgestell und zwei mit Cenuil verklebten Floatglasscheiben (auch Fensterglas ist geeignet) bestehendes Prisma, welches mit Ethanol gefüllt war. Dieses wurde in der in [6] beschriebenen Art und Weise vor das Objektiv gesetzt, so daß auf dem Film etwa 11 mm lange Spektren entstanden. Die Schärfe vermochte mich jedoch nicht zu begeistern. Probleme mit der Dichtigkeit des Prismas, der Volumenkontraktion der Füllflüssigkeit in kalten Nächten sowie ungenügende Planparallelität der Glasplatten ließen mich von dieser Prismenart abkommen. Als Zwischenlösung kann ich jedoch jedem, der noch über kein genügend großes Glasprisma verfügt, den Bau eines Flüssigkeitsprismas empfehlen. Man könnte eventuell eine stärker lichtbrechende Flüssigkeit (z. B. CS_2 , Achtung! Vorher genau über die Handhabung dieser Chemikalie informieren!) verwenden. Natürlich müssen alle Prismenbestandteile gegen die Füllflüssigkeit resistent sein.

Mit einem Barytkronglasprisma BK 2 mit 110 mm Kantenlänge und einem brechenden Winkel von 45° war die Anlage, mit der die abgebildeten Spektren aufgenommen wurden, komplett. Als Leitrohr diente ein Refraktor 50/540, der auf der Gegenseite der Telementormontierung angebracht war. Das Fokussieren erfolgte photographisch mit Hilfe eines Schraubgewindes in 100 μm Schritten. Jedoch ist es mir bisher nicht gelungen, den gesamten Wellenlängenbereich des Spektrums gleichmäßig scharf abzubilden. Als Schärfekriterium benutzte ich z. B. die K-Linie eines AO-Sterns oder den Linienreichtum eines hellen G- oder K-Sterns. Die Spektren waren auf dem Film 22 mm lang und die Dispersion des Spektrographen betrug bei 400 nm 11 nm/mm.

Es muß jedoch gesagt werden, daß dieser Spektrograph (vgl. Bild-S. II) eine ungenügende mechanische Stabilität aufweist, da die Telementormontierung überlastet ist und sehr lange Hebel ungewollte Torsionsmomente entstehen lassen. In einigen Stellungen ist der Gewichts-ausgleich der Montierung nicht möglich. Eine Ib-Montierung wäre für diese Anordnung auf jeden Fall notwendig, wobei jedoch die ausgezeichnete Handhabbarkeit der Telementor-

montierung sicherlich nicht erreicht wird. Dennoch ist in diesem Falle eine erschütterungsfreie Spektrenverbreiterung, welche durch ein beleuchtetes Okulargitterkreuzmikrometer überprüft werden kann, durch eine stufenlos veränderbare Netzfrequenz mit Hilfe eines Frequenzwandlers möglich [8]. Ich habe diese Technik erfolgreich an der Volks- und Schulsternwarte Sohlund/Spree erprobt.

Der Sternfreund, der den Bau eines Objektivprismenspektrographen mit einem Newtonspiegel beabsichtigt, sollte sich vorher über seine Zielstellungen und Erwartungen mit diesem Gerät im klaren sein. Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist z. B. die Dispersion des erhaltenen Spektrums, welche oft als reziproke Linear-dispersion (in nm/mm) angegeben wird. So werden (bei Hy) Dispersionen von 300 nm/mm zur Farbklassifikation, von 150 nm/mm zur Klassifikation der Hauptspektraltypen, von etwa 50 nm/mm zur Feinklassifikation bzw. von weniger als 5 nm/mm zur Messung von Radialgeschwindigkeiten benötigt. Je größer die Dispersion, desto größer ist auch der Informationsgehalt des Spektrums, da die Wellenlängendifferenz noch trennbarer Linien klein ist. Die Dispersion des Spektrums erhöht sich mit dem Brechungswinkel des Prismas, dem Brechungsvermögen des Prismenmaterials sowie mit der Objektivbrennweite. Bei Öffnungen ab 70 mm sind jedoch Glas- oder Quarzprismen schwer zu bekommen und außerdem recht teuer, sofern sie einen großen brechenden Winkel besitzen. Hier kann man den brechenden Winkel bei gleichbleibender Dispersion bis zu einem gewissen Grade mit der Objektivbrennweite kompensieren. Jedoch sollte nach meiner Erfahrung für eine Ib-Montierung eine Brennweite von 1.20 m aus Stabilitätsgründen nicht überschritten werden. Die Brechkraft nimmt vom Kronglas zum Flintglas zu, was jedoch mit der verminderten UV-Durchlässigkeit von Flintglas verbunden ist.

Eine zweite wichtige Größe, die beim Spektrographenbau Berücksichtigung finden muß, ist die Reichweite, wobei aufgrund eventueller Fremdlichteinflüsse oder geringer Aufstellungs-ungenauigkeiten die Belichtungszeit nicht mehr als 20 Minuten betragen sollte. Wesentliche, die Reichweite beeinflussende Faktoren sind Objektivöffnung und Objektivbrennweite sowie die Spektrenverbreiterung auf dem Film. Nach meiner Erfahrung sind für Amateurzwecke (die Ib-Montierung vorausgesetzt) Öffnungen von etwa 70 bis 150 mm bei Spiegelbrennweiten zwischen 400 und 1200 mm sinnvoll. Die Lichtstärke eines spaltlosen Sternspektrographen errechnet sich aus dem Quotienten der

wirksamen Öffnung des Objektivprismas und der Objektivbrennweite. Die Lichtstärke ist dafür verantwortlich, daß innerhalb einer bestimmten Belichtungszeit (Fillempfindlichkeit und Himmelselligkeit konstant) der Himmels-hintergrund eine für den Kopierprozeß gerade noch vertretbare Schwärzung erzeugt. Innerhalb dieser Zeit muß sich das Spektrum kräftig genug auf dem Film abgebildet haben. Ein empfindliches Filmmaterial (NP 27 oder NP 22, ggf. FAH-behandelt [7]), eine gute Lufttransparenz sowie eine relativ kleine Dispersion begünstigen die Reichweite, so daß unter Umständen bis zu 8. Größe spektroskopiert werden kann. Spektren so lichtschwacher Sterne sollten jedoch möglichst schmal (1/2 mm breit) aufgenommen werden. Außerdem sollte man sich bei der Konstruktion eines Spektrographen um eine möglichst stabile Anlage mit exakter Fokussiermöglichkeit (mindestens 1/10 mm Schritte) bemühen, weil davon in wesentlichem Maße die Schärfe der erhaltenen Spektren abhängt. Für die Linienbreite sind außer der Leuchtkraftklasse die Aufstellungsgenauigkeit und das Ausmaß der Luftunruhe bestimmend.

Die Spektren (s. Bild-S. II und III) wurden mit der beschriebenen Apparatur auf NP 27 Kleinbildfilm aufgenommen und auf 1 mm verbreitert (entspricht 18 s Durchlaufzeit). Infolge meiner derzeitigen Möglichkeiten ist eine exakte Spektrenauswertung nicht möglich. Zur Orientierung sind einige besonders markante Linien angegeben. Vor allem der Linienreichtum der späten Spektralklassen läßt sich sicher nur mit Vergleichsspektren identifizieren.

Lit.: [1] Der Astroamateur. Schriften der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, 1992, S. 79 ff. - [2] Böhm, D. und H. Greßner: Praktische Spektralklassifikation für Amateurastronomen. Die Sterne (1985) 114 ff. - [3] Ködderitsch, B.: Spektroskopie als Arbeitsgebiet des Amateurastronomen. AuR 15 (1977) 83 ff. - [4] Schmiedmayer, J.: Astroteleskopie für Amateure. AuR 22 (1984) 85 ff. - [5] Albrecht, C.: Astroteleskopie mit Spiegelteleskopen. SuW (1972) Heft 7, 8. - [6] Ahnert, P.: Kleine Praktische Astronomie. J. A. Barth, Leipzig 1983, S. 231. - [7] Höger, W.: Optimierung astronomischer Programme durch FAH-Verfahren. Die Sterne (1971) 59 ff. - [8] Suckow, A.: Ein quartzgesteuerter Frequenzgenerator für die Ib. AuR 22 (1984) 58 ff.

Suche „Mittelungen für Planetenbeobachter“ d. Sektion Mond- und Planetenbeobachtung der VdS, 1947-54. - H.-J. Mettig, 8020 Dresden, Tiergartenstr. 30c.

Verkauf Spiegelobj. 10/1000 (Imp.) mit Anschlußgewinde M42x1, div. Filtern u. Okularsteckhülse für alle 24,5 mm-Okulare; Feldstecher 16x50 (Imp.) m. Nachvergrößer.-Okular sowie Falkner Atlas. Preise nach Vereinbarung. - Berndt Hofmann, 1188 Schönefeld, Schwalbenweg 9.

Besonderheiten der geneigten oder inklinierten Horizontal-Sonnenuhr

ARNOLD ZENKERT

Sonnenuhren mit einer waagerechten Auffangfläche (Zifferblattfläche) findet man relativ selten. Von den 1160 bekannten Sonnenuhren in der DDR sind lediglich 6,5 % horizontale Sonnenuhren. Ihre freie Aufstellung trägt wesentlich zur Beschädigung bzw. zur Beseitigung bei, ganz im Gegensatz zu den Sonnenuhren an vertikalen Wänden, zu denen 70 % gehören. Ein Grund hierfür ist auch das stagnierende Regenwasser auf der Zifferblattoberfläche mit den damit verbundenen Einwirkungen der Witterung. Horizontaluhren besitzen auch noch den Nachteil, daß die Zeitablesung erst aus der unmittelbaren Nähe möglich ist, der „Anblick“ des Zifferblattes ist hier wesentlich ungünstiger als bei den vertikalen Sonnenuhren die bereits aus einer größeren Entfernung zu erkennen sind.

Dem zuletzt genannten Nachteil kann abgeholfen werden, indem die Zifferblattoberfläche geneigt wird. Im modernen Baugeschehen trifft man bereits auf derartige inklinierende Horizontal-Sonnenuhren. Überprüft man aber die Anlage der Stundenlinien, muß man Fehler sowie die Nichtbeachtung einiger gnomonischer Prinzipien feststellen. Es geht nicht an, die Zifferblattoberfläche zu neigen, ohne daß dabei eine Veränderung der Stundenlinienwinkel eintritt.

Erinnern wir uns einmal an die nicht geneigte Horizontal-Sonnenuhr. Der Schattenwerfer (Polstab) verläuft entlang der Mittagslinie (12^h wahre Ortszeit) und bildet mit der horizontalen Ebene des Zifferblattes den Winkel φ , also der geographischen Breite des betreffenden Ortes. Die Linien der Winkel der Stundenlinien (Zeitlinien) verlaufen symmetrisch zur 12^h-Linie, so daß die Berechnung nur für eine Tageshälfte erforderlich ist. Die Formel für die Berechnung der Stundenlinienwinkel (t) lautet:

$$\tan t = \sin \varphi \tan \tau$$

Die Stundenwinkel für die einzelnen Stunden entsprechen dem Winkelabstand von der Mittagslinie, für 11 bzw. 13 Uhr: 15°, für 10 bzw. 14 Uhr: 30° usw.

Beispiel: Wie groß ist der Stundenlinienwinkel t von 11 bzw. 13 Uhr auf der Breite von 51°?

$$\tan t = 0,77714 \cdot 0,26795 = 0,20823$$

$$\arctan = 11,76^\circ$$

Eine solche Sonnenuhr zeigt die wahre Ortszeit (WOZ) an und besitzt den Nachteil, daß sie bei

uns immer „nachgeht“. Die Ursache dafür ist die Ortszeitdifferenz zwischen dem für die Einheitszeit maßgeblichen Meridian von Görlitz (15° ö. L.) und dem betreffenden Ort. Vor Einführung der Zonenzeit vor 90 Jahren störte dieser Unterschied nicht. Doch heute wünscht man sich auch bei den Sonnenuhren eine MEZ-Anzeige, um das störende „Nachgehen“ gegenüber der MEZ auszuschalten. In diesem Zusammenhang werden aber oft Fehler begangen: Es ist nicht zulässig, das Zifferblatt bei feststehendem Polstab einfach um den Betrag der Ortszeitdifferenz zu drehen! Dies ist nur bei der äquatorialen Sonnenuhr möglich, wo die Stundenlinien in gleichmäßigen Abständen von 15° verlaufen. Ebenso fehlerhaft ist es, während der Dauer der Sommerzeit die Sonnenuhr um eine Stunde mit dem Polstab zu verdrehen. Ein Beispiel, wie es nicht gemacht werden darf, zeigt die horizontale Sonnenuhr auf der Burg Stolpen bei Neustadt i. Sa. Es versteht sich von selbst, daß der Schattenwerfer stets zum Himmelspol gerichtet sein muß.

Wünscht man eine MEZ-Sonnenuhr, dann muß die Folge der Stundenlinien entsprechend der Längendifferenz (Ortszeitdifferenz) auch verändert werden. Da das gesamte Gebiet der DDR westlich von 15° ö. L. liegt, tritt die MEZ stets früher als die WOZ ein. In den westlichen Gebieten der DDR beträgt diese Differenz bereits 20 Minuten.

Rechnerisch ist daher mit einer veränderten Folge der Stundenwinkel zu arbeiten. 12^h MEZ hat in Erfurt (11° ö. L. $\triangle$ 16 Min. Ortszeitdifferenz) einen Stundenwinkel von 4°, der aber in einen Stundenlinienwinkel von 3,1° „umgesetzt“ wird. Hierbei wird auch der Unterschied zwischen dem Stundenwinkel und dem Stundenlinienwinkel deutlich. Für die übrigen Zeiten gilt der um 4° veränderte Stundenwinkel, für 11^h sind es 19°, für 10^h 34°. Bei einer MEZ-Uhr verlaufen die Vormittags- und Nachmittagsstunden nicht mehr symmetrisch zur 12-Uhr-Linie. Für 13^h gelten 11° (15° - 4°), für 14^h 26° (30° - 4°) usw. Die MEZ gilt nur, wenn die Zeitgleichung 0 ist, ansonsten ist der Betrag der Zeitgleichung zu berücksichtigen.

Abb. 1:



Kommen wir nach diesen Betrachtungen zurück zur geeigneten Horizontaluhr! Die Abbildung zeigt die dafür in Frage kommenden Winkel, die es zu beachten gilt. Gleich um welche Neigung der Zifferblattfläche (i) es sich handelt, muß der Schattenwerfer stets den Winkel φ mit der Horizontalen bilden. Je größer der Neigungswinkel i ist, desto kleiner wird der Winkel β zwischen dem Schattenwerfer und der Zifferblattfläche. Es ist einleuchtend, daß man nicht einfach die Sonnenuhr neigen kann, ohne daß dabei Auswirkungen auf die Winkel der Stundenlinien entstehen. Wir gehen davon aus, daß die Neigung des Zifferblattes entlang der Mittagslinie erfolgt, also in der Nord-Süd-Richtung. Andere Neigungsrichtungen, wie z. B. nach Südwesten, komplizieren den Sachverhalt und haben in der Praxis auch wenig Sinn. Die Berechnungsformel ist erstaunlich einfach und berücksichtigt lediglich den Winkel i.

$$\tan t = \sin(\varphi \pm i) \tan \tau$$

Beispiel: Wie groß ist der Stundenlinienwinkel t von 11 Uhr bzw. 13 Uhr auf 51° Breite, wenn der Neigungswinkel -25° beträgt? (Man vergleiche das Ergebnis mit dem vorigen Beispiel.)

$$\begin{aligned} \tan t &= \sin(\varphi - i) \tan \tau \\ &= \sin 26^\circ \tan 15^\circ \\ &= 0,43837 \cdot 0,26795 = 0,11746 \\ \arctan &= 6,7^\circ \end{aligned}$$

Mit anderen Worten: Der Winkel φ wird um i verändert, wobei der Abfall der Zifferblattfläche nach Süden ein negatives, der Anstieg ein positives Vorzeichen hat.

Bei zunehmendem Neigungswinkel wird der Winkel β kleiner, die Stundenlinien scharen sich mehr und mehr um die 12^h-Linie. Entspricht der Winkel i dem Winkel der geographischen Breite, tritt der interessante Fall ein, daß die Ebene des Zifferblattes mit der Richtung des polwärts gerichteten Schattenwerfers zusammenfällt: Die Horizontaluhr ist zu einer polaren Süduhr geworden, die Stundenlinien verlaufen parallel zueinander sowie zur 12^h-Linie und zum Polstab. Dieser kann natürlich nicht in der Ebene des Zifferblattes liegen, sondern muß um einen bestimmten Betrag aus ihr herausragen (Schattenrechteck, Steg).

Verfolgen wir unseren Gedankengang weiter und vergrößern wir den Neigungswinkel. Ist i größer als φ, wird die Horizontaluhr zu einer geneigten Vertikaluhr und der Schattenstab ragt aus der Wand heraus. Erreicht die Neigung 90°, bildet der Schattenstab gegenüber der jetzt senkrechten Wand den Winkel 90° - φ, wie dies für die nach Süden gerichteten vertikalen Sonnenuhren zutrifft. Damit ist eine vertikale Sonnenuhr eine um 90° geneigte Horizontaluhr;

diese Aussage ist natürlich auch umkehrbar. Die Berechnung liefert dafür den Beweis.

Bisher hatten wir den Neigungswinkel bei feststehendem Schattenstab verändert und sind so zur vertikalen Sonnenuhr gelangt. Belassen wir den Neigungswinkel von z. B. -30° und verändern den Winkel φ , dann ergeben sich ebenfalls interessante Zusammenhänge: Mit abnehmender Breite werden die Abstände der Stundenlinien kleiner und bei 30° fallen die Ebene des Zifferblattes mit der Richtung des Schattenstabes zusammen (polare Süduhr). Dann aber kommt es wieder zur vertikalen Sonnenuhr, bei der der Schattenstab unter dem Winkel $90^\circ - \varphi$ aus der senkrechten Wand ragt. Auf einer Breite von z. B. 10° ist dieser Winkel mit 80° noch sehr groß. Verändern wir die Breite in Richtung Nordpol, so vergrößert sich der Winkel β , der am Pol einen Maximalbetrag von 60° erreicht; zu einer nicht geneigten Horizontaluhr kommt es hier aber nicht.

*

Beobachtungsprotokolle - Warum und wie?

DIETMAR BÜTTNER

Systematische und gewissenhafte Aufzeichnungen sind eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg einer Beobachtungstätigkeit. Jede astronomische Beobachtung ist ein Unikat, denn sie ist nicht wiederholbar. Alle Informationen, die nicht erfaßt werden, gehen für immer verloren. Bei Beobachtungen mit vorgegebener Zielstellung sind Aufzeichnungen erforderlich, um die gewünschten Daten für die Auswertung bereitzustellen. Im Falle gelegentlicher oder zufälliger Beobachtungen sind Notizen zur Schulung der sorgfältigen Beobachtungsweise zu empfehlen. Außerdem kann auch hier der Vergleich mit den Wahrnehmungen anderer Beobachter von Interesse sein (z. B. bei sehr hellen Satelliten oder auffälligen Meteoren). Eindeutigkeit, sachliche Richtigkeit und möglichst weitgehende Einheitlichkeit der Aufzeichnungen sind für Austausch und Vergleich von Ergebnissen wichtig.

Was sollte protokolliert werden?

Prinzipielles: Ein wichtiger Grundsatz ist die Ehrlichkeit bei der Anfertigung der Protokolle.

Nur das wirklich Wahrgenommene wird festgehalten und nicht das, was man gerne gesehen hätte, was man erwartete oder glaubt, sehen zu müssen. Das nutzt niemandem. Jede Abweichung vom Erwarteten hat ihre Ursachen, die nur aus sorgfältigen Beobachtungen und systematischen Untersuchungen ermittelt werden können. Dazu sind präzise Angaben unerlässlich. Auch unwahrscheinlich anmutende Zahlenwerte oder Wahrnehmungen werden aufgeschrieben, jedoch mit einem Hinweis auf vorhandene Unklarheiten. Alle mit der Beobachtung im Zusammenhang stehenden Informationen werden notiert, ganz gleichgültig, ob sie zunächst wichtig erscheinen oder nicht.

Bei allen Beobachtungen sollte man festhalten: Objekt, Datum, Anfangs- und Endzeit der Beobachtung, zur Zeitnahme verwendete Uhr, Instrument (Typ, Öffnung, Brennweite, Montierung, Nachführung), Okular, Vergrößerung, Zusatzgeräte (z. B. Zenitprisma), Hilfsmittel (z. B. Mondkarte), Beobachtungsort (geografische Koordinaten, Höhe über NN, evtl. Adresse), Zeitpunkte von Wahrnehmungen, Anfangs- und Endzeit von Meßreihen, Besonderheiten, eventuelle Störungen oder Unterbrechungen (Grund).

Beobachtungsbedingungen: Ruhe und Durchsicht der Atmosphäre können nach einem festen Schema (z. B. fünfstufige Skala) angegeben und verbal ergänzt werden. Wind, Wolken und Dämmerung sollten dann vermerkt werden, wenn sie stören. Die Temperatur wird zur ungefähren Abschätzung ihres Einflusses auf den Beobachter angegeben; besonders bei extremen Temperaturen ist das wichtig. Auch solche Erscheinungen, wie das Anlaufen des Okulars durch Atemfeuchtigkeit oder das Beschlagen mit Reif bei Kälte, sollten ausdrücklich erwähnt werden, da sie meist die Beobachtung erheblich beeinträchtigen.

Verfassung des Beobachters: Besondere physische und psychische Verfassungen des Beobachters, wie beispielsweise die nachlassende Aufmerksamkeit infolge Müdigkeit, haben bei vielen Beobachtungen eine große Bedeutung und sind mit zu erfassen (z. B. bei Sternbedeckungen). In diesem Zusammenhang ist auch die Angabe wichtig, ob man im Sitzen oder Stehen beobachtet hat. Bei längeren Beobachtungen mit geforderter hoher Konzentration ist nämlich eine bequeme Körperhaltung zum Vermeiden vorzeitiger Ermüdung sehr wichtig.

Messungen: Bei Messungen werden alle Angaben zu Meßgerät und Meßverfahren festgehalten, die eindeutig den Weg zur Erzielung des Meßergebnisses beschreiben. Zum Beispiel wird eine Zeit nicht sofort in UT notiert, wenn an der

Uhr MEZ abgelesen wird. Die Umrechnung ist zwar trivial, aber im Beobachtungseifer sind Fehler durchaus möglich.

Quantitative Angaben: Ist das eigentliche Beobachtungsergebnis eine Zahlenangabe (Meßwert, Schätzung, Zählwert), sollte man möglichst deren Unsicherheit angeben, da diese etwas über die Qualität der Beobachtung aussagt.

Zeichnungen: Hier vermerkt man auf jeden Fall die Bildorientierung und bezeichnet die Himmelsrichtungen. Wegen der wechselnden Größe des Gesichtsfeldes ist die Angabe des Okulars und/oder der Vergrößerung sehr wichtig.

Fotografie: Zumindest gibt man Belichtungszeit, evtl. das Verfahren zu ihrer Bestimmung (Stoppuhr, Zeitwerk der Kamera), Öffnung/Blende, Fokuseinstellung (ggf. Hilfsmittel und Verfahren zur Fokussierung), verwendetes Filmmaterial (Typ, möglichst auch Charge) an. Später ergänzt man die Angaben zur Verarbeitung.

Wie führt man das Protokoll?

Zweckdienlichkeit: Art und Umfang der notierten Informationen müssen dem jeweiligen Beobachtungsobjekt und -ziel angepaßt sein. Zahlenangaben werden mit der notwendigen und sinnvollen Stellenzahl notiert. Umstände, die besonders wichtig sind, erfaßt man möglichst detailliert. Ein gutes Protokoll muß einem, bei der Beobachtung nicht anwesenden, Fachmann exakt Auskunft über Hergang und Beobachtungsergebnis geben können.

Eindeutigkeit: Jede Formulierung und Angabe muß in Inhalt und Ausdruck eindeutig sein. „Oben“ und „unten“ für Himmelsrichtungen sind ungenau, „Nord“ und „Süd“ sind eindeutig.

Zeitangaben: Zunächst muß deutlich werden, ob sich die Zeitangaben auf UT, MEZ oder MESZ beziehen. Das SI-System legt für die Zeit fest: h, min, s für Stunde, Minute, Sekunde. Bezeichnungen wie m für Minute oder sek bzw. sec für Sekunde sind unzulässig. Ebenso falsch ist der Gebrauch von ' und " in Zeitangaben (' und " sind Winkелеinheiten). Zeitpunkte werden durch hochgestellte Einheitenzeichen ausgewiesen (z. B. 21^h 43^{min} 28^s UT); bei Zeitspannen schreibt man z. B. 1h 23min 10.5s.

Vereinfachungen: Bei aller Ausführlichkeit und Vollständigkeit sollte die Protokollführung möglichst wenig Zeit in Anspruch nehmen, denn man beobachtet ja nicht das Protokoll wegen. Konstante Informationen müssen nicht jedesmal neu aufgeschrieben werden, solange die Ergebnisse nicht weitergegeben werden und keine Verwechslungen möglich sind. Solche Informationen werden einmal im Beobachtungs-

buch aufgeführt, ebenso eine Liste der verwendeten Abkürzungen für häufig auftretende Wörter. Niederschriften können durchaus stichwortartig mit Abkürzungen erfolgen, solange Aussage und Eindeutigkeit erhalten bleiben.

Checkliste und Vordruck: Notizen lassen sich vorteilhaft nach einer Checkliste anfertigen, da auf diese Weise nichts Wichtiges vergessen werden kann. Außerdem stehen die Informationen dann bei jedem Protokoll in gleicher Reihenfolge und Form. Zur Erfassung immer wiederkehrender Daten sind vorgedruckte Blätter günstig. Checkliste und Vordruck sollten aber die Aufzeichnungen nicht einengen; eine Kategorie „Besonderheiten“ soll Raum lassen für nicht vorhersehbare Eintragungen. Vor ihrer regelmäßigen Verwendung sollten Checklisten und Vordrucke gut durchdacht, erprobt und sorgfältig auf die geplanten Untersuchungen ausgerichtet werden.

Zeitpunkt und Ort der Notizen: Das Protokoll sollte während oder sofort nach der Beobachtung noch am Beobachtungsort so weit wie möglich fertiggestellt werden, weil schon nach kurzer Zeit Einzelheiten in Vergessenheit geraten oder nicht mehr feststellbar sind. Eine effektive Form ist die Protokollführung durch einen Helfer.

Beobachtungsprogramme: Bei der Mitarbeit an zentralen Beobachtungsprogrammen (z. B. im Rahmen der thematischen Arbeitskreise) sollte man seine Protokolle auf deren Zielstellungen zuschneiden. Ein vorgegebenes Meldeschema sollte man unbedingt einhalten, um der Zentrale die Auswertung zu erleichtern.

Mittel zur Anfertigung des Protokolls

Beobachtungsbuch: Für die Notizen ist ein Buch im Format A5 mit kleinen Karos praktisch. Es kann am Fernrohr leicht gehandhabt werden, man hat keine „liegenden Blätter“ und die Beobachtungen stehen in ihrer zeitlichen Reihenfolge.

Schreibgerät: Ideal ist ein Bleistift, da er in jeder Lage und unter allen Bedingungen Schreibbereit ist, auch bei Kälte und Feuchtigkeit. Ein Reservestift hilft, notwendiges Anspitzen zu vermeiden. Bewährt hat sich auch ein Fallminenstift, dessen Mine an beiden Enden angespitzt ist. Für Zeichnungen flächenhafter Objekte sollten Stifte verschiedener Härtegrade bereitstehen.

Kassettenrecorder: Der Recorder als „Notizbuch“ hat den Vorteil, daß zusätzliche Informationen wie Zeitsignale mit gespeichert werden können und die Beobachtung nicht zum Notieren unterbrochen werden muß. Sinnvoll setzt man dieses Verfahren dann ein, wenn innerhalb kurzer Zeit zahlreiche Meßwerte oder Wahrnehmungen

festzuhalten sind. Ein typischer Anwendungsfall ist die Beobachtung streifender Sternbedeckungen. Unmittelbar nach der Beobachtung werden die Aufzeichnungen geprüft, um im Falle eines Defektes am Recorder wenigstens Teilergebnisse schriftlich festhalten zu können. Natürlich prüft man Funktion und Bandvorrat schon vor der Beobachtung. Ein Windschutz am Mikrofon ist bei Arbeiten im Freien empfehlenswert, um Störungen durch Prasseln u. ä. zu vermeiden.

DIETMAR BÜTTNER

BEOBSACHTUNGSHINWEISE



Sternbedeckung durch Jupiter

In der Nacht 1986 August 4/5 findet für Europa, Afrika und Südamerika eine Bedeckung des Sterns SAO 146774 (7^m0 vis, Sp.-Kl. F 5) durch den Jupiter statt. Die engste Konjunktion zwischen der Mitte der scheinbaren Jupiterscheibe und dem Stern erfolgt in der Zeit von 0^h 53 min bis 1^h 13 min UT (Mitte 1^h 03 min). Für den Fall einer zentralen Bedeckung beträgt die maximale Bedeckungsdauer 4 h 16 min. Der Eintritt ereignet sich demnach frühestens 22^h 45 min UT, der Austritt spätestens 3^h 21 min UT. Aus der rückläufigen Bewegung des Planeten kann geschlossen werden, daß der Eintritt am Westrand (Lichtdefekt 0''2) und der Austritt am Ostrand der Jupiterscheibe stattfinden. Genauere Angaben über die Zeiten des Ein- und Austritts für Mitteleuropa sowie über die Position der Kontaktstellen an der Jupiterscheibe waren im Januar 1986 noch nicht bekannt. Sobald hierzu neue Daten vorliegen, werden sie in den Schnellnachrichten der ZKAR und im Mitteilungsblatt des AK Sternbedeckungen veröffentlicht.

Dem Beobachter wird sich diese Sternbedeckung etwa so darstellen wie die Bedeckung eines Jupitermondes durch den Jupiter, jedoch ist der Stern punktförmig und etwa 1 mag schwächer als der schwächste der vier großen Jupitermonde. Die scheinbare Geschwindigkeit zwischen Jupiter und Stern liegt etwa bei 11''/h (zum Vergleich Mond III ca. 13''/h, Mond IV 10''/h). Die Position des Sterns ist: RA 23 h 30,9 min, Dekl. -4° 41' (1950.0). Die Vorhersage der Bedeckung wurde durch Larry Wasserman, Lowell Observatory, berechnet und in „Occultation Newsletter“ Vol. III, No. 14 veröffentlicht.

Folgende Höhen- und Azimutwerte von Jupiter und Sonne gelten für Karl-Marx-Stadt:

UT	Jupiter		Sonne
	h	A	h
22 ^h 45 ^{min}	22	129	-22
1 03	34	166	-18
3 21	31	207	-3

Für andere Orte in der DDR weichen die Werte nur um wenige Grad ab.

DIETMAR BÜTTNER

KURZBERICHTE



60 Jahre Sternwarte Sonneberg

Die Sonneberger Sternwarte ist wohl wie kaum eine andere für die praktische Arbeit und Anleitung der Amateurastronomen in unserem Land von Bedeutung. Der eigentliche Grundstein wurde, genau genommen, schon im Jahre 1909 gelegt, als der Kaufmannslehrling Cuno Hoffmeister mit der systematischen Beobachtung von Sternschnuppen begann. Während seiner Anstellung auf der Sternwarte Bamberg wurde Hoffmeister mit der Veränderlichensforschung bekannt. Diese beiden Gebiete waren dann auch für die wissenschaftliche Entwicklung der Sonneberger Sternwarte richtungweisend.

Im Dezember 1925 konnte der Neubau der Sternwarte auf dem Erbsbühl eingeweiht werden. Die Arbeit wurde zunächst nur vom Leiter und einem Gehilfen durchgeführt. Prof. Guthnick, damals Direktor der Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg, setzte sich für eine Übernahme der Sonneberger Sternwarte ein, so daß das Instrumentarium und der Mitarbeiterstab anwachsen. 1946 wurde mit einem Neubau die großzügige Förderung und Anerkennung der wissenschaftlichen Arbeit deutlich. Die Sternwarte gehört seitdem zur Akademie der Wissenschaften der DDR.

Heute steht die Forschungsrichtung der Veränderlichen Sterne im Vordergrund. Natürlich gibt es heute andere technische Möglichkeiten, aber die fotografische Himmelsüberwachung wird noch ständig fortgesetzt. Etwa 12000 Veränderliche wurden von Prof. Hoffmeister, der später den Nationalpreis der DDR erhielt, und seinen Mitarbeitern entdeckt, und viele davon genauer untersucht. Die zweitgrößte Plattensammlung der Erde erlaubt auch eine Neubearbeitung bzw. die Suche nach völlig neuartigen Phänomenen, wie z. B. den Gamma-Blitzen.

Aber auch andere Mitarbeiter der Sternwarte und deren Leistungen sind weltweit bekannt. Dr. Paul Ahnert ist als Verfasser des „Kalenders für Sternfreunde“ allen Amateuren Ratgeber. Seine Arbeiten wurden durch ein außergewöhnliches Denkmal international anerkannt: Der kleine Planet Nr. 3181 erhielt den Namen Ahnert (s. Abb. 2. Umschl.-S.). Auf einer Festveranstaltung zum 60. Jahrestag der Sonneberger Sternwarte hob Prof. Dr. K.-H. Schmidt (Potsdam) die durch viele Publikationen dokumentierte Wirksamkeit dieser Forschungsstätte hervor.

Die Arbeitskreise „Veränderliche“ und „Meteore“ der Zentralen Kommission „Astronomie und Raumfahrt“ des Kulturbundes der DDR setzen je einen Zweig der Hoffmeisterschen Ansätze fort. Die Cuno-Hoffmeister-Plakette des Kulturbundes der DDR ist auch eine Würdigung der Persönlichkeit und der Ausstrahlung des Gründers der Sternwarte Sonneberg.

JÜRGEN RENDTEL

Noch einmal: Leibniz-Medaille an Amateur

Im Heft 6/85 berichteten wir über die Verleihung der Leibniz-Medaille der Akademie der Wissenschaften der DDR an Bfr. Helmut Busch (Hartha). Dabei unterließ uns der Irrtum, diese Verleihung als erste zu bezeichnen, die der Ehre eines Amateurastronomen galt. Mehrere Leser wiesen uns darauf hin, daß bereits 1954 Walter Löbering für seine langjährigen Beobachtungen des Planeten Jupiter diese Ehrung erhielt. Herr Otto Wildner aus Aue fügte hinzu, daß dies von der hohen Wertschätzung der Amateurastronomie unseres Landes von Seiten der Akademie der Wissenschaften der DDR zeugt.

Wir danken für die Richtigstellung.

Die Redaktion

Mitteilung über eine Jupiter- beobachtung

Mit einem Refraktor 80/1200 und Okular 16 mm beobachtete ich am 28. 12. 1985 von 16.45 bis 17.35 Uhr den Planeten Jupiter. Mein Beobachtungsstandort war Sagard/Rügen (55° n. B.).

Trotz stellenweiser Bewölkung war eine ausgezeichnete Sicht. Die vier galileischen Monde standen westl. des Planeten. Um 16.45 Uhr bemerkte ich östl. von Jupiter, in der Äquatorebene, ein Objekt, das ca. 25% der Helligkeit von Io hatte. Der scheinbare Durchmesser betrug 1/3 bis 1/4 von Io. Der Abstand zwischen dem Objekt und dem Jupiter betrug sehr genau einen Jupiterdurchmesser. Die Färbung lag zwischen weiß und bläulich.

Die Zeitangabe für das scheinbare Zusammentreffen mit dem Jupiter ist nicht exakt. Um 17.32 Uhr bedeckte sich kurzzeitig der Himmel. Um 17.35 Uhr war für einen Moment klare Sicht. Zu diesem Zeitpunkt war das Objekt nicht mehr zu sehen.

Es erscheint mir unwahrscheinlich, daß es sich um den Jupitermond V Amalthea gehandelt habe. Andererseits fand sich in der Literatur keine Vorausberechnung des fraglichen Objekts. Auch ein Planetoid kommt m. E. nicht infrage.

CHRISTIAN NOWAK

Dazu teilte uns Hans-Jörg Mettig (Dresden) mit: Nach [1] und einer von D. Richter ausgeführten Jupiterbahn-Berechnung handelte es sich bei dem fraglichen Objekt um den Fixstern SAO 164338 (7_m 2). Die beobach-

tete Änderung seiner Position relativ zu Jupiter stimmt in Betrag und Richtung gut mit der damaligen Bewegung des Jupiters überein. Amalthea kommt mit seiner Helligkeit von 13 Größenklassen tatsächlich ebenso wenig infrage, wie ein Planetoid.

Lit.: [1] Sky Catalogue 2000.0, Vol. 1, Cambr. Univ. Press. Sky Publishing Corporation, 1982, p. 543.

Die Beobachtung des Kometen Halley

1. Bericht des Arbeitskreises Kometen

„Die Erforschung des Kometen Halley ist vom Umfang und von der Zielstellung her das bisher größte astronomische und raumfahrttechnische Unternehmen der Menschheit.“ (F. Rietz)

Auch die Amateurastronomen haben in der „Internationalen Halley Überwachung“ (IHW) einen festen Platz und wurden zu Beobachtungen aufgerufen. Die Beobachtungen der Amateurastronomen der DDR werden vom Arbeitskreis Kometen angeleitet, zusammengefaßt und dem Datenarchiv der IHW zugeleitet.

Am 22. Februar trafen sich rund 50 Sternfreunde zu einem Beobachterseminar des AK Kometen im Jenaer Planetarium. Im Mittelpunkt stand dabei eine erste Auswertung der bisherigen Beobachtungen des Kometen Halley und sich daraus ergebende Hinweise für die nächsten Sichtbarkeitsperioden im März und April/Mai. Die dem AK Kometen vorliegenden Beobachtungen stammen von insgesamt 49 Sternfreunden. Der Bereich der visuellen Beobachtungen erstreckt sich vom 27. September 1985 (Eberhard Zische) bis 24. Januar 1986 (Marcus Richter), die fotografischen Beobachtungen reichen vom 13. September 1985 (Dietmar Kitta, Wolfgang Müller und Mathias Scholz) bis zum 17. Januar 1986 (Norbert Reddemann). Eine Übersicht über die Anzahl der Beobachtungen gibt die Tabelle. Es sind darin nur die Beobachtungen erfaßt, die dem AK Kometen direkt mitgeteilt wurden. Die Gesamtzahl der in der DDR durchgeführten Beobachtungen liegt bedeutend höher und ständig treffen weitere beim Arbeitskreis ein.

Tabelle 1: Anzahl der Halley-Beobachtungen des AK Kometen

Monat	visuelle Beobachtungen	fotografische Beobachtungen
September 1985	1	10
Oktober 1985	22	39
November 1985	64	51
Dezember 1985	121	62
Januar 1986	73	31
Summe	281	193
	32 Beobachter	21 Beobachter

Neben diesem quantitativ beachtlichen Ergebnis ist auch die Qualität der Beobachtungen und Fotografien durchaus zufriedenstellend. Beispielsweise beträgt die Streuung der beobachteten Gesamthelligkeit im Oktober und

November nur ± 0.3 Größenklassen. Dies ist bei Kometen ein sehr gutes Ergebnis. Die Streuung vergrößerte sich Anfang Dezember auf etwa ± 0.6 Größenklassen. Der Grund dafür liegt sicher in den relativ schlechten Beobachtungsbedingungen und an den Ergebnissen einiger Amateure mit geringer Beobachtungserfahrung. Allerdings tritt bei den Schätzergebnissen für die Helligkeit und den Komadurchmesser eine systematische Abweichung zu anderen publizierten Beobachtungsreihen auf. Diese Abweichungen haben bei der Helligkeit und dem Komadurchmesser den gleichen Verlauf und sind zum Zeitpunkt der größten Erdannäherung des Kometen Ende November am größten. Eine detaillierte Auswertung dazu folgt in einem der nächsten AuR-Hefte.

Fast alle dem Arbeitskreis Kometen mitgeteilten Beobachtungen an P/Halley wurden der Leitstelle der IHW an der Dr.-Remels-Sternwarte in Bamberg mitgeteilt.

KARSTEN KIRSCH

Erstes Gnomonik-Seminar

Am 26. und 27. Oktober 1985 trafen sich 20 Mitglieder des Arbeitskreises Gnomonik im Kulturbund der DDR in Potsdam zu ihrem 1. Seminar. Aus der VR Ungarn nahm Herr Lajos Bartha, Leiter der Sektion Astronomiegeschichte aus Budapest, teil.

In der bisherigen sechsjährigen Arbeit kam es lediglich zu Begegnungen in kleineren Gruppen bzw. im Rahmen des AK „Geschichte der Astronomie“. Die Hauptarbeit, die Erforschung und Registrierung der ortsfesten Sonnenuhren in der DDR, geschah in der Hauptsache in Einzelarbeit sowie durch die Mitwirkung zahlreicher interessierter Bürger.

In zunehmendem Maße wuchs das Interesse der Mitglieder an theoretischen Problemen der Gnomonik, so daß sich kleinere Arbeitsgruppen herausbilden konnten. Die inhaltliche Gestaltung des Seminars hat diese Tatsache Rechnung getragen. Fragen der Organisation wurden nur in geringem Maße behandelt. Einen wichtigen Programmpunkt nahm die Diskussion über die Neuauflage des Sonnenuhren-Kataloges ein, für die die Arbeiten bis Ende 1988 abzuschließen sind. Dr. J. Hamel, Berlin, der für die Redaktion verantwortlich zeichnet, machte Vorschläge für die Korrekturen, Ergänzungen und Eingliederung der neuen Objekte, von denen bis 1988 ca. 400 zu erwarten sind. Bis zum 25. 10. 1985 waren 1105 Sonnenuhren bekannt, d. h. 180 mehr als im Katalog.

Die Thematik des Seminars umfaßte sowohl die zeichnerisch-konstruktive als auch die mathematisch-numerische Seite der Gnomonik und bot daher ein recht umfassendes Bild. W. Lübster, Burg Stargard, bekannt durch seine verdienstvolle Forschungsarbeit auf dem Gebiet der mittelalterlichen Sonnenuhren aus der Zeit vor 1500, sprach über die Anwendung des technischen Zeichnens in der Gnomonik sowie über Untersuchungsergebnisse an den alten „gekratzten“ Sonnenuhren mit Hilfe des Polstabenreieckes. H. Rau, Berlin, stellte an Beispielen zeichnerische Untersuchungsmethoden an mittelalterlichen Sonnenuhren vor. Dr. F. Tiersch, Sömmerda, beleuchtete diese in der Gnomonik als kompliziert geltende Thematik von einem anderen Gesichtspunkt und stellte eine bisher nicht bekannte Formel zur Berechnung der Schattenwinkel mit unterschiedlichen Stabneigungen vor. In diesem Zusammenhang wurde auch die alte Sonnenuhr aus dem 14. Jahrhundert in Szeged bei Budapest einer eingehenden Untersuchung unterzogen.

Dr. H. Vilkner, Greifswald, brachte eine umfassende Zusammenstellung der bei abweichenden Vertikaluhren auftretenden Winkel und mathematischen Beziehungen sowie eine interessante vergleichende Darstellung der Stunden- und Datumslinien bei Sonnenuhren zwischen Äquator und Pol. H.-J. Steinbrück, Erfurt, zeigte, wie Fotos von Sonnenuhren entzerrt werden können, um die berechneten und dargestellten Stundenlinien miteinander vergleichen zu können.

Über die Aktivitäten der Fachgruppe Heiligenstadt sowie über eine der ältesten Sonnenuhren in unserer Republik aus dem Jahre 1497 in Deuna berichtete M. Kahlmeyer, Birkenfelde. Die weiteren Untersuchungen werden zeigen, ob es sich dabei bereits um eine Polstabsuhr handelt. A. Zenkert, Potsdam, behandelte die Besonnungsdauer an vertikalen Wänden, die Anwendung des stereographischen Netzes für die Gnomonik und demonstrierte im Planetarium Sachverhalte aus der mathematischen Astronomie. M. Hölzel, Taubenheim, sprach über sein Arbeitsgebiet als Graphiker und Gestalter zahlreicher Sonnenuhren in der Oberlausitz und belegte seine Ausführungen mit Farbbildern.

Aus der gnomonischen Schatzkammer im Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden berichtete in einem Lichtbildervortrag J. Schardin. W. Gladies, Berlin, Uhrmachermeister und Praktiker, stellte zwei Geräte vor, die der genauen Aufstellung von Äquatorialuhren sowie der Darstellung der Datumslinien dienen.

In einem ausführlichen Vortrag sprach L. Bartha, Budapest, über die Sonnenuhrenforschung in seinem Lande, wo bisher 430 Objekte registriert werden konnten. Die Verbreitung der Sonnenuhren zeigt ein sehr unterschiedliches Bild. In den einst von den Türken besetzten Gebieten fehlen alte Sonnenuhren fast vollständig. Erst im 18. Jahrhundert nimmt die Zahl wieder zu. Ähnlich wie in der DDR ist auch in der VR Ungarn eine starke Zunahme der modernen Sonnenuhren in den letzten Jahrzehnten festzustellen. Die Forschungsergebnisse konnten in einem Katalog zusammengefaßt werden.

Für die weitere Arbeit hat das Seminar eine Reihe von Anregungen geben können. Es war damit endlich auch die Möglichkeit geboten, in einem größeren Rahmen Gedanken und Erfahrungen auszutauschen. Die Mitglieder des AK sehen in ihrer Freizeitbeschäftigung nicht nur ein interessantes Gebiet, sondern auch eine wichtige kulturpolitische und denkmalpflegerische Aufgabe.

A. ZENKERT

Astronomiegeschichte in der VR Ungarn

Die Arbeitsgruppe „Geschichte der Astronomie“ der TIT-Freunde der Astronomie in der VR Ungarn veranstaltete am 8. und 9. 11. 1985 in Eger eine Konferenz, an der 35 Interessenten teilnahmen. Als ausländische Gäste konnten A. McConnell, Science Museum London und A. Zenkert, Arbeitskreis Gnomonik im Kulturbund der DDR, begrüßt werden.

In 15 Vorträgen wurde über Arbeitsergebnisse in der astronomiehistorischen sowie gnomonischen Forschung berichtet. Die Thematik war weit gefächert und befaßte sich mit biographischen Untersuchungen astronomischer Persönlichkeiten, mit historischen Finsternissen und Kometenerrechnungen, mit der soziologischen Erforschung der ungarischen Amateurastronomen u. a. m. Vier Vorträge behandelten Forschungsergebnisse der ungarischen Gnomoniker. A. Zenkert berichtete über die

Aufgaben des Arbeitskreises Gnomonik in der DDR und stellte in einem Lichtbildervortrag die interessantesten Sonnenuhren vor.

Die Tagungsteilnehmer hatten reichlich Gelegenheit, das aus der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts stammende Lyzeum mit der wertvollen Bibliothek und der einstigen Sternwarte mit ihren musealen Sehenswürdigkeiten zu besuchen. Zu den besonderen Erlebnissen gehören das auf der 58 m hohen Kuppel installierte Periskop mit der Camera obscura sowie der Meridian von Eger, auf dem mittels eines Sonnenbildchens der Zeitpunkt des wahren Mittags festgestellt wird, der infolge der großen Längendifferenz und der Zeitgleichung am 9. 11. bereits um 11^h22,5^m MEZ war.

A. ZENKERT

AUS d. LITERATUR

Sauriersterben – Kometenschauer – Sonnenbegleiter

Katastrophen der Erdgeschichte in kontroverser Diskussion

Die Frage nach dem Aussterben bestimmter Lebewesen hat auf den ersten Blick in unserer Zeitschrift zu suchen. Bis vor einigen Jahren beschäftigten sich auch nur Paläontologen, Biologen und Geologen mit Fossilien und Schlussfolgerungen über Auftreten und Aussterben bestimmter Arten. 1980 erschien in der Zeitschrift *Science* ein Beitrag [1], in dem als Ursache für das Massensterben beim Übergang vom Tertiär zur Kreidezeit vor etwa 65 Millionen Jahren der Einschlag eines kosmischen Körpers angenommen wurde. Ausgangspunkt dieser Annahme ist eine erhöhte Iridium-Konzentration in einer entsprechenden Bodenschicht (siehe auch [2]). Normalerweise ist Iridium in der Erdkruste selten, da es bei der Differenzierung (beim Aufschmelzen) des Protoplaneten ins Erdinnere gelangte.

Als die Diskussionen bereits nachließen, berichteten Raup und Sepkoski [3], daß das Aussterben von Meereslebewesen im Verlaufe der letzten 230 Millionen Jahre offenbar mit einer Periode von 26 Millionen Jahren erfolgte. Diese Periode rief nun eine Vielzahl von Hypothesen hervor. Wichtig zu betonen ist, daß es sich bei den Anzeichen und erst recht bei den möglichen Erklärungen nicht um eindeutige und sichere Aussagen handelt. Dies soll im Folgenden anhand einiger in der neueren Literatur diskutierten Daten und Zusammenhänge skizziert werden.

Periodische Katastrophen?

Als Auslösemechanismus für katastrophale Vorgänge auf der Erde kommen u. a. in Frage:

- Einschlag von Kometen oder/und Planetoiden,
- Durchgang des Sonnensystems durch interstellare Staubwolken,
- nahe Supernovaexplosionen,
- zeitweilig sehr intensive kosmische Strahlung,
- Umkehr des Erdmagnetfeldes.

Die Einschlaghypothese steht im Vordergrund, da nicht nur für den Übergang Tertiär-Kreide mögliche Zeug-

Tabelle: Krater auf der Erde, die mit dem periodischen Aussterben von Arten korreliert sein sollen [7]

Ort	Ø (km)	Alter Mill. Jahre	Einschlag/Objektyp
Karla; UdSSR,	10	7 ± 4	
Rog. Kirov			
Haughton; Kanada	20	13 11	
Ries; BRD	24	14,8 0,7	Achondrit?
Mistastin;	28	38 4	Eisen oder Achondrit
Labrador			Chondrit (C1, C2, LL)
Wanapitei;	8,5	37 2	Eisen
Ontario			C-Chondrit
Popigai; Sibirien	100	39 9	
Lappajärvi;	14	77 4	
Finnland			
Steen River;	25	95 7	
Alberta			
Boltysh;	25	100 5	
Ukrain. SSR			
Logosk;	17	100 20	
Belorus. SSR			
Mien Lake;	5	118 2	Steinmeteorit?
Schweden			
Gosses Bluff;	22	130 6	
Australien			
Rochepouart;	23	160 5	Eisen (IIA) oder Chondrit?
Frankreich			Eisen
Obolon;	15	185 10	
Ukrain. SSR			
Puchezh-Katunki;	80	183 3	
RSFSR			
Manicougan;	70	210 4	
Quebec			

nisse (Quarzkörner, die nur bei Drücken von mehr als 150 000 at entstehen) zusätzlich zur Iridium-Anomalie gefunden wurden [4, 5]. Gleichzeitig gibt es aber auch Autoren, die dies nicht für eindeutige Hinweise auf Einschlagereignisse halten und endogene Quellen bzw. Mechanismen anführen [6].

Auch muß man sich natürlich fragen, ob es sich tatsächlich um eine Periodizität von Ereignissen handelt. So soll sich eine Periode von 28 Millionen Jahren in den Altern von großen Einschlagkratern abzeichnen. Grundlage sind 16 Krater mit Durchmesser über 5 km und einer Altersbestimmung, deren wahrscheinlicher Fehler weniger als 20 Millionen Jahre beträgt (Tabelle aus [7], ausführliche Analyse in [8]). Untersuchungen durch verschiedene Autoren führen zu einer Periode von 28 ± 4 Millionen Jahren in diesen Daten. Nun ergibt sich die Frage, wie es zu periodischen Einschlaghäufungen kommen kann. Bei den Überlegungen hierzu gehen die meisten Autoren davon aus, daß es sich um Kometenschauer aus der Oortischen Wolke handelt.

Einfluß der Galaxis

Während ihres Umlaufes um das galaktische Zentrum führt die Sonne eine nahezu harmonische Bewegung aus, die (jeweils zur Hälfte) oberhalb und unterhalb der galaktischen Ebene verläuft. Deren halbe Periodenlänge beträgt 31 ± 2 Millionen Jahre.

In der Ebene befinden sich die größten Massen, u. a. große interstellare Gas- und Staubwolken mit 10⁴ bis 10⁶ Sonnenmassen. Etwa ein Drittel der Zeit befindet sich die Sonne mehr als 60 pc von der galaktischen Ebene entfernt, damit ohne merklichen Einfluß durch derartige

Wolken. Nahe der Ebene könnten die gravitativen Kräfte zur Störung der Oortschen Wolke und somit zur Auslösung von Kometenschauern führen.

Eine Modifikation dieser Vorstellung findet man bei Clube und Napier [9]. Sie behandeln die „Feinstruktur“ von Katastrophenperioden beim Durchgang des Sonnensystems durch die galaktische Ebene, wobei ein interstellarer Ursprung von Kometen (d. h. Einfang) für möglich gehalten wird. Die Oortsche Wolke stellt danach eine Art Zwischenspeicher dar. Sie befindet sich nicht in einem stationären Zustand. Die Verteilung der Perihelien und der großen Bahnhalbachsen der langperiodischen Kometen weisen auf eine jüngere Störung hin, die etwa 3 bis 6 Millionen Jahre zurückliegt und mit Einfängen während des (letzten) Durchganges durch die galaktische Ebene zusammenfällt. Ein Riesenkomet könnte durch verschiedene Etappen ins Apollo-Amor-System gelangen (vgl. Astronomie und Raumfahrt 23 (1985) 99–105) und bis dahin einer Anzahl von Zerstörungen unterliegen, so daß u. a. eine große Menge Staub produziert wird. Dieser könnte klimatische Veränderungen hervorrufen; wir beobachten den Rest des Staubes als Zodiakallicht. Man müßte also nicht Einzelereignisse als Ursachen katastrophaler Prozesse auf der Erde annehmen und der Vorgang würde sich damit über längere Zeiten erstrecken.

Sonnenbegleiter?

Die zweite Variante zur Erklärung von Störungen des Kometenreservoirs ist dagegen völlig neu: Ein (bisher) unsichtbarer Sonnenbegleiter, der sogleich nach der griechischen Göttin der Vergeltung Nemesis getauft wurde. Dieses hypothetische Objekt soll eine elliptische Bahn mit einem Perihel um 10000 AE haben, damit es in Perihelnähe einen Kometenschauer auslösen kann.

Um eine Periode von etwa 27 Millionen Jahren zu erhalten, ist dann ein Aphel von 180000 AE nötig. Da das letzte Massensterben vor etwa 11 Millionen Jahren stattfand, muß das Objekt jetzt in Aphelnähe sein.

Ein Objekt von vielleicht 1/100 Sonnenmasse wäre am besten im Infrarot festzustellen. Aber wenn die (visuelle) Helligkeit bei 10^m liegt, muß seine Nähe nicht auffallen. Nemesis, sofern existent, bewegt sich mit der Sonne um das galaktische Zentrum und soll auch in Aphelnähe sein. Damit wäre es am Himmel stationär. Parallaxenmessungen würden sicher zum Erfolg führen, aber solche Messungen werden erst durchgeführt, wenn ein Objekt irgendwelche Anzeichen für eine geringe Entfernung erkennen läßt ...

Da Nemesis Störungen durch benachbarte Objekte unterliegt, ist die Bahn nicht völlig stabil [10, 11]. Die Umlaufzeit kann um 5 Millionen Jahre schwanken, und nicht bei jedem Perihel muß ein Kometenschauer auftreten. Um aber überhaupt ständig von der Sonne festgehalten zu werden, darf die Neigung der Bahnebene gegen die galaktische Ebene 30° nicht überschreiten.

Die verlangten Bahndaten und diesbezüglich angestellte Doppelsternuntersuchungen machen eine Trennung eines wie Sonne-Nemesis gearteten Systems durch äußere Kräfte sehr wahrscheinlich [12].

Auch wenn sich Nemesis als nicht existent erweist, geben neue Hypothesen oft wichtige Anregungen für weitere Arbeiten, hier in Richtung auf besonders massearme Sterne („braune Zwerge“).

Planet X?

Ein dritter Mechanismus könnte auf den immer wieder vermuteten zehnten Planeten, Planet X, außerhalb der Plutobahn beruhen. Er soll sich der in [13] geäußerten Hypothese zufolge in 100 bis 150 AE Abstand von der Sonne auf exzentrischer ($e \approx 0,6$) und stark geneigter Bahn befinden. Durch seine Durchgänge bewirkt er die

Entstehung einer „geäußerten Zone“ im inneren Bereich der Oortschen Wolke. Mit der Präzession kommt er an die Ränder dieser Zone und lenkt erneut Kometen ab. Nach Whitmire und Matese [13] könnte Planet X etwa 1,5 Erdmassen haben und eine um 45° geneigte Bahn gegen die Ekliptik. Eventuelle Suchverfahren wären ebenfalls im Infrarot am aussichtsreichsten.

Zweifel sind angebracht!

Soweit einige interessante Argumente und Schlussfolgerungen, die für periodische Einschlagereignisse sprechen. Natürlich ist es nicht möglich, alle Hypothesen ausführlich darzustellen. Bei aller Phantasie und trotz der angeführten Argumente muß man aber auch die Grenzen der Hypothesen sowie andere Tatsachen beachten, die nicht unbedingt in das vorher genannte Szenarium passen. So gibt es starke Zweifel, ob Kometen überhaupt als die verantwortlichen kraterproduzierenden Objekte in Frage kommen. Wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, sind für acht von den 16 Ereignissen die Typen der möglichen Einschlagobjekte zu ermitteln. Nur zwei davon stellen einfaches (kometenartiges?) Material, kohlige Chondrite dar. Davon fällt übrigens einer (Lappajärvi) mit einem Alter von 77 ± 4 Millionen Jahren genau zwischen die angegebenen Häufungszeiten (65 und 95 Millionen Jahre)! Differenziertes meteoritisches Material, wie Eisenmeteorite oder Achondrite, sind mit einer kometenartigen Quelle nicht verträglich.

Offenbar gibt es keine eindeutige Relation zwischen Aussterben von Arten und Einzelereignissen: fünf Krater (davon 4 mit einem Durchmesser größer 10 km) fallen mit dem Ende des Devon zusammen. Auch hierfür wurde eine Iridium-Anhäufung gefunden [14]. Andererseits sind fünf Krater (davon 3 mit einem Durchmesser größer 10 km) mit 290 Millionen Jahren Alter nicht mit einem Artensterben assoziiert und für das Ende des Ordoviciums findet man keine Krater ...

Schließlich kann man auch feststellen, daß die Iridium-Ablagerung am Übergang zwischen Tertiär und Kreidezeit im Verlaufe von 10000 bis 100000 Jahren erfolgte [15]. Dies läßt sich eher mit einer langen Periode erhöhter vulkanischer Aktivität erklären, kaum aber mit einem kosmischen Einschlagereignis. Einen gewissen Ausweg daraus haben wir schon in den Überlegungen von Clube und Napier (Kometenzerfall) gefunden.

Die Fehlerbereiche der Ausgangsdaten und ihre sehr wahrscheinliche Unvollständigkeit werden die kontroversen Diskussionen auch in Zukunft in der einen oder anderen Richtung aufflammen lassen, bis vielleicht eindeutige Beobachtungsbefunde zu einer Entscheidung führen. In jedem Fall ergeben sich neue Impulse für Untersuchung und Verständnis geologischer und astronomischer Prozesse (Krateralter, Oortsche Wolke, Nemesis, Planet X, dynamische Entwicklung von Kometen usw.). Ob unser Sonnensystem tatsächlich stärker als bisher erwartet mit interstellarer Materie in Verbindung und im Austausch steht und wie die Oortsche Wolke „funktioniert“, sind Fragen, die in Zukunft beantwortet werden.

JÜRGEN RENDTEL

Literatur: [1] L. W. Alvarez, W. Alvarez, F. Asaro, H. V. Michel: Extraterrestrial cause for the Cretaceous/Tertiary extinction. *Science* 208 (1980) 1095–1108. – [2] F. T. Kye, Z. Zhou, J. T. Wasson: Siderophile enriched sediments from the Cretaceous-Tertiary boundary. *Nature* 288 (1980) 651–656. – [3] D. M. Raup, J. J. Sepkoski jr.: *Proc. Natn. Acad. Sci. U.S.A.* 81 (1984) 801–805. – [4] F. Bohor, E. E. Ford, P. J. Modreski, D. M. Triplehorn: Mineralogical evidence for an impact event at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Science* 224 (1984) 867–869. – [5] R. Ganapathy: Evidence for a major meteorite impact on the Earth 34 million years ago: implication for Eocene extinctions.

Science 216 (1982) 885–886. – [6] A. R. Crawford: Spiral arms, comets and terrestrial cataclysm: a discussion. Q. J. R. astr. Soc. 26 (1985) 53–55. – [7] P. R. Weissman: Terrestrial impactors at geological boundary events: comets or asteroids? Nature 314 (1985) 517–518. – [8] R. A. F. Grieve: The record of impact on Earth – implications for a major Cretaceous-Tertiary impact event. Geol. Soc. Amer. Special Paper 190 (1982) 25–37. – [9] S. V. M. Clube, W. M. Napier: The microstructure of terrestrial cataclysm. Mon. Not. R. astr. Soc. 211 (1984) 953–968. – [10] J. G. Hills: Dynamical constraints on the mass and perihelion distance of Nemesis, the „Death Star“, and the stability of its orbit. Nature 311 (1984) 636–638. – [11] M. V. Torbett, R. Smoluchowski: Orbital stability of the unseen solar companion linked to the periodic extinction events. Nature 311 (1984) 641–642. – [12] S. V. M. Clube, W. M. Napier: Terrestrial cataclysm-Nemesis or Galaxy? Nature 311 (1984) 635–636. – [13] D. P. Whitmire, J. J. Matrese: Periodic comet showers and planet X. Nature 313 (1985) 36–38. – [14] P. E. Playford, D. J. McLaren, C. J. Orth, J. S. Gilmore, W. D. Goodfellow: Science 226 (1984) 437–439. – [15] C. B. Officer, C. L. Drake: Science 227 (1985), March 8.

JÜRGEN RENDTEL

*

Unser Milchstraßensystem – ein toter Quasar?

Das Standardmodell eines Quasars geht von einem riesigen schwarzen Loch im Zentrum einer sonst normalen Galaxie aus. Kurz vor dem Einfall in das schwarze Loch befindliches Material (Gas, Staub, Sterne) wird stark komprimiert und aufgeheizt, ein großer Teil der Masse wird dabei in Strahlungsenergie umgewandelt. Ein schwarzes Loch von 10^6 Sonnenmassen würde beim Einfall von etwa 10 Sonnenmassen/Jahr die rund 1000fache Leuchtkraft einer normalen Galaxie bewirken. Natürlich ist damit zu rechnen, daß dieses schwarze Loch im Laufe der Zeit seine Umgebung leert und mit der eintretenden Materialknappheit ein Rückgang der Leuchtkraft einhergeht. Der Quasar altert, die Energieabstrahlung läßt nach, bis die quasartypische Aktivität im normalen Sternlicht der Galaxie untergeht.

Tatsächlich ist uns aus Beobachtungen naher Quasare bekannt, daß diese oft in galaxienförmigen Strukturen eingebettet scheinen, deren Spektren für das Auftreten von Sternen charakteristisch sind. Andererseits ist an die aktiven Galaxien zu erinnern (Seyfert-Galaxien, BL-Lacertae-Objekte), deren sehr helle Kerne oft an die Helligkeit kleinerer Quasare heranreichen und deren Spektren im Prinzip Quasarspektren sind. Die meisten Astronomen glauben, daß diese aktiven Galaxien Miniatur-Quasare mit dem gleichen Energieumwandlungsmechanismus sind.

Den Alterungsprozeß der Quasare könnte man darin erkennen, daß nähere und damit ältere Quasare im Durchschnitt leuchtschwächer sind. Stimmt diese Verknüpfung, dann sollten viele unserer Nachbargalaxien und eventuell unsere eigene Galaxie selbst ehemalige, stark gealterte Quasare sein, in deren Zentren noch schwarze Löcher mit 10^6 bis 10^9 Sonnenmassen vorhanden sind, wo noch geringe Quasarakтивitäten ablaufen. Auf deren Nachweis zielen Beobachtungen von Filipenko und Sargent am 5-m-Teleskop des Mount-Palomar-Observatoriums.

Untersucht wurden die Kerne von 75 Galaxien im Entfernungsbereich von 10 bis 100 Mill. Lichtjahren unter Einsatz modernster Hilfsmittel. Das Problem, daß die Rest-Quasarakтивität nun vom normalen Sternlicht der Galaxien überstrahlt wird, konnte beobachtungstechnisch überwunden werden. Zur Zeit der Abfassung ihres ersten Berichtes waren die Autoren aus der noch laufenden Analyse heraus schon in der Lage, mitzuteilen, daß in 19–28 Fällen typische Quasaremissionen gefunden werden konnten. Die spektralen Anzeichen starker Turbulenzen, die bei in schwarze Löcher einfallendem Material auftreten müßten, waren eindeutig vorhanden. Der Umfang der Untersuchungen soll in den nächsten Jahren auf 500 Galaxien erweitert werden.

Zu einer weiteren Untersuchung des Kerngebietes unserer Galaxie und des dort vorhandenen kompakten Objektes im Radiobereich kam es durch Lo und Mitarbeiter mit dem Very Large Array (New Mexico). Das Ausmaß des Objektes konnte auf 3 Mrd. km (20 AE) eingegrenzt werden. Es wird damit immer schwieriger, dieses Objekt anders als die an ein massereiches schwarzes Loch gekoppelten Erscheinungen zu deuten. Prinzipiell wäre die beobachtete Leuchtkraft auch durch einen Haufen junger Sterne erklärbar, dessen Stabilität auf so engem Raum allerdings kaum denkbar ist. Vielmehr würde die beobachtete Emissionsregion gut mit den theoretisch zu erwartenden Erscheinungen bei Anwesenheit eines mittelgroßen schwarzen Loches übereinstimmen.

Bei aller Vorsicht gegenüber der Deutung dieser Beobachtungen, weitere und präzisere Beobachtungen sind unbedingt erforderlich, die Existenz von schwarzen Löchern in den Zentren vieler Galaxien erscheint heute wahrscheinlicher als je zuvor.

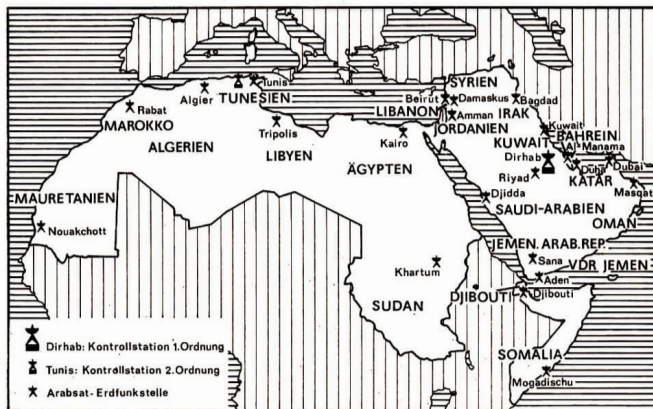
Literatur: Science Vol. 228 (1985) 1170

*

Erste Sitzungsperiode der WARC-ORB 1

Rund 1000 Experten aus etwa 140 Ländern trafen sich vom 8. 8.–16. 9. 1985 in Genf zur ersten Sitzungsperiode der WARC-ORB 1, einer „Weltweiten Funkverwaltungs-konferenz zur Planung des geostationären Orbits und der Funkdienste, die ihn nutzen“. Zu den problematischen Aufgaben dieser Konferenz gehörte es, für verschiedene Weltraumfunkdienste in verschiedenen Frequenzbereichen Planungsmethoden und Zuordnungsprinzipien vorzuklären, die für alle Länder Gleichberechtigung bei der Nutzung der geostationären Umlanbahn und der Frequenzbereiche sichern. Endgültige Beschlüsse werden durch die 2. Sitzungsperiode WARC-ORB 2 – die Hauptkonferenz – gefällt, die 1988 stattfindet. Mit einem Inkrafttreten dieser Beschlüsse wird ab 1990 gerechnet. Im Ergebnis der Genfer Konferenz einigten sich die Teilnehmerländer, jedem der rund 160 Mitgliedsländer der Internationalen Fernmeldeunion ITU eine geostationäre Satellitenposition und entsprechende Frequenzen zuzuweisen. Freie Frequenzen in den Bereichen 4/6 GHz und 11/13 GHz sollen an Staaten unabhängig von deren Größe und Bevölkerungszahl vergeben werden. Bisher bereits genutzte Frequenzen und Orbitpositionen sollen weitgehend wie bisher weiter genutzt werden. Noch offen ist die Nutzung des perspektivisch bedeutungsvollen Bereichs 20/30 GHz.

Literatur: Presseinformationen.



Arabsat in Betrieb

Seit Februar 1985 verfügen die Mitgliedsländer der am 22. März 1945 in Kairo gegründeten „Liga der Arabischen Staaten“, der heute 21 Staaten sowie die Palästinensische Befreiungsorganisation PLO angehören, über ein eigenes Fernmeldesatellitensystem, mit dem das dermeldewesen im Bereich der Gemeinschaft entscheidend verbessert und ausgebaut werden soll. Es dient sowohl regionalen zwischenstaatlichen als auch innerstaatlichen Verbindungen.

Der Beschluß zum Aufbau dieses Systems wurde bereits 1976 gefaßt, als die Gründung der „Arab Satellite Communications Organization“ Arabsat erfolgte. 1981 wurde der Vertrag über den Bau der Satelliten abgeschlossen, wobei ein westeuropäisch-amerikanisches Firmengremium als Auftragnehmer fungierte. Am 8. 2. 1985 wurde der Satellit Arabsat 1-A mit einer Ariane gestartet und bei 19° öL geostationär positioniert. Am 17. 6. 1985 folgte Arabsat 1-B – ausgesetzt beim Shuttle-Flug STS-18 (Discovery F-5/51-G), der in eine geostationäre Position bei 26° öL gelangte. Ein dritter Satellit dient als Bodenreserve. Das System dient der Übertragung von Hör- und Fernsehprogrammen, Telefonie und Telegrafie sowie meteorologischen und sonstigen Daten. Arabsat umfaßt 3 Systemkomponenten:

- Das Raumsegment mit den genannten Satelliten.
- Das Überwachungs-, Steuerungs- und Kommandosystem mit einer zentralen Bodenstation bei Riyadh (Saudi-Arabien) und einer Nebenstation bei Tunis.
- Das Netz jeweils landeseigener Erdfunkstellen für den eigentlichen Nachrichtenverkehr.

Als Erdfunkstellen kommen 5 verschiedene Typen zum Einsatz:

- Große Regionalanlagen mit 11 m – Parabolantennen für die größeren Städte mit hohem Übertragungsbedarf, geeignet für alle Betriebsarten des Systems. Frequenzbereich: 6/4 GHz, Kapazität: 8000 Fernsprechanäle und 7 Fernsehprogramme.

- Kleine Erdfunkstellen mit ebenfalls 11 m-Antennen für Orte mit geringerem Bedarf, geeignet für Telegrafie und Telefonie sowie Fernsehprogrammempfang.

Frequenzbereich: 6/4 GHz.

- Kleine Fernsehprogramm-Empfangsstationen für den Empfangsbereich 2500–2690 MHz.

- Kleine transportable Erdfunkstellen für Notfallsituationen.

- Kleine Erdfunkstellen (6/4 GHz) für die Fernsehübertragung in entlegene Gebiete.

Am Rande vermerkt sei, daß die VR Algerien, Mitglied von Arabsat, das erste und einzige Land der Erde ist, das 3 internationalen Fernmeldesatellitensystemen mit globalem und regionalem Charakter angeschlossen ist – neben Arabsat an Intelsat und Intersputnik.

Literatur: Telecommunication Journ. 52 (1985) 3, S. 98 bis 102.

Australien gründete Weltraumforschungszentrum

Ein Weltraumforschungszentrum (Office for Space Science and Application) wurde in Australien gegründet. Aufgabe des Zentrums ist es, die Beteiligung des Landes an internationalen Raumfahrtprojekten zu aktivieren und die nationale Industrie zu eigenen Beiträgen zur Raumfahrttechnologie zu stimulieren. Dabei soll eine Konzentration auf solche Gebiete erfolgen, für die in Australien ein hoher Bedarf besteht, wie Wetterstationen, Nachrichtensatelliten und Erdfernerkundung. Träger des Zentrums ist die australische Organisation für Wissenschafts- und Industrieforschung CSIRO.

Literatur: mikrow.-mag., 11 (1985) 2, S. 114.

REZENSIONEN



Wilhelm Gotthelf Lohrmann 1797–1840

Unter den Amateurastronomen, insbesondere den Mondbeobachtern, gibt es wohl wenige, die Lohrmanns „Topographie der sichtbaren Mondoberfläche in 25 Sektionen“ nicht schon in der Hand gehabt bzw. einzelne Blätter davon am Fernrohr benützt hätten. Es ist das Verdienst des bekannten Sonneberger Astronomen Dr. Paul Ahnert, den Lohrmannschen Mondatlas, der 1878 durch Julius Schmidt bei J. A. Barth herausgebracht worden war, im gleichen Verlag im Jahr 1963 in zweiter Auflage erscheinen zu lassen, so daß er auch heute noch vielen Mondbeobachtern zur Verfügung steht.

Lohrmanns amateurastronomische Beschäftigung begann 1818, als er 22 Jahre alt war. 1820 schaffte er sich sein erstes größeres Fernrohr 83/1300 an, mit dem er ein Jahr später astronomische Beobachtungen in seinem privaten Dachobservatorium in der Neuen Gasse in Dresden durchführte. Im gleichen Jahr schuf er drei große Darstellungen (Karten) des Sonnensystems, die 1822 als Kupferstiche mit einem Begleitheft von 52 Seiten Umfang herauskamen.

1821 begann Lohrmann auch mit Mondbeobachtungen. Von Littrow (Wien) u. a. namhaften Astronomen erhielt er beifällige Kritiken zu einer mondtographischen Studie. Dadurch wurde er zu systematischen Mondbeobachtungen angeregt. Über den Mond hatte Lohrmann bereits sehr reale physikalische Vorstellungen. Er war der Meinung, daß keine Eisgebiete und kein Wasser die Mondoberfläche bedecken. Behauptungen über organisches Leben auf dem Mond überließ er der Phantasie.

Im Zusammenhang mit einer Dienstreise 1822 nach Süddeutschland zusammen mit seinem Vorgesetzten, dem Direktor der Sächsischen Kameralvermessung W. E. A. von Schlieben, erwarb Lohrmann bei Josef Fraunhofer in München die Optik zu seinem großen Fernrohr (122/1950), welche sein Freund und Kollege Blochmann in Dresden herstellte und an dem die Beobachtungen zum Mondatlas ausgeführt wurden.

Wegen der geplanten Mondtopographie hatte Lohrmann schon seit 1820 mit J. F. Encke Verbindungen geknüpft, der damals Direktor der Sternwarte Seeberg bei Gotha war. Gegenstand der Diskussion zwischen den beiden Gelehrten waren die Theorie der Libration und die Festlegung eines selenographischen Koordinatensystems gewesen.

Bei der Zeichnung der Mondkarten kamen Lohrmann seine technischen Kenntnisse und Beobachtungsfähigkeiten als Topograph zugute. Ebenso das hervorragende Fernrohr, welches mit einem Präzisionsfadenmikrometer ausgerüstet war. Zur Darstellung von Höhenunterschieden verwendete er die in der Kartographie gern benützte, weil anschauliche Schraffendarstellung. Olbers, Bode und andere Fachleute äußerten sich über die Qualität der ersten vier 1824 gedruckten Karten mit der größten Hochachtung. Die Zeichnung der übrigen 21 Blätter stellte Lohrmann bis 1836 fertig. Ungelöste Finanzierungsfragen und Lohrmanns früher Tod 1840 verzögerten die Herausgabe der gesamten Mondtopographie bis 1878. Lohrmanns seit 1827 nebenamtlich ausgeübte Tätigkeit als Oberspekter des Mathematisch-Physikalischen Salons in Dresden brachte ihm die Möglichkeit, seine astronomischen Ambitionen nun auch von Amts wegen zu entwickeln. In einem Anbau am Mathematisch-

Physikalischen Salon richtete er ein Observatorium ein, wo er mit einem Passageinstrument astronomische Zeitbestimmungen für eine exakte amtliche Zeitbekanntgabe in Dresden und später in ganz Sachsen (z. B. für die Eisenbahn) ausführte.

Das 1957 auf dem Zwingerwall errichtete Meridianhaus knüpft an die Lohrmannsche Tradition an und dient, ausgerüstet mit einem Zeiss-Passageinstrument seit der dem Lohrmann-Observatorium der TU Dresden zu kontinuierlichen Beobachtungsbeträgen im „International Polar Motion Service“.

Die hier sehr ausführlich besprochenen astronomischen Arbeiten Lohrmanns entsprechen dem Charakter der vorliegenden Biographie. Sie spiegeln jedoch in keiner Weise das vollständige Lebensbild und die Gesamtleistung dieses Mannes wider. Auch der in Arthur Weicholds Buch hervorragend gezeichnete historische Hintergrund und die glänzend dargestellten gesellschaftlichen Verhältnisse in Sachsen zu Beginn des 19. Jahrhunderts sind bisher nicht erwähnt worden, obwohl sie den Wert des Buches ganz entscheidend bestimmen.

Man bedenke jedoch, daß die Astronomie für Lohrmann Hobby und Nebentätigkeit war. Von Beruf Architekt, übte er eine ganze Reihe im Titel der Lohrmann-Biographie genannter Tätigkeiten hauptberuflich aus: Geodät, Topograph, Meteorologe und Förderer der Technik. Auf allen diesen Gebieten hat er außerordentlich große Verdienste erworben.

Unter seiner Leitung oder doch maßgeblichen Beteiligung entstand die topographische „Charte des Königreichs Sachsen“ und daraus für montanistische Zwecke die „Geognostische Specialcharte“, beide in 28 Blättern im Maßstab 1:120 000. Für diese Karten verwendete er frühere Arbeiten der Kameralvermessung mit: die Triangulation für die Katastervermessung Sachsens, die Aufnahme der Kammergüter, die Elbstromkarte und die umfangreichen barometrischen Höhenmessungen. Die „Charte des Königreichs Sachsen“ wurde von einem Stab von etwa 25 Mitarbeitern in sechs Jahren bis 1832 fertiggestellt.

Zu den Aufgaben der Kameralvermessung gehörten aber außerdem viele weitere Aufgaben, von denen eine der wichtigsten der Entwurf und die Absteckung der wichtigsten sächsischen Eisenbahnlängen von Dresden nach Leipzig, nach Chemnitz und Zwickau sowie nach Görlitz und Zittau war.

Schließlich war die gesellschaftliche Aktivität Lohrmanns bedeutend. In seiner Eigenschaft als Mitglied der „Oekonomischen Gesellschaft“ war er maßgeblich an der Gründung der „Technischen Hochschule“ (1828), der späteren Technischen Hochschule und jetzigen TU Dresden beteiligt, deren erster Vorsteher er wurde.

An die Verdienste Lohrmanns um die Förderung von Wissenschaft und Technik erinnern das Reliefporträt in der Amtskette des Rektors der TU Dresden und der Traditionsname „Lohrmann-Observatorium“ für die astronomische Forschungseinrichtung der Sektion Geodäsie und Kartographie der Technischen Universität Dresden.

Es sei nochmals betont, daß Weicholds Lohrmann-Biographie ein hervorragendes Werk über den Wissenschaftler Lohrmann vor dem Hintergrund der beginnenden technischen Revolution in Sachsen ist. Es ist von grundsätzlicher Bedeutung für alle Geschichtsforschung in den Gebieten Geodäsie mit ihren Zweigdisziplinen, Kartographie, Astronomie und Meteorologie sowie der Wissenschaftsorganisation.

K.-G. STEINERT

Weichold, Arthur: Wilhelm Gotthelf Lohrmann 1796 bis 1840; Lebensbild eines hervorragenden Geodäten, Topographen, Astronomen, Meteorologen und Förderers der Technik. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1985. 483 Seiten, 205 Bilder, 13 Anhänge, Preis 53,— M.

Vom Lebenslauf der Sterne

Der Abdruck des öffentlichen Vortrags „Vom Lebenslauf der Sterne“, gehalten von Rudolf Kippenhahn während der Jahresversammlung der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle, belegt in eindrucksvoller Weise, daß der Übersichts Vortrag, wenn er von einer auf dem entsprechenden Gebiet führenden wissenschaftlichen Persönlichkeit dargeboten wird, eine – ein sehr breites Publikum ansprechende – Form der Darstellung eines umfassenden Wissensgebietes ist. Und Kippenhahn kann im deutschsprachigen Raum als der Experte für alle Fragen der Sternentwicklung angesehen werden, stellen sie doch einen wichtigen Teil seiner Hauptarbeit dar. Erinnert sei in diesem Zusammenhang auch an sein (einen großen Leserkreis) ansprechendes Buch „Hundert Milliarden Sterne“, inzwischen in 4. Auflage in München erschienen.

Daß sich das Heft trotz des Zwanges zu zeitlich knapper und konzentrierter Form spannend und unterhaltsam liest, ist sicherlich in erster Linie der brillanten Vortragsweise Kippenhahns zuzuschreiben. Er verwickelt konsequent das Konzept eines streng logischen Aufbaus, so daß sich für den Zuhörer bzw. Leser scheinbar wie von selbst ein sachlicher Zusammenhang aus dem vorherigen ergibt und er versteht es gleichzeitig, sehr anschauliche und originelle, dem täglichen Leben entnommene Beispiele zur Verdeutlichung komplizierterer Sachverhalte heranzuziehen. Man hat nach der Lektüre das berechtigte Gefühl, aus relativ wenigen Seiten Text eine große Menge dazugelernt zu haben.

Auch für den Astronomen ist es sehr lehrreich, wie sich durch ein solch umfangreiches Gebiet von den elementaren Beobachtungsbefunden, wie Masse-Leuchtkraft-Funktion und Hertzsprung-Russell-Diagramm über die Modellrechnungen zur Sternentwicklung bis hin zu den dichtesten Zuständen der Materie wie Neutronensterne und Schwarze Löcher, ein roter Vortragsfaden zieht, der stets ohne (dem Zuhörer nicht bekannte) Zusatznahmen auskommt.

Dem Verlag ist es zu danken, daß die übersichtliche textliche und reichliche bildliche Darstellung sowie die gute Qualität aller Abbildungen ein ebenso fließendes Verfolgen des Vortrages gestattet, wie es dies sicher allen direkten Zuhörern möglich war.

Das Heft setzt keine speziellen Fachkenntnisse beim Leser voraus und ist allen an der Astronomie Interessierten zu empfehlen.

HOLGER LEHMANN

Rudolf Kippenhahn: Vom Lebenslauf der Sterne. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Nr. 260, Bd. 57, Halle 1984. 32 Seiten, 25 Abb.; Preis 7 M.

*

Astronomie heute

In dem ansprechend gestalteten Buch wird das umfassende Gebiet der Astronomie in 9 Kapiteln behandelt: Einführung, die Bewegung der Himmelskörper, die Sterne, die Sonne, das Sonnensystem, die Galaxis, extragalaktische Astronomie, Weltmodelle und der Blick ins All. Der Anhang ist kurz und befaßt sich auf 9 Seiten mit Abkürzungen, SI-Einheiten, Abbildungsweisen sowie mit einem Glossar und einer Bibliografie.

Wie der Untertitel ausweist, geht es den Verfassern um die Verknüpfung von Sachwissen mit Anleitungen für die praktische Arbeit des Amateurs bzw. Sternfreundes.

Wenn auch die Vermittlung des Wissens im Vordergrund steht, ist es den Autoren gut gelungen, die Verbindung zur Praxis herzustellen und den Leser Anregungen und Hilfen zu geben. Mag sein, daß die Abschnitte „Für die Praxis“ etwas zu knapp sind (z. B. Kometen, Meteore), jedoch muß hier berücksichtigt werden, daß es sich nicht um ein astronomisches Handbuch oder um Beobachtungshilfen handelt.

Die geschmackvolle Gestaltung und der allgemein verständliche und gefällig verfaßte Text erschließen das Buch einem breiten Leserkreis und machen den Wert dieser Veröffentlichung aus. Zahlreiche Abbildungen beweisen methodisches Geschick sowie die Fähigkeit, komplizierte Sachverhalte zu verdeutlichen. In diesem Zusammenhang sind die Skizzen zu erwähnen, die geschickt sachliche Erläuterungen mit Sternkarten und Umgebungskarten von Himmelsobjekten miteinander verknüpfen und somit für den beobachtenden Sternfreund eine wesentliche Hilfe darstellen.

Die sachlich bedingte Kürze der Darstellungen sowie die übersichtliche Anordnung der Themen verleihen dem Buch den Charakter eines rasch informierenden Nachschlagewerkes. Der Wert eines Buches liegt nicht nur in einer den Leser ansprechenden Darstellung der Themen, sondern auch in der Anregung zur eigenen geistigen Auseinandersetzung mit dem Stoff und in der Praxisbezogenheit. Wichtiges Anliegen der Autoren war es, das hier Erlernete durch Selbstfinden und Beobachten in der Praxis anzuwenden.

ARNOLD ZENKERT

Colin Ronan und Storm Dunlop: Astronomie heute. Theorie und Praxis für den Sternfreund. Aus dem Englischen übers. und bearb. von Hermann-Michael Hahn und Manfred Gaida. 256 S., 74 Farb-, 103 Schwarzweißfotos, 170 Zeichn. und 11 Sternkarten. Frank'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart 1985.

Vorschau auf Heft 4/1986

Quasare ... Phase der Galaxienentwicklung • Meteoritenfall in der DDR • Space Shuttle • Hilferuf des AK Meteore • Astronomischer Büchermarkt.

Unsere Autoren

Dipl.-Phys. Rainer Luthardt, ZIAP, Sternwarte Sonneberg, 6400 Sonneberg

D. Stoll und Dr. H. Tiersch, ZIAP, 1502 Potsdam-Babelsberg, R.-Luxemburg-Str. 17a

Dr. G. Zimmermann, Inst. f. Kosmosforschung d. AdW, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5

Dipl.-Ing. Frank-E. Rietz, 1110 Berlin, Skladanowskystr. 1

Dipl.-Ing. Jörg Mosch, 8250 Meßen, Gartenstr. 10

Bernd Hanisch, 7500 Cottbus, Bachstr. 15

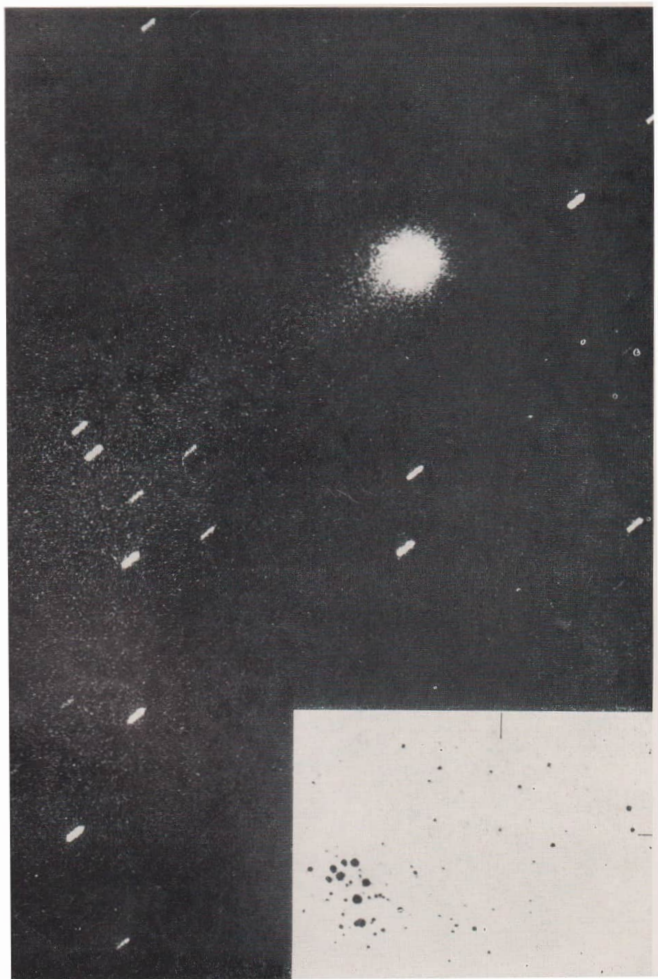
St.-R. Arnold Zenkert, 1500 Potsdam, Seestr. 17

Dipl.-Ing. Dietmar Büttner, 9030 Karl-Marx-Stadt, Keplerstr. 56

Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, 1500 Potsdam, Gontardstr. 11

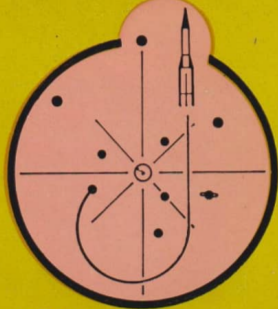
Karsten Kirsch, 6908 Jena-Winzerla, O.-Schwarz-Str. 27

Uwe Wohlraß, 3300 Schönebeck, Calbesche Str. 4
(Weitere Autorenschriften sind über die Red. zu erfahren.)





Astronomie UND Raumfahrt



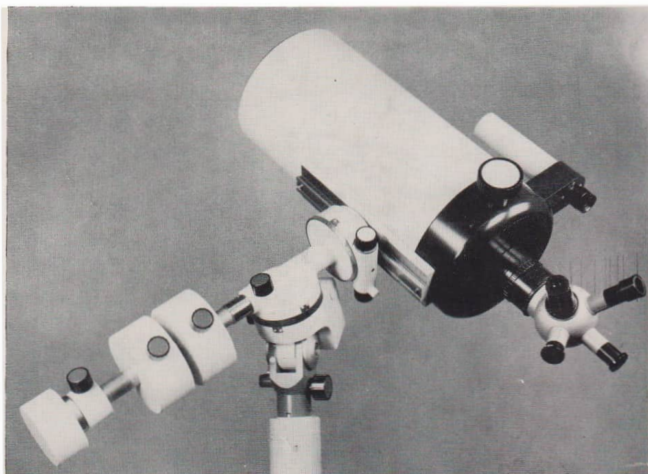
ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1986 4



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Auf der Erde –

Neuheiten

– in der Umlaufbahn



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale
Kommission Astronomie und
Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. S.
Marx; – **Verantwortl. Redakteur:**
OL Heins Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S.
Marx, Dipl.-Phys. W. Häupl;
– **Raumfahrt:** Prof. Dr. sc. D.
Möhlmann, Uwe Schmaling;
– **Philosophie/Geschichte:** Dr. J.
Hamel; – **Amateure:** Ing. A. Grün-
berg, Dipl.-Phys. J. Rendtel,
STR A. Zenkert, B. Zill; –
Aus der Lit.: J. Gasiecki; – **Re-
zensionen:** Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Sekr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsitz:

9630 Crimmitschau, Pionier-
und Jugendsternwarte „Johan-
nes Kepler“, Straße der Jugend 8
Fernsprecher 3730.

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1986 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:

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

24. Jahrgang (1986) Heft 4

J. Rendtel, A. Knöfel, P. Scharff: Meteoritenfall in der DDR	98
T. Boller: Quasare ... Phase der Galaxienentwicklung (I) . .	99
U. Schmaling: Space Shuttle	103
V. Schorcht: Amateurspiegelteleskop „Meniskas 180“	113

Beobachtungshinweise

R. Koschack, J. Rendtel: Fotografische Feuerkugelüber- wachung	115
A. Koeckelenbergh: Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen .	117

Kurzberichte

AK-Tagung „Numerische Astronomie“ • AK „Planeten“ tagte in Radebeul	118
Merkurdurchgang 1986 Nov. 13 • Berichtigung zu Heft 2/1986 • Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen März/April 1986 . .	119
„... meine erste Gelegenheit“	BS IV

Aus der Literatur	119
Astronomischer Büchertisch	122
Rezensionen	124
Anzeigen • Vorschau • Autoren	126
Typenblatt: Sojus 1–19 (J. Oehler; D. Röttler)	127

Redaktionsachluß: 10. Mai 1986

Auslieferungen an den PZV: 27. August 1986

Bildseiten

Titelbild: Der Meteorit Hohenlangenbeck, dessen Fall am
14. 11. 1985 beobachtet wurde. Lesen Sie S. 98! Foto: Rendtel.

2. Umschl.-S.: Das neue Amateurspiegelteleskop „Meniskas 180“
vom Kombinat VEB Carl Zeiss Jena. Vgl. Sie den Beitrag S. 113.
unten: Pressekonferenz am 7. 4. 1986 im Flugleitzentrum bei
Moskau mit den sowjetischen Kosmonauten L. Kisim und W.
Solowjow aus der neuen Raumstation MIR (Start: 20. 2. 1986).
Sichern Sie sich schon jetzt ein Anrecht auf unser Heft 5!

3. Umschl.-S.: Unsre Korrespondent, F.-E. Rietz, übermittelte
uns die Abb. von der neuen Raumstation MIR aus der Trainings-
halle im Sternestädchen. Das *obere Bild* läßt die Adapter für
die Kopplung mehrerer Module erkennen. Im *unteren Bild* ist
ein neues Modul am Heck von MIR angekoppelt.

4. Umschl.-S.: Das Kuppelgebäude des 6 m-Teleskopes bei
Selentschuk (UdSSR). In Verbindung mit einem Feldspektro-
graphen ist der Spiegel das z. Z. leistungsfähigste Gerät zur spek-
tralen Durchmusterung. Zum Beitrag „Quasare...“, S. 99.

Bild-S. II und III: Komet Halley mit dem 110/750 mm-Refr. auf
NP 27 Film im Primärfokus fotografiert, in MH 28 (1 + 5) bei
20°C 12 Min. entwickelt und 6,2fach vergrößert. Die Abb. auf
Bild-S. III li. u. zeigt den Versuch zur Gewinnung eines foto-
grafischen Äquidensitendiagramms von der Aufn. darüber, die
nochmals 5,25fach nachvergr. wurde. Aufn.-Zeiten bei den Abb.

Ein seltenes Ereignis:

Meteoritenfall in der DDR

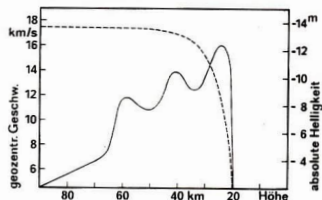
J. RENDTEL, A. KNÖFEL, P. SCHARFF

Am 14. November 1985 um 18.17 Uhr MEZ sahen hunderte Augenzeugen vorrangig im westlichen Teil der DDR eine helle Feuerkugel. Herr M. Tiburtius aus Hohenlangenbeck lief aus dem Haus, als es draußen plötzlich sehr hell wurde. Etwa 1,5 Minuten nach der Leuchterscheinung hörte er etwas durch die in der Nähe befindlichen Pappeln herabfallen. Diese Nachricht erhielt Patric Scharff, der selbst die Feuerkugel aus dem 6 km entfernten Kuhfelde beobachtet hatte. Eine längere Suche in der Nähe der angegebenen Stelle führte schließlich zum Fund eines verdächtigen Objektes. Die erste Voruntersuchung im Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin bestätigte: Es handelt sich um einen Steinmeteoriten (Titelbild).

Die Masse des gefundenen Stückes beträgt 43 g, die mittlere Dichte 3,07 g/cm³. Entsprechend dem Fallort wird der Meteorit nach „Hohenlangenbeck“ bezeichnet.

Mitteilungen über die Feuerkugel gingen dem Arbeitskreis Meteore auf vielen Wegen zu: Herr E. Henniges (Volkssternwarte Magdeburg-Nord) schickte uns seine Beobachtung sowie viele an ihn gerichtete Zuschriften. Er vermittelte te auch die Weitergabe des gefundenen Meteoriten. Als sehr wirkungsvoll erwies sich auch ein Aufruf in der Magdeburger „Volkstimme“ zum Einsenden eigener Wahrnehmungen. Herr R. Hartwig aus der Redaktion, der mit uns bereits bei einem früheren Ereignis gut zusammengearbeitet hatte, stellte uns über 150 Zuschriften zur Verfügung. Schließlich erhielten wir noch eine Reihe von Berichten direkt per Brief oder Telefon. Auch wenn zahlreiche Angaben auf den ersten Blick kaum wichtiges enthalten, konnte doch aus der Gesamtheit ein ziemlich komplettes Bild rekonstruiert werden.

Als das Meteor in ca. 100 km Höhe wenig nördlich von Hannover aufleuchtete, betrug die scheinbare Helligkeit nur etwa -2^m bis -4^m und nahm nur wenig zu. Nach rund 6 s stieg die Helligkeit auf $-8/-10^m$ an. Das Meteor war in diesem Moment 60 km hoch. Die meisten Augenzeugen wurden erst jetzt auf die Erscheinung aufmerksam! Dem ersten Flare folgten noch (mindestens?) zwei weitere, deren Helligkeiten um -11^m und -13^m lagen. Dazwischen muß man einen Helligkeitsrückgang um etwa 2^m annehmen (Abb. 1). Die Endhöhe der sichtbaren Bahn betrug schließlich 20 km (mit



nur geringer Unsicherheit!). Damit ist der Körper sehr tief in die Atmosphäre eingedrungen. Die Analyse von Lichtkurve und Eindringverhalten von Feuerkugeln, die zu Meteoritenfällen gehören (Pribram, Lost City, Innisfree) [1] zeigt, daß eine Abbremsung auf weniger als 8 km/s und eine normierte Endhöhe von 21,2 km als Kriterium für einen Meteoritenfall erfüllt sein müssen.

Die Geschwindigkeit der Feuerkugel vom 14. 11. 1985 läßt sich aufgrund der Dauerschätzungen und der Bahnberechnung nur als Mittelwert über die gesamte Bahn angeben. Ein Wert um 17 km/s wird aber sicher nicht weit von der Realität abweichen. Ein Vergleich mit anderen Feuerkugeln und deren Geschwindigkeitsverlauf in der Atmosphäre [2] läßt dann eine Geschwindigkeit von höchstens 5 km/s am Ende der sichtbaren Bahn erwarten (Abb. 2). Etwa mit dem letzten Flare verbunden wird von einer Aufspaltung der Feuerkugel berichtet. Auch dieses Verhalten ist von anderen, ähnlichen Ereignissen bekannt. Es spricht dafür, daß der Meteorit in mehrere Teile zersprungen ist und möglicherweise noch weitere Meteorite gefallen sind. Bekanntlich bilden die bei einem Meteoritenfall zur Erdoberfläche gelangenden Bruchstücke eine Streuelellipse, die je nach Neigung der Flugbahn und der meteorologischen Bedingungen (Wind) unterschiedlich langgestreckt ist. Der Neigungswinkel betrug etwa 24°. Über dem Fallgebiet herrschte am 14. 11. schwacher Wind. Anhand von Daten der Radiosondenaufstiegsstellen in Lindenbergl, Meiningen und Hannover wurde eine mittlere Windverteilung errechnet. Sie zeigt, daß im ersten Teil des freien Falls (≈ 15 km Höhe) der Körper leicht nach Osten abgetrieben wurde. Zwischen 12 und 6 km ist eine leichte Südost-Abdrift denkbar. Zwischen 6 und 0 km dürfte eine minimale Süddrift aufgetreten sein, die aber bei weiteren Überlegungen vernachlässigt werden kann. Aufgrund von Geschwindigkeiten des Meteoriten und des Windes wird die Gesamtabdrift kaum 1500 m erreichen.

Wir schätzen die Länge der Streuellipse auf etwa 4 km. Jedoch wissen wir nicht, ob der gefundene Meteorit am Anfang oder am Ende dieser Ellipse liegt, so daß ein mögliches Fallgebiet von ca. 8 km Länge und 1,5 km Breite im wesentlichen westlich der F 248 (zwischen dem Haidberg und Valfitz) entsteht.

Die Feuerkugel vom 14. 11. 1985 erzeugte bei ihrem Eintritt in die dichteren Schichten der Erdatmosphäre Schallwellen, die rund um den Aufschlagpunkt als sogenannte „impact noises“ hörbar waren. Es handelt sich dabei um Explosionen und summende oder pfeifende Geräusche, die kurze Zeit nach der optischen Erscheinung hörbar werden. Anhand der beschriebenen Geräusche wird die Vermutung unterstützt, daß noch mehr Material gefallen ist. So wurden in Siedlangenbeck „zwei Einschläge“ gehört, in Hohenlangenbeck „kurze, harte Schläge“; Geräusche, die für den Zerfall des Grundkörpers im letzten Teil der Bahn typisch sind. Sie gehören zum Typ IV der Meteorschall-Klassifikation nach Annett [3].

Längs der Bahn bzw. konzentrisch zum Endpunkt, im Abstand von 30, 50, 70 und 90 km traten jeweils etwa 10 km breite Zonen der eigentlich äußerst seltenen „electroponic noises“ auf. Es handelt sich dabei um die synchrone Beobachtung der optischen sowie der akustischen Erscheinung. Dieser durch VLF-Wellen (1 bis 10 kHz) entstehende Effekt wurde von mehr als der Hälfte aller Schallwahrnehmer beschrieben. Damit wird die in solchen Fällen schon häufig aufgetretene Selbstsuggestion ausgeschlossen. Diese zum Typ II gehörende Schallwahrnehmung trat nach unserer Kenntnis erstmalig so ausgeprägt auf. Zwischen den Zonen des Synchronschalls traten Geräusche des Typs I und III auf. Beim „sonic boom“ (Typ I) konnte bestätigt werden, daß der Schall in Abhängigkeit des Beobachtungsortes zur Bahn erst nach Minuten eintrifft (Gardelegen 5 bis 7 min, Nordgermesleben und Höttingen 2 min). Die aufgetretenen „fracture noises“ (Typ III) wiederum beweisen, daß sich der Körper während des Fluges spaltete. Eng verbunden mit den „fracture noises“ sind die Zonen des Schweigens (Zonen, in denen definitiv keine Geräusche wahrgenommen werden), die im Abstand von 20 km und 65 km konzentrisch zum Aufschlagpunkt auftraten.

An dieser Stelle möchten wir nochmals darauf hinweisen, daß Schallwahrnehmungen unter Umständen das Auffinden von Meteoriten erleichtern und unterstützen. Allerdings sind möglichst genaue Zeitangaben und eine ausführliche Beschreibung der Schallerscheinung nötig [4].

Der AK Meteore erhält im Jahresverlauf Mitteilung von etwa 50 Feuerkugeln. Sicherlich ist damit noch kein vollständiger Überblick möglich. Auch die in vielen Nächten in Betrieb befindlichen all sky-Kameras können – wie diesmal aufgrund der Bewölkung östlich der Meteorbahn – nicht alle Ereignisse erfassen. So sind wir immer auf möglichst viele Beobachtungen zufälliger Augenzeugen angewiesen. Wie dieses Beispiel auch zeigt, ist eine Anfrage bzw. Mitteilung an die Presse des jeweiligen Gebietes sehr nützlich, um solch auswertbares Material zu erhalten.

Lit.: [1] Wetherill, G. W.; D. O. Revelle: Which fireballs are meteorites? *Icarus* 48 (1981) 308–328. – [2] Pecina, P.; Z. Cepelcha: New aspects in single-body meteor physics. *Bull. Astr. Inst. Czechosl.* 34 (1983) 102–121. – [3] Annett, C. H.: Classification and elucidation of meteor acoustics. *Irish Astron. J.* 18 (1980) 199–211. – [4] Knöfel, A.: *Meteorschall*. Sterne 61 (1985) 356–362.

*

Quasare als leuchtkräftigste Phase der Galaxienentwicklung (I)

THOMAS BOLLER

Mehr als 20 Jahre sind seit der Entdeckung des ersten Quasars vergangen, ein langer Zeitraum, wenn man das Entwicklungstempo der heutigen Wissenschaft in Betracht zieht. Und doch ist die astrophysikalische Natur dieser Objekte noch nicht eindeutig geklärt.

Das Geheimnis eines Quasars ist seine gigantische Leistungsfähigkeit als Energiequelle. Auf einem Raumgebiet, das nur etwa das Millionstel des Volumens einer Galaxie beträgt, wird Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung freigesetzt, die die Leistung ganzer Galaxien um einen Faktor 100 und mehr übersteigt. Quasare sind damit die leuchtkräftigsten Objekte im Kosmos, die wir kennen. Die hellsten beobachteten Quasare besitzen eine absolute Helligkeit von $M \approx -31^m$.

Durch welche weiteren Eigenschaften zeichnen sich Quasare aus?

1. In ihrem optischen Erscheinungsbild sind sie sternartig, häufig mit einer Radioquelle identifizierbar und senden eine intensive Radiofrequenzstrahlung aus.

2. Die Helligkeit ist variabel mit Zeitskalen, die teilweise nur Wochen oder nur einige Tage betragen.

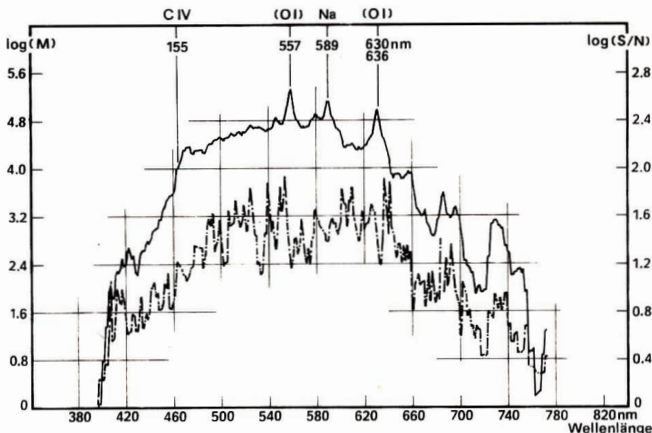


Abb. 1: Beobachtetes Quasarspektrum mit starken Nachthimmellemissionslinien und einer Quasaremissionslinie des Elements C IV 155 nm.

3. Es wird eine starke UV-Strahlung beobachtet.
4. Im Spektrum sind breite Emissionslinien erkennbar, daneben werden auch oft Absorptionslinien gefunden. Im Unterschied zu den Emissionslinien sind die Absorptionslinien gewöhnlich schmal.
5. Die Spektrallinien zeigen eine starke Rotverschiebung. Im allgemeinen gilt: $z(\text{QSO}) > z(\text{N-Galaxie}) > z(\text{Seyfertgalaxie})$.

Mit diesem Beitrag soll ein Überblick über den Stand der Quasarbeobachtung gegeben und gezeigt werden, welche Erkenntnisse die Beobachtung liefert und welche Schlußfolgerungen daraus zu ziehen sind. Eine solche Schlußfolgerung beinhaltet die Notwendigkeit der Entwicklung der Leuchtkraftfunktion (LF) und wir stellen deswegen im Teil 2 des Artikels (erscheint im Heft 5/1986) drei verschiedene Modelle der Entwicklung der LF von Quasaren vor und gehen kurz auf den Stand der Theorie der Entwicklung der LF ein.

Den Abschluß bilden einige Bemerkungen zur möglichen astrophysikalischen Natur von Quasaren, im speziellen zum Zusammenhang von Quasarpheänomen und Kernaktivität von Galaxien. Zunächst sollen jedoch die verwendeten Grundbegriffe definiert werden.

Eine grundlegende Rolle bei der Behandlung der Quasarpopulation spielt der Begriff der Leuchtkraftfunktion (LF):

Unter der LF soll im folgenden verstanden werden die Verteilungsfunktion der Raumdichte N der Quasare in Abhängigkeit von der Leuchtkraft L , als deren Maß im allgemeinen die absolute Helligkeit M_E gewählt wird, d. h., $N = N(M_E)$.

Ist von der Entwicklung der LF die Rede, dann bedeutet das, daß N nicht nur eine Funktion der absoluten Helligkeit M_E ist, sondern auch noch von z abhängig ist: $N = N(M_E, z)$. Die Entwicklung der LF impliziert auch eine Änderung der Form der LF.

Einige Autoren verwenden anstelle von $N = N(M_E, z)$ die Bezeichnung $\Phi = \Phi(M_E, z)$. Die LF an der Stelle $z = 0$ wird als lokale LF bezeichnet.

Die Darstellung der LF kann in der differentiellen bzw. integralen Form erfolgen. Bei der differentiellen Darstellung der LF (Abb. 2a) wählt man gewöhnlich als Ordinate die logarithmische Darstellung der Raumdichte N von Quasaren pro Größenklassenintervall, als Abszisse die absolute (Blau-)Helligkeit M_B . Bei der integralen Darstellung der LF (Abb. 2b) trägt man jeweils die Raumdichte aller Objekte, die heller als M_B sind, über der absoluten Helligkeit M_B auf.

Eine weitere Darstellung der Quasarpopulation

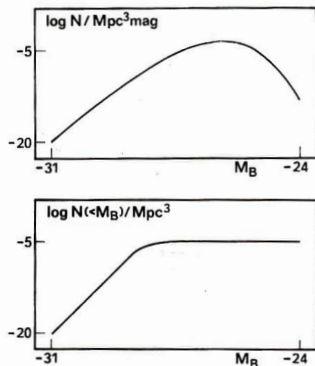


Abb. 2a: Differentialielle Darstellung der Leuchtkraftfunktion (LF).

Abb. 2b: Integrale Darstellung der LF.

erfolgt mit Hilfe der im folgenden als $(N-m)$ -Relation bezeichneten Beziehung. Dabei wird die Flächendichte der untersuchten Objekte als Funktion der scheinbaren Helligkeit, meist der B -Helligkeit, dargestellt. Die Darstellung erfolgt differentiell bzw. integral (Abb. 3a und 3b).

Veröffentlichte Quasarbeobachtungen

In den letzten 20 Jahren sind eine Reihe von Arbeiten erschienen, in denen die Änderung der Flächendichte von Quasaren mit kleiner werdender scheinbarer Helligkeit untersucht wird. Im folgenden werden die Ergebnisse dieser Arbeiten vorgestellt und diskutiert.

A Schmidt und Green (1983)

Schmidt und Green (1983) durchmusterten ein 10714 deg^2 großes Feld. Die Autoren ermitteln eine integrale Flächendichte von 0.0043 deg^{-2} für $B = 16^m$. Alle Quasare sind spektroskopisch bestätigt.

B Abati und Lorenz (1984)

Die Veröffentlichung von Abati und Lorenz entstand in Zusammenarbeit zwischen dem astronomischen Institut der Universität Padova und dem Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR.

In einem 22 deg^2 großen Feld ($\text{BD} + 15^\circ 2469$; Virgo Haufen) finden die Autoren 277 Objekte

*) deg (degree < engl. >, Grad)

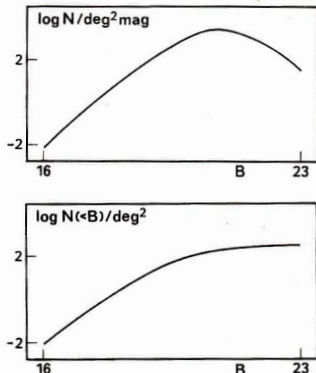


Abb. 3a: Differentialielle Darstellung der $(N-m)$ -Relation.

Abb. 3b: Integrale Darstellung der $(N-m)$ -Relation.

mit UV-Exzeß bis zu einer scheinbaren Helligkeit von $B = 18^m$. 85 % dieser Objekte sind Sterne, 7 % sind Galaxien und 4 % sind als Quasare bestätigt. Die restlichen 4 % sind eventuell Quasare, die auf Grund der geringen Auflösung der Objektivprismenspektren nicht sicher identifiziert werden konnten. Die Anzahl der Quasare beträgt damit mindestens 11, jedoch höchstens 22. Dies führt auf eine integrale Flächendichte von $(0,5 \text{ bis } 1,0) \text{ deg}^{-2}$.

C Braccisi et al. (1980)

Das durchmusterte Feld enthält 14 auch spektroskopisch bestätigte Quasare bis zur scheinbaren Helligkeit von $B = 18^m$. Dies entspricht einer integralen Flächendichte von $0,38 \text{ deg}^{-2}$. Die Vollständigkeit des von Braccisi (1980) durchmusterten Gebietes ist von Setti und Woltjer (1982) diskutiert worden. Die Gesamtkorrektur kann 61 % betragen, die resultierende integrale Flächendichte beträgt dann $0,51 \text{ deg}^{-2}$ für $B = 18^m$.

D Steppe et al. (1979)

Steppe et al. finden in zwei verschiedenen Gebieten des Feldes SA 57 mit einer Gesamtfläche von $20,6 \text{ deg}^2$ 58 Objekte heller als $B = 18^m$ für $(U-B) \leq -0^m35$. Die resultierende integrale Flächendichte beträgt $2,8 \text{ deg}^{-2}$. Die Objekte wurden spektroskopisch nicht ausgewertet. Durch Vergleich der Ergebnisse von

Steppe (1978), Barbieri und Rosino (1972) und Weistrop (1973) schätzten Braccisi et al. (1980), daß die Auflistung der blauen Objekte von Steppe et al. (1979) um etwa 25 % unvollständig ist (3.52 deg^{-2}).

E Savage and Bolton (1979); Bolton und Savage (1978); Savage (1978)

In zwei 25 deg^2 großen Feldern in der Nähe des galaktischen Südpoles wurden insgesamt 144 Objekte mit UV-Überschuß heller als $B = 19^m 50$, die teilweise auch spektroskopisch bestätigt sind, gefunden. Die resultierende integrale Flächendichte beträgt $2,9 \text{ deg}^{-2}$.

F1 Marshall (1983b)

Marshall et al. veröffentlichten die Durchmusterung eines 1.72 deg^2 -Feldes des Gebietes $13^h 00^m 10^s$; $+36^\circ$. Marshall bestätigt spektroskopisch acht Quasare, die heller als $B = 19^m 2$ sind. Dies führt zu einer integralen Flächendichte von 4.7 deg^{-2} .

F2 Veron und Veron (1983)

Ausgehend von der Durchmusterung von Formigini et al. (1980) finden die Autoren 49 Quasare heller als $B = 20^m 1$ und erhalten eine integrale Flächendichte von 28 deg^{-2} .

G Kron und Chiu (1981)

Kron und Chiu finden in einem 0.1 deg^2 Feld sieben Quasare heller als $B = 21^m 1$, sechs sind auch spektroskopisch bestätigt. Die Objekte wurden gefunden durch die Anwendung verschiedener, voneinander unabhängiger Methoden (Eigenbewegung, Lage der Objekte im Zweifarbendiagramm, Veränderlichkeit, spaltlose Spektroskopie).

H Koo und Kron (1982)

Koo und Kron finden in einem $0,29 \text{ deg}^2$ Feld in SA68 65 Quasarkandidaten für $B = 22^m 65$. Die Anzahl der tatsächlichen Quasare beträgt nach ihren Untersuchungen mindestens $1/3$, jedoch höchstens $2/3$ der Quasarkandidaten. Damit liegt die integrale Flächendichte zwischen ($70 \dots 140$) deg^{-2} .

Erkenntnisse aus den Beobachtungsdaten

Ausgangspunkt der Überlegungen sind zwei Erkenntnisse, die aus den Beobachtungsdaten abgeleitet werden können. Die erste Erkenntnis ist im Satz 1 zusammengefaßt.

Satz 1: Die Quasarpopulation weist ein auffälliges Anwachsen ihrer Dichte und/oder Leuchtkraft mit wachsendem Wert von z auf.

Beweis (i): Dies läßt sich nachweisen durch analytische Simulation der zu erwartenden ($N-m$)-Beziehung in einem sich nicht entwickelnden Kosmos, d. h. einer z -unabhängigen LF.

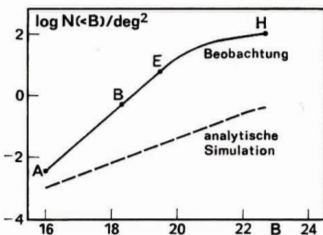


Abb. 4 Integrale ($N-m$)-Relation aus Beobachtung und aus analytischer Simulation in einem sich nicht entwickelnden Kosmos.

Ausgehend von der von Schmidt und Green (1983) abgeleiteten lokalen LF erhalten Veron und Veron (1983) folgende Beziehung für die LF:

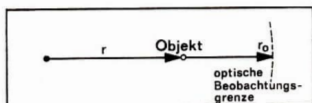
$$N(>L) = 10^{-10,47} \cdot \frac{1}{\left(\frac{L}{L_0}\right)^{2,7} + \left(\frac{L}{L_0}\right)^{4,7}} [\text{Mpc}^{-3}]$$

Der Vergleich der Anstiege der ($N-m$)-Beziehungen von analytischer Simulation und Beobachtung führt zu dem Schluß, daß eine kosmologische Entwicklung der Quasarpopulation existiert (s. Abb. 4). Die Frage, ob es bei größeren Werten von z mehr Quasare als heute gab, oder ob Quasarefr über größere Leuchtkräfte aufwiesen, oder ob beide Effekte zur Entwicklung der Quasarpopulation beitragen, kann vom heutigen Stand der Beobachtung und der Theorie nicht eindeutig beantwortet werden.

Beweis (ii): Die Entwicklung der Quasarpopulation wird ebenfalls durch die Anwendung des Leuchtkraft-Volumen-Tests (Longair, Scheuer (1970)) auf die Beobachtungsdaten deutlich.

Man betrachte eine Objektklasse mit einheitlicher Leuchtkraft, V sei das Raumvolumen bis zu einem bestimmten Objekt. V' sei das Volumen, innerhalb dessen das Objekt noch beobachtbar ist. Dann kann das Verhältnis V/V' für alle Objekte mit $S > S_0$ berechnet werden durch:

Abb. 5 Optische Beobachtungsgrenze beim Leuchtkraft-Volumen-Test.



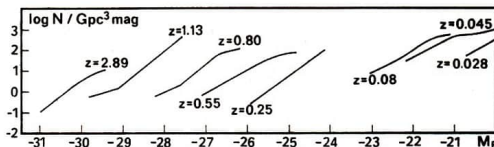


Abb. 6: Beobachtete Teile der Quasar-LF.

$$\frac{V}{V'} = \frac{\int_0^r \left(\frac{\sin Ar}{A} \right)^2 dr}{\int_0^{r_0} \left(\frac{\sin Ar}{A} \right)^2 dr}$$

A^2 – Krümmung des Weltmodells; S – Strahlungsstrom; r – radiale mitbewegte Entfernung; r_0 – Entfernung, in der die Quelle den Strahlungsstrom S_0 besitzt (optische Beobachtungsgrenze, s. Abb. 5).

Für eine gleichmäßige Verteilung der Quellen ergibt sich der Mittelwert von V/V' zu:

$$\left\langle \frac{V}{V'} \right\rangle = \frac{\int_0^{r_0} \left(\frac{V}{V'} \right) \left(\frac{\sin Ar}{A} \right)^2 dr}{\int_0^{r_0} \left(\frac{\sin Ar}{A} \right)^2 dr}$$

$$\text{Substitution: } X = \int_0^r \left(\frac{\sin Ar}{A} \right)^2 dr$$

$$\frac{dX}{dr} = \left(\frac{\sin Ar}{A} \right)^2$$

$$\text{somit: } \left\langle \frac{V}{V'} \right\rangle = \frac{\int_0^{r_0} X \frac{dX}{dr} dr}{X^2(r_0)}$$

$$= \frac{X^2(r_0)}{2X^2(r_0)} = \frac{1}{2}$$

Wie erwartet, liegt bei einer gleichmäßigen Verteilung der Quellen der Schwerpunkt der Verteilung in halber Entfernung innerhalb des beobachtbaren Volumens.

Schmidt und Green (1983) wenden den Leuchtkraft-Volumen-Test auf die von ihnen gefundenen Quasare an und weisen die Entwicklung der Quasarpopulation, die außerdem noch leuchtkraftabhängig ist, nach. Die Ergebnisse sind in der folgenden Übersicht zusammengefaßt.

$$M_{\text{lim}} \quad \left\langle \frac{V}{V'} \right\rangle$$

–23 ^m	0.613 ± 0.030
–24 ^m	0.664 ± 0.035
–26 ^m	0.671 ± 0.050

M_{lim} : Grenzhelligkeit

Beweis (iii): Die Entwicklung der Quasarpopulation wird auch aus den beobachteten Teilen der LF – dargestellt in Abb. 6 – deutlich (Braccisi et al., 1980).

Die zweite aus den Beobachtungsdaten ableitbare Erkenntnis ist im Satz 2 zusammengefaßt.

Satz 2: Die LF von Quasaren ist leuchtkraftabhängig und z-abhängig. Leuchtkraftstarke Objekte ($M_B \approx -30^m$) entwickeln sich schneller als leuchtkraftschwache Objekte ($M_B \approx -23^m$). Die stärkste Entwicklung liegt im Bereich von $z = (0.3 \dots 1)$, die Entwicklung kommt bei $z \gtrsim 3.5$ zum Stillstand (Cavaliere et al., 1983). Die Aussage des Satzes 2 wird durch die Ergebnisse von Schmidt und Green (1983) und Braccisi et al. (1980) gestützt.

Modelle zur Entwicklung der LF von Quasaren müssen diese Erkenntnisse berücksichtigen.

*

Space Shuttle

Realitäten – Tendenzen – Pläne

UWE SCHMALING

Der 12. April, der Tag der Weltraumfahrt ist ein Gedenktag, der jedes Jahr in vielen Ländern die Erinnerung an die historische Tat im Jahre 1961, als Juri Gagarin als erster Mensch in den Weltraum flog, zurückbringt. Doch dieser Tag steht auch für ein anderes Ereignis in der Raumfahrt. Am 12. April 1981 wurde in den USA das erste teilweise wiederverwendbare Raumfahrzeug Space Shuttle gestartet. Wie der Flug des ersten Menschen in den Kosmos stellt auch die Shuttle-

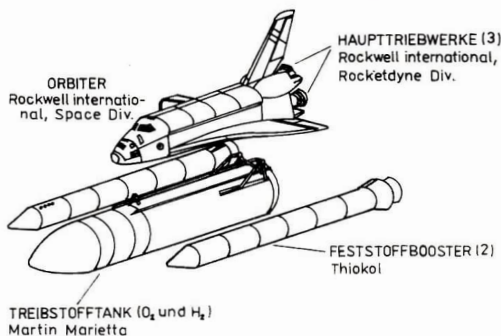


Abb. 1: Auftragnehmer für Teilkonstruktionen zum Space Shuttle.

(Zeichn.: Helma Fritz)

Abb. 2: (gegenüber): Grundfigurierung der Raumfähre.

Konfiguration eine raumfahrttechnische Spitzenleistung dar. Leider eröffneten beide Ereignisse den Weg für entgegengesetzte Entwicklungen in der gesellschaftlichen Zielstellung technischer und wissenschaftlicher Errungenschaften.

Während die Sowjetunion und alle sozialistischen Länder ihren Weg zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums – und das auch in gleichberechtigter Kooperation mit kapitalistischen Staaten – fortsetzt, wird der Kurs der amerikanischen Raumfahrt immer deutlicher vom Pentagon bestimmt. Wenn im Zusammenhang mit der Politik der gegenwärtigen USA-Regierung führende Rüstungskonzerne die Raumfahrtindustrie kontrollieren, dann werden durch sie auch die Aufgaben und Ziele der Weltraumforschung diktiert.

Die Handschrift der Militärs

Ende der 60er Jahres sah das künftige Raumfahrtprogramm der USA eine große Erdaußenstation und kleine Raumfähren für den Pendelverkehr zwischen Erde und Weltraum vor. Folgende Aufgaben sollten mit diesen Raumfahrzeugen erfüllt werden:

- Austausch von Besatzungen und Transport von Frachtgut und wissenschaftlichen Geräten von und zur Orbitalstation
- Beförderung unbemannter Forschungs-, Meß- und Nutzsatelliten auf erdnahe Umlaufbahnen
- Periodische Wartung und Reparatur, ggf. Bergung und Rückführung von in erdnahen Bahnen befindlichen Raumflugkörpern zur Erde
- Funktion als Rettungssystem für Astronauten

Diese Raumfähren sollten wiederverwendbar und zweistufig angelegt sein. Bereits Anfang der 70er Jahre wurde diese Version fallen-

gelassen. Auf Drängen des Pentagon entschied sich die NASA für einen großen, nur teilweise wiederverwendbaren Transporter und gegen eine permanent bemannte Raumstation. Kleine Passagierraumfähren wären für die Militärs nutzlos gewesen. Sie benötigten für ihre Pläne ein großes manövrierfähiges Raumfahrzeug, das im Laderaum umfangreiche Waffensysteme transportieren kann.

Im Juli 1972 vergab die NASA den Bauauftrag für den Orbiter an Rockwell International, einen der führenden Rüstungskonzerne der USA.

Bau- und Erprobungsphase des Shuttle

19. 6. 1974 Baubeginn

18. 2. 1977 Erster unbemannter Hucklepack-Flug auf einer umgebauten Boeing 747 (OV-101-Enterprise)

18. 6. 1977 Erster bemannter Hucklepack-Flug mit Fred Haise (Apollo 13-Astronaut) und Gordon Fullerton

12. 8. 1977 Erster von insgesamt vier Flügen, bei denen in rund 7500 m Höhe der bemannte Orbiter vom Trägerflugzeug abgetrennt wurde und wie ein Segelflugzeug landete

Für Mitte 1978 war der erste Weltraumstart geplant. Aufgrund unerwarteter technischer Schwierigkeiten, besonders mit dem Triebwerksystem, der Entwicklung der Hitzeschutzmateriale und den Computersystemen mußte der Start mehrfach verschoben werden. Am 12. 4. 1981 hob die Columbia zu ihrem ersten bemannten Raumflug ab.

Startrampen: Kennedy Space Center, Cap Canaveral, Florida; Vandenberg Air Force Base, Kalifornien, ab 1987).

Landepisten: Edwards Air Force Base, Kalifornien; Kennedy Space Center, Cape Canaveral; White Sands, Neu Mexiko; Vandenberg Air Force Base ab 1986).

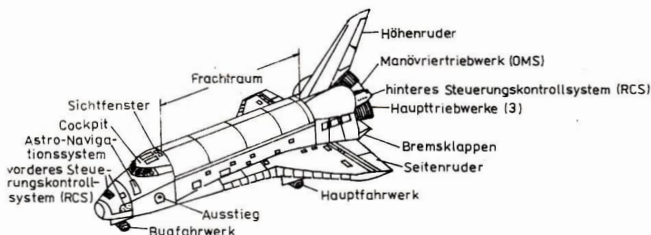


Tabelle 1: Typischer Flugverlauf des Space Shuttle (projektierte Durchschnittswerte)

Zeit	Vorgang
T = 0	Zündung des Haupttriebwerks
T + 2 s	Zündung der Feststoffbooster
T + 3 s	Abheben
T + 2 min 05 s	Brennschluß und Abtrennung der Feststoffbooster in 45 km Höhe
T + 8 min 04 s	Brennschluß des Haupttriebwerks in 110 km Höhe
T + 8 min 34 s	Zündung des Manövriertriebwerks (OMS) in 115 km Höhe, Einflug in die Umlaufbahn
nach unterschiedlichen Zeiten	Aufenthalt in der Umlaufbahn (185—800 km), Wiedereintritt in die Erdatmosphäre, 2000 km vor Aufsetzpunkt Beginn des Landeanflugs; Landung bei 350 km/h auf etwa 4,5 km langer und 90 m breiter Piste

Notlandeplätze: Dakar, Senegal; Hickam, Honolulu; Andersen Air Force Base, Guam; Rota, Spanien; Saragossa, Spanien; Kadina, Okinawa/Japan; Northrup Strip; Köln-Bonn, BRD; Osterinsel, Chile (geplant).

Ein Geschenk des Himmels

Spacelab war das Zauberwort der westeuropäischen Raumfahrtstechniker Mitte der 70er Jahre. Dieses in fast zehn Jahren von zehn westeuropäischen Ländern entwickelte wissenschaftliche Weltraumlabor sollte eine der meistgefliegenen Nutzlasten des Shuttle werden. Die 1976 von der NASA vorgelegte Detailplanung war in der Tat beeindruckend. Sie wies bis 1991 insgesamt 226 Spacelab-Flüge aus. Pro Jahr waren maximal 29 Einsätze geplant. Der erste Start sollte 1980 erfolgen. Doch die Realität sah anders aus.

Zunächst konnte der Premierentermin nicht eingehalten werden. Einerseits aufgrund der zeitlichen Verzögerungen bei der Entwicklung des Raumtransporters selbst und andererseits

Tabelle 2: Beteiligung pro Land an den Experimenten des Spacelab 1-Mission

Land	Astro-nomie	Fern-erkundung	Biol./Mediz.	Mate-rial-wissen.	Summe
BRD	1	2	5	13	21
Frankr.	6	2	—	7	15
USA	3	1	7	1	12
GB	—	—	2	4	6
Italien	—	—	1	3	4
Niederl.	1	—	—	2	3
Belgien	2	—	—	1	3
Österr.	1	—	—	2	3
Japan	1	—	—	—	1
Schweiz	—	—	1	—	1
Dänemark	—	—	—	1	1
Schweden	—	—	—	1	1
Spanien	—	—	—	1	1

durch diverse Änderungswünsche an der Spacelab-Konfiguration durch die NASA. Zudem strich 1981 die NASA 26 der ursprünglich 56 Missionen, die in den fünf Jahren nach dem Ersteininsatz vorgesehen waren. Als im November 1981 die erste Flugeinheit an die US-Raumfahrtbehörde übergeben wurde, berechneten die Amerikaner einen Importzoll von 12 Mill. Dollar. Lediglich Ulf Merbold (BRD) erhielt beim Erstflug vom 28. 11.—8. 12. 1983 einen „Freifahrtschein“.

Obwohl einige Experimente wegen technischer Pannen nicht oder nur teilweise durchgeführt werden konnten (z. B. Untersuchungen der Wechselwirkung von Ionosphäre und Magnetfeld mit hochenergetischen Elektronen, die Erzeugung künstlicher Polarlichter sowie astronomische Aufnahmen, bei denen die Wieder-gabequalität unzureichend war), bewies der Jungfernflug des Spacelab das hohe wissenschaftlich-technische Niveau der ESA-Staaten.

Doch schon vor diesem Einsatzstart stellte die NASA die Bedingung, daß künftig jeder weitere Flug des Spacelab bezahlt werden müsse. Die ESA war gezwungen einzuwilligen. Somit ging

das Hinunelabor als ein 2,5 Md. Dollar teures Geschenk an die USA.

Inzwischen wurden weitere Spacelab-Flüge gestrichen. Bei der ESA befürchtet man, daß in den kommenden fünf Jahren nur noch drei Missionen mit dem Raumlabor erfolgen werden. In der Tat kam es erst am 29. April 1985 zum zweiten Einsatz (Flug 51-B). Der dritte erfolgte drei Monate später. Beide Unternehmen hatten keinen europäischen Astronauten an Bord. Von den zwölf durchgeführten Experimenten der Spacelab 3-Mission waren zwei von Frankreich und eines von Indien entwickelt worden. Spacelab 2 trug zwei britische Versuche, alle übrigen Programme waren „Made in USA“. Erst beim vierten Spacelab-Einsatz (Spacelab D-1) konnten wieder drei ESA-Spezialisten gegen eine Startgebühr von 170 Mill. DM mitfliegen.

80000 Dollar für ein Flugticket

Etwas billiger als seine europäischen Kollegen hatte es der erste „dienstreisende“ Astronaut Charles D. Walker. Sein Konzern, McDonnell Douglas, zahlte rund 80000 Dollar für seinen Flug im August 1984 (41-D). Im Auftrag des Konzerns führte der Industrie-Astronaut Versuche zur Gewinnung von Hormonen und Enzymen durch (EOS – Electrophoresis Operation in Space). Bei den hier getesteten Verfahren geht es um ein sog. „Continuous Flow Electrophoresis System“ (CFES), bei dem ein kontinuierlicher Fluß einer Trägerflüssigkeit über eine lange Trennstrecke geführt wird. Durch ein angelegtes elektrisches Feld fächern sich die in der Trägerflüssigkeit enthaltenen Substanzen auf, die am Ende der rechtkeiligen Trennstrecke in reiner Form aus dem Material entnommen werden können.

Dieser Vorgang funktioniert prinzipiell auch auf der Erde. Nur erhält man unter Einwirkung der Schwerkraft vergleichsweise sehr geringe Substanzmengen. Bei dem EOS-Test konnte das 700fache des Biomaterials mit einem um den Faktor 4 höheren Reinheitsgrad separiert werden. Dazu arbeitete die 317,5 kg schwere EOS-Einheit rd. 75 Stunden und verarbeitete 83 % des mitgeführten Biomaterials.

Im April (51-D) und November 1985 (61-B) unternahm Charles D. Walker zwei weitere Weltraumeinsätze auf diesem Gebiet. Ziel dieser Versuche war die Herstellung eines neuen Medikaments mit größerer Reinheit und Wirksamkeit als unter irdischen Bedingungen. Zwar sind Details nicht bekannt geworden, doch handelte es sich wahrscheinlich um ein spezielles Hormon gegen die Zuckerkrankheit. Teile des Spacelab-Programms und das CFES-Experiment zählen zu den wenigen friedlichen

Versuchen an Bord des Shuttle. Es fällt schwer, weitere größere, eindeutig zum Nutzen des Menschen bestimmte Projekte zu finden [3].

Geheime militärische Flüge im Auftrag des Pentagon

Diese Missionen liefen unter der Codebezeichnung DoD (Department of Defense).

STS 4-Columbia (DoD 82-1)

In der Ladebuch führte die Columbia die von der USAF Space Division entwickelte Instrumentenplattform ESS 1 (Experimental Space Support Pallet) mit. Auf ihr waren 6 Geräte montiert, mit denen primäre und sekundäre militärische Versuche durchgeführt wurden:

CIRIS (Cryogenic Infrared Radiance Instrumentation for Shuttle): Kernstück der 900 kg schweren und 3200 mm × 1800 mm × 1800 mm großen Apparatur war ein heliumgekühltes Infrarotteleskop (Länge 978 mm, Durchmesser: 590 mm, Gesichtsfeld: 0°5, Auflösungsvermögen: 0°006).

Es diente zum Test für die Konstruktion leistungsfähiger Infrarot-Frühwarnsysteme, die z. B. Startvorbereitungen gegnerischer Raketen (Wärmequellen durch Abgasentwicklung) aufspüren können. Hochempfindliche Infrarotsensoren sind ein wichtiger Teil des SDI-Konzepts (Auftraggeber: USAF Geophysical Laboratory, Utah State University).

HUP (Horizon Ultraviolet Program): Teleskop zur Messung ultravioletter Strahlung am Erdhorizont. Dieses Experiment hat Bedeutung für die genaue Bestimmung von Satellitenpositionen und Antiraketen (Auftraggeber: USAF Geophysical Lab.).

SEPS (Shuttle Effects on Plasma in Space): Weiterentwicklung der STS 3-Nutzlast PDP (s. S. 107); (Auftraggeber: USAF Geophysical Lab., Naval Research Lab.).

SWC (Sheat Wake and Charing): Studium der Wechselwirkung elektromagnetischer Teilchen in der unmittelbaren Umgebung des Shuttle. (Auftraggeber: USAF Geophysical Lab.).

Ferner wurde erstmals der Prototyp eines neuartigen automatischen Sextanten getestet. Das System soll später in unbemannten Satelliten installiert werden und deren Position im Raum ohne Hilfe der Bodenstation mit einer Genauigkeit von ± 250 m und 0,4 bestimmen.

Bei dieser Mission konnte nicht wie bisher bei den Fernsehübertragungen in den Frachtraum gesehen werden. Der militärische Funkverkehr wurde in verschlüsselter Sprache (z. B. „Charlie Step 3 nochmals versuchen“) geführt.

Astronaut Henry W. Hartsfield wurde 1966 von der USAF für das Projekt MOL berufen.

Nach der Streichung dieses militärischen Programms ging er zur NASA und fungierte u. a. beim Skylab-Unternehmer als Verbindungsmann in Mission Control in Houston. Erstmals wurde der Countdown völlig computergesteuert abgewickelt, um in Zukunft einen schnellen Einsatz zu garantieren.

51-C-Discovery (DoD 85-1)

Fernsehübertragungen von dieser zweiten geheimen Mission gab es nur wenige Minuten vom Start und Aufstieg der Discovery. Die Besetzung setzte den rund 6 t schweren militärischen Nachrichtensatelliten USA 8 (Codename Magnum) aus. Er wurde mittels der Antriebsstufe IUS auf eine geostationäre Bahn gebracht.

USA 8 verfügt über zwei Parabolantennen mit einem Durchmesser von je 23 m, von denen eine ständig auf den europäischen Teil der UdSSR gerichtet ist und die andere als Sendestation für die Abstrahlung der abgehörten Meldungen fungiert. Sein Spionageprogramm umfaßt den gesamten sowjetischen Funkverkehr einschließlich Richtfunk und Satellitenverbindungen für Telefongespräche, Fernschreiben und Datenübertragung. Vor allem aber sollen Telemetrie-signale des Starts und Flugverlaufs von Raketen-tests registriert werden. Die gewonnenen Daten werden an Bord des Satelliten verschlüsselt und gespeichert. Ein kompliziertes Computersystem (SIGINT - Signal Intelligence) entscheidet über der Zeitpunkt der Weiterleitung der Daten. Dazu wird von dem Computer ein Raumflugkörper des amerikanischen „Satellite Data Systems“ ausgewählt und als Relaisstation für die Übertragung der Informationen zur Erde benutzt. Die Wahl des Sendzeitpunkts, des Umfangs der Meldung und des Relaisatelliten geschieht nach dem Zufallsprinzip. „Big Ear“, wie der Satellit auch wegen seiner beiden großen Antennen genannt wird, ist mit einer Kunststoffschicht überzogen, die Radarreflexionen auf ein Minimum herabzusetzen vermag. Erprobungen dieses neuen Werkstoffs erfolgten bereits an Bord der Challenger im April 1984 (s. S. 108; 41-C).

Der rund 350 Mill. Dollar teure Satellit soll etwa 60 Jahre auf seiner geostationären Position funktionstüchtig bleiben. Insgesamt sind sechs Raumflugkörper dieses Typs geplant. An Bord der Discovery befand sich mit Major Gary Payton erstmals einer der 27 Militär-astronauten, die seit 1983 streng geheim im militärischen Raumfahrtzentrum Vandenberg (Kalifornien) ausgebildet werden, von wo aus künftig die militärischen Missionen auf polare Umlaufbahnen starten können.

51-J Atlantis (DoD 85-2)

Auch dieser Flug unterlag der höchsten Geheimhaltungsstufe, die es in den US-Streitkräften gibt - „cosmic secret“.

Der Name des Nutzlastspezialisten wurde erst in letzter Minute bekanntgegeben. Auftrag dieses Unternehmens war das Aussetzen zweier Raumflugkörper des Typs DSCS III (Defence Satellite Communication System). Die je 75 Mill. Dollar teuren Satelliten sollen dem amerikanischen Präsidenten im Ernstfall zur Befehlsübermittlung beim Einsatz von Kernwaffen dienen.

Die DSCS III-Systeme verfügen über steuerbare Sende- und Empfangsanlagen, so daß auf Befehl von der Erde aus Punktziele, kleine Areale oder auch große Gebiete für Sendung und Empfang getrennt und zeitlich flexibel abgedeckt werden können. Dadurch ist es möglich, Bodenanlagen bis hin zur Tornistergröße des Infanteristen (manpack) zu verkleinern. Die Satelliten sind gegen den sog. EMP-Blitz (elektromagnetischer Puls), der nach Kernexplosionen entsteht, weitestgehend immun. In der SDI-Forschung ist ihre Anwendung für den atomaren Erstschlag und in einer sog. Notsituation vorgesehen. Letztere kalkuliert man für den Fall ein, daß doch nicht alle gegnerischen Raketen abgefangen werden können und somit die eigenen irdischen Kommandozentralen zerstört werden.

Ferner befand sich die USAF-Plattform ESS 2 an Bord, die u. a. eine verbesserte Version des Infrarotteleskops CIRIRIS trug.

Zivile Missionen mit militärischen Experimenten

STS 1 Columbia

Nach der Zeitung „Baltimore Sun“ befand sich bereits an Bord des ersten Shuttle ein Experiment zum Test einer Laservisereinrichtung.

STS 3 Columbia

Einrichtung PDP (Plasma Diagnostics Package): Eine 160 kg schwere Meßplattform, die am Greifarm der Columbia in 13,5 m Entfernung vom Shuttle hing, übermittelte mit Hilfe eines Minisenders Daten über das elektromagnetische Feld in der Umgebung der Fähre.

TCE (Thermal Canister Experiment): Ziel dieses Versuchs ist die Entwicklung von Wärme-regulierungsmethoden künftiger Apparaturen mit Hilfe passiver und halbaktiver Verfahren. Es gelang, im Innern eines $3 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ großen Kübels, eine Temperatur von 5 bis 20°C zu halten (bei einer Außentemperatur zwischen -100°C und $+200^\circ \text{C}$). Beide Experimente dienten militärischer Grundlagenforschung für entsprechende Raumsysteme und zur Vorbereitung der ersten militärischen Mission (STS 4).

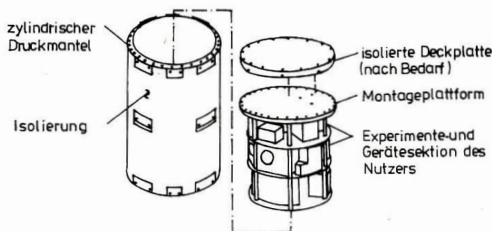


Abb. 3: GAS-Container, die immer häufiger für militärische Experimente Verwendung finden. Von der NASA werden angeboten: Container mit 0,04 m³ Inhalt (27 kg Nutzlast für 3000 \$), 0,07 m³ (45 kg, 5000 \$), 0,14 m³ (91 kg, 10000 \$).

(Zeichn.: Jan Oehler)

STS 6 Challenger

An Bord befand sich der 2268 kg schwere und 240 Mill. Dollar teure Datenaufnahme- und Übertragungssatellit TDRS A (Tracking and Data Relay Satellite).

Da die IUS-Antriebsstufe, die den Satelliten auf eine geostationäre Bahn befördern sollte, nur 70 statt der geforderten 104 s arbeitete, kam der 5,77 m hohe, im Durchmesser 3 m breite und in der Spannweite 17,3 m große Raumflugkörper nur auf eine Bahn von (22000...35350) km. Durch zahlreiche Einzelkorrekturen mit den Steuertriebwerken gelang es, den Satelliten doch noch auf seine vorgesehene Position zu bringen. Drei Satelliten vom Typ TDRS sollen bis 1988 (ursprünglich schon ab 1984) eine ständige Nachrichtenbrücke zwischen dem Shuttle, 26 Erdsatelliten (vorwiegend mit militärischem Status) und der Erde ermöglichen. Die TDRS-Satelliten sollen dazu in 120° Abstand auf geostationäre Positionen befördert werden.

„Scenic Fast“ (Fast meaning Falcon Shuttle Test): Erstmals wurde ein GAS (Get-Away-Special)-Container (Abb. 3) für militärische Aufgaben benutzt. Er beinhaltet fünf materialwissenschaftliche und ein biologisches Experiment (Auftraggeber: USAF Academy Cadets, Colorado Springs).

STS 7 Challenger

GAS-Container 0305 (USAF): Test verschiedener Filmemulsionen auf die Einwirkung der Schwerelosigkeit und der ultravioletten Strahlung in der Ladebucht.

STS 10 (41-C) Challenger

Drei Werkstoffexperimente zur Gewinnung von Materialien, die die Radarreflexion von Oberflächen stark reduzieren. Das mit Harz versehene Kunststoffmaterial (Epoxy Resin) soll für den neuen strategischen Bomber „Stealth“ („Der Unsichtbare“) Verwendung finden. Er soll in den 90er Jahren zum Einsatz kommen.

Zielsuchballon IRT (Inflatable Rendezvous

Target): Der Ballon, der zum Test neuer Shuttle-Radaranlagen benutzt werden sollte, entfaltet sich nur teilweise und zerplatzt beim Aufblasen. Er ist militärisch bei der Zielsuche gegnerischer Weltraumobjekte relevant.

41-D Discovery

Syncom IV-2/Leasat 2 Militärischer Kommandosatellit, Durchmesser 4,26 m, Länge 6 m, Startmasse 6850 kg, aktive Lebensdauer 10 Jahre. Die Satelliten dieses Typs dienen zur Herstellung von Kommunikationsverbindungen zwischen dem Pentagon und den Teilstreitkräften Air Force und Navy.

51-A Discovery

Syncom IV-1/Leasat 1 (vgl. 41-D Discovery).

51-D Discovery

Syncom IV-3/Leasat 3: Durch Versagen der automatischen Folgesteuerung kam der Satellit nicht auf seine Bahn. Vier Monate später montierten die Astronauten James van Hooten und William Fisher (Flug 51-I) eine Umgehungs-schaltung an dem Raumflugkörper, um ihn vom Boden aus fernsteuern zu können. Anfang November 1985 wurde das Perigäumtriebwerk gezündet und der Satellit auf seine Bahn gebracht.

51-G Discovery

Erstes offiziell durch die USA bestätigtes Experiment für die sog. „Strategische Verteidigungsinitiative“ (SDI). Nach Korrektur eines Computerfehlers konnte ein Laser-Nachführungsgerät auf der Hawai-Insel Maui die Discovery 2 min. lang verfolgen (HPTE = High Precision Tracking Experiment).

Dazu wurde der von Maui ausgesandte blaue Laserstrahl mit einem etwa 20 cm großen Spiegel an Bord der Raumfähre reflektiert und in der Bodenstation hinsichtlich Energiedichte, Amplitude und Phase untersucht. Das Experiment trug die makabre Codebezeichnung Tschakowski-Vorspiel „1812“.

51-F Challenger

PDP (Plasma Diagnostics Package): Dieses Experiment schloß an die Erkenntnisse aus den STS 3- und STS 4-Versuchen an. Diesmal beinhaltete ein GAS-Container einen Kleinsatelliten, der für sechs Stunden ausgesetzt wurde und Messungen der Elektronendichte und Magnetfelder der Ionosphäre der Erde vornahm. Dazu wurden kurzzeitig die Manövriertriebwerke der Challenger gezündet, um die Auswirkungen der heißen Abgase auf die Ionosphäre zu untersuchen. Das Experiment gilt als bedeutsam für die Weltraum-Rüstungsprojekte der USA, die u. a. den Einsatz von Laser- und Partikelstrahlen in der Ionosphäre vorsehen.

51-I Discovery

Syncom IV-4/Leasat 4 (vgl. 41-D Discovery).

61-A Challenger

In einem GAS-Container wurde der 68 kg schwere Kleinsatellit GLOMR (Global Low Orbiting Message Relay Satellite) mitgeführt und ausgesetzt. Dieser Spionagesatellit der Inc./DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) soll insbesondere den Funkverkehr sowjetischer U-Boote abhören. GLOMR war schon an Bord der Mission 51-B. Das Aussetzen scheiterte, da der Containerdeckel klemmte.

61-B Atlantis

OEX (Orbital Experiment): Geheime Nutzlast des Pentagon zum Test eines automatischen Steuerungssystems für Raumfähren. Der Minisatellit unbekannter Masse wurde am 30. 11. 1985 ausgesetzt. Seine Lebensdauer beträgt ca. 1,5 Jahre.

61-C Columbia

Auf der neuartigen Plattform HH-G (Hitchhiker-G) für wissenschaftlich-technische Versuche war eine Particle-Analysis Camera montiert. Mit dieser von der USAF gebauten Kamera lassen sich kleinste Partikel in unmittelbarer Nähe der Fähre analysieren. Für das SDI-Programm sind derartige Messungen bedeutsam, da selbst kleinste kosmische Staubteilchen für die hochempfindlichen Infrarotsensoren als Störfaktor berücksichtigt werden müssen. Ferner kam ein GAS-Container der USAF-Academy zum Einsatz, der Apparaturen zur Messung der Dynamik und Stabilität der Columbia trug.

Zivile Apparate und Experimente, die militärische relevant werden können

Es sind nur die Positionen aufgeführt, deren Nutzung nach eigenen Aussagen des Pentagon unter bestimmten Bedingungen für militärische Zwecke erwogen wird.

STS 2 Columbia

Erprobung des von der kanadischen Firma SPAR Aerospace entwickelten Manipulatorarmes. Das rund 400 kg schwere und max. 15,3 m lange Greifinstrument dient zum Aussetzen und Einholen von Instrumentenplattformen und Satelliten bzw. zur Bergung defekter Raumflugkörper.

Daß im Ernstfall ein Kapern sowjetischer Sputniks nicht ausgeschlossen wird, zeigt die militärische Bedeutung dieses Gerätes. Der Arm kann Nutzlasten bis zu 30 t heben und mit einer Genauigkeit von weniger als 15° Winkelabweichung, 0,06 m/s. Lineargeschwindigkeit und 0,04 Winkelgeschwindigkeit im Raum freisetzen. Das Ausladen einer Nutzlast einschließlich Entfaltung des Arms soll nur 20 min. dauern.

Das System arbeitet computergesteuert mit Unterstützung von zwei Fernsehkameras. Manuelle Bedienung ist ebenfalls möglich.

Ferner wurden bei der STS 2-Mission folgende Erkerkundungsapparaturen eingesetzt:

SIR-A (Shuttle Imaging Radar A): Radarsystem mit einer über 9 m großen Antenne, das eine Auflösung von 40 m am Boden erreichte. Der Arbeitswinkel betrug 47°, wobei jeweils ein Streifen von 50 km Ausdehnung abgetastet wurde. Eine Aufzeichnungsanlage von 68 kg komplettierte die Einrichtung.

SMIRR (Shuttle Multispectral Infrared Radiometer); eingesetzt zur Identifizierung verschiedener Gesteinstypen, Arbeitsbereich: 0,5 bis 2,5 µm, Masse: 99 kg.

FIDE (Feature Identification and Location Experiment): Klassifizierung der Bodenbeschaffenheit der Erdoberfläche (Wasser, Vegetation, Schnee, Sand usw.)

MAPS (Measurement of Air Pollution from Satellites): Messungen der Verteilung der Luftverschmutzung durch Kohlenmonoxid im Bereich von 12 und 18 km Höhe in der Erdatmosphäre.

NOSL (Night/Day Optical Survey of Lightning): Aufzeichnungen von Lichtmessungen am Tag und in der Nacht, hauptsächlich über Afrika mit einer 16 mm Kamera und einer Aufzeichnungsanlage des Typs Sony TC 124.

STS 10 Challenger (41-B)

MMU (Manned Maneuvering Unit): Aluminiumkonstruktion mit einer Höhe von 1,24 m, Breite: 0,81 m, Tiefe: 0,66 m; Energieversorgung: Silber-Zink-Batterie 16,8 Volt. Geschwindigkeit im Flug: 3 km/h. Mit dem MMU können sich die Astronauten bis zu 7 Stunden frei im Raum bewegen. Die Handsteuerung erlaubt Bewegungen in beliebige Richtungen. 24 Stick-

stoffdüsen sorgen für den nötigen Schub. Als erste „menschliche Satelliten“ testeten Bruce McCandless und Robert Stewart am 7. und 9. 2. 1984 das MMU. Mit Hilfe dieser Konstruktion können Satelliten direkt angefliegen und manipuliert werden.

41-G Challenger

LFC (Large Format Camera): Die Großformatkamera besitzt ein Auflösungsvermögen von 20 m aus einer Höhe von etwa 296–300 km. Es wurden 2400 Fotos gewonnen, darunter zahlreiche Aufnahmen vom Gebiet der UdSSR. **SIR-B**: Weiterentwicklung der Radaranlage der STS-2-Mission. Mit SIR-B wurden 46 Mill. Bit./Sek. übermittelt. Bei einer Bahnneigung von 57° flog die Challenger auch über die Territorien der UdSSR und der CSSR. Die Astronauten Leetsma und Sullivan unternahmen einen Ausstieg zur Simulierung der Satelliten-Nachtankung (Bedeutung im Ernstfall, wenn keine automatische Versorgung von Raumflugkörpern möglich ist).

51-F Challenger

IPS (Instrument Pointing System): Das IPS ist eine 1,28 t schwere, um 3 Achsen kardinalisch aufgehängte Plattform, die bis zu 7 t schwere Teleskope oder sonstige optische Sensoren bzw. Geräte mit höchster Präzision und Konstanz auf die Sonne, Sterne oder auf die Endoberfläche ausrichten kann. Bei lagestabilisiertem Orbiter wurde eine Genauigkeit von 0° 5 erreicht, das entspricht einer Abweichung von 6 cm auf 100 km Entfernung.

Ein zweiter Einsatz des IPS war für März 1986 (Astro 1) geplant. Spätere Missionen sollen die Abtast- und Nachführeigenschaften des Systems für kartographische Untersuchungen sowie für Überwachungszwecke nutzen. Beispielsweise soll es möglich sein, aus 200 km Höhe einen Zielpunkt auf der Erde mit einer Schwankungsbreite von nur 50 cm anzuvisieren. Ein Laserstrahl, gesteuert durch das Zielgerät, hätte eine Treffgenauigkeit, die alles bisher Bekannte übersteigt.

61-A Challenger

NAVEX – ein Experiment der BRD bei der Spacelab D 1-Mission. Es wurde jeweils ein Versuch zur Uhrensynchronisation und Einwegentfernungsmessung durchgeführt. Das Testprogramm NAVEX unterlag strengster Geheimhaltung (Bedeutung für die genaueste Abstimmung militärischer Kommandounternehmen).

Von den in den Jahren 1986/87 geplanten 33 Einsätzen des Space Shuttle sollten mindestens sechs ausschließlich für das Pentagon starten. Bei weiteren 12 Flügen sollten 15 militärische Satel-

Tabelle 4: Charakteristische technische Daten des Space Shuttle

	System gesamt	Orbiter
Länge	56,14 m	37,24 m
Höhe	23,34 m	17,27 m
Spannweite		23,79 m
Masse ohne Nutzlast	2041200 kg	96163 kg
Nutzlast max. beim Start		29484 kg
Nutzlast max. bei Landung		14515 kg

iten mitgeführt werden. Nicht berücksichtigt sind einzelne Experimente militärischen Charakters. Experten schätzen, daß ab 1987 bei jeder Mission Pentagonnutzlasten mitfliegen. Zu einem beliebigen militärischen Experimentierfeld sind die GAS-Container geworden. Ursprünglich von der NASA für kleine und kleinste wissenschaftliche Experimente konzipiert, dienen sie immer häufiger für versiegelte geheime Versuchsanordnungen, insbesondere bei zivilen Flügen (Abb. 3).

Hinweis: Über die Challenger-Katastrophe berichten wir in Verbindung mit einem Beitrag über Rettungssysteme in der Raumfahrt in unserem nächsten Heft.

Lit.: [1] NASA Press Kits 1981–1985. – [2] Luft- und Raumfahrt 2/1985. – [3] Neumann, K.-H.: Die Entwicklung der militärischen Raumfahrt der USA. AuR 22 (1984) 78–80.

Abkürzungen für Tabelle 3:

ACES, ADSF (Materialwissensch. Experim.), AFE (Experim. zur Herz-Kreislauf-Untersuchung), APE (Astrophysik. Experim.), ARC (Untersuchung roter Blutkörperchen), ASC (American Satellite Company), ASE (Arabisches wissensch. Experim.), CANEX (Kanadisches wissensch. Experim.), CFES (Elektrophoreseanlage zur Herstellung von Medikamenten), Champ (Experim. zur Halley-Forschung), CLOUDS (Meteorolog. Experim. zur Beobachtung von Wolkenformationen), DMOS (Materialwissensch. Experim. zur Vermischung organ. Lösungen), EASE/ACCESS (Ban von Strukturelementen zum Test für künftige Raumstation), ERBS (Strahlungssatellit), ESS (USAF-Geräteplattform), FDS (Materialwiss. Experim.), FEE (Französisch. Experim. zur Herz-Kreislauf-Untersuchung), FPE (Französisch. Experim. zur Physiologie), GAS (Spezialcontainer), Heflex (Biotechnolog. Apparat mit 72 Kammern), HH-G (Nutzlastplattform für wissensch.-techn. Versuche), IMAX (Kanad. Bildkamera für Dokumentation Start-Flug-Landung), IEF (Elektrotechn. Experim.), IPS (Instrumenten-Ausrichtungsplattform), IR-IE (Infrarotexperim.), IRT (Zielsuchballon), LDEF (Langzeit-experimentalplattform), LFC (Großformatkamera), MLR (Materialwiss. Experim.), MPSE (Mexikan. Nutzlastexperim.), NOSL (Meteorolog. Experim.), OAST (Instrumentenplattform für Solarflächentest), OIM (Sauerstoff-Wechselwirkung-Experimente mit versch. Materialien), OSS (Astrophysik. Experim.), OSTA (Plattform f. Erdkunde), PDRS/PFTA (Technolog. Experim. mit Nutzlastgereinrichtungen), PPE (Medizin. Experim. z. Zelltrennung), PVTOS (Biolog. Experim.), RME (Strahlungsdetektor), SPARTAN (Frei-flugträger für astronom. Experim.), SPAS (Wissensch. Plattform, BRD), SSIP (Studentenexperim.) TLD (Gamma-Strahlungsmesser).

Tabelle 3: Einsätze des Raumtransportsystems Space Shuttle

Flug, Fähre, Start, Landung	Flug- zeit Tage	Besatzung, Funktion	mitgeführte Satelliten	Größere Nutzlasten Experimente	Bemerkungen
STS 1 Columbia 12. Apr. 1981 14. Apr. 1981	2	John W. Young (C) Robert L. Crippen (P)			1. bemannter Testflug
STS 2 Columbia 12. Nov. 1981 14. Nov. 1981	2	Joe H. Engle (C) Richard H. Truly (P)		OSTA 1, Heflex, NOSL	6 × Startverschiebung durch Ausfall Haupttriebwerk; Flugverkürzung wegen Ausfall Energieversorgung; Test Manipulatorarm
STS 3 Columbia 22. März 1982 30. März 1982	8	Jack R. Lousma (C) Charles G. Fullerton (P)		OSS 1, GAS-Proto- typ	eintägige Flugverlängerung wegen schlechtem Wetter im Landegebiet
STS 4 Columbia 27. Juni 1982 4. Juli 1982	7	Thomas K. Mattingly (C) Henry W. Hartsfield (P)		ESS 1, NOSL	1. geheime Militärmission (DoD 82-1); Verlust der beiden Feststoffbooster durch Fallschirmversagen
STS 5, 31-A Columbia 11. Nov. 1982 16. Nov. 1982	5	Vance D. Brand (C) Robert F. Overmyer (P) William B. Lenoir (MS) Joseph P. Allen (MS)	SBS 3 (USA) Telesat E/ ANIK C 3 (Kanada)	GAS (1)	1. Einsatzflug; Ausstieg wegen Defekt am Raumanzug ab- gesetzt
STS 6, 31-B Challenger 4. Apr. 1983 9. Apr. 1983	5	Paul J. Weitz (C) Karol J. Bobko (P) Donald H. Peterson (MS) Story F. Musgrave (MS)	TDRS-A (USA)	CFES, MLR, NOSL, GAS (3)	Startverschiebung um 2,5 Mo- nate wegen Auswechslung des Triebwerks
STS 7, 31-C Challenger 18. Juni 1983 24. Juni 1983	6	Robert L. Crippen (C) Frederick H. Hauck (P) John M. Fabian (MS) Norman E. Thagard (MS) Sally K. Ride (MS)	Telesat F/ ANIK C 2 (Kanada), Palapa B-1 (Indones.)	SPAS-OL, OSTA 2, CFES, MLR, GAS (7)	1. US-amerik. Frau; 1. Aus- setzen und Bergen der Platt- form SPAS
STS 8, 31-D Challenger 30. Aug. 1983 5. Sept. 1983	6	Richard H. Truly (C) Daniel C. Brandenstein (P) Günion S. Bluntord (MS) W. E. Thornton (MS) Dale A. Gardner (MS)	Insat 1-B (Indien)	P DRS/EFTA, OIM, CFES, RME, GAS (4), SSIP (1)	53 Tg. Überholung nach STS 7 Flug; 76 Hitzeschutzkacheln ausgewechselt; Test des neuen Manipulatorarmes; Flugverlän- gerung um 24 Stunden, 1. Nachtlandung
STS 9, 41-A Columbia 28. Nov. 1983 8. Dez. 1983	10	John W. Yong (C) Brewster A. Shaw (P) Robert A. Parker (MS) Owen G. Garriott (MS) Byron K. Lichtenberg (PS) Ulf Merbold (BRD) (PS)	Indien	Spacelab 1	2 × Startverschiebung; 1. Aus- länder an Bord; 1. Flug des Spacelab; bisher schwerste Nutzlast für STS (15,7 t); erstmalig Bahnneigung 57°, 2 min vor Landung Brand im Heck
STS 10, 41-B Challenger 3. Febr. 1984 11. Febr. 1984	8	Vance D. Brand (C) Robert L. Gibson (P) Bruce Mc Candless (MS) Ronald E. McNair (MS) Robert L. Stewart (MS)	Palapa B-2 (Indones.) Westar 6 (USA)	IRT, SPAS Ol-A, ACES, IEF, RME, MLR, GAS (5), SSIP (1)	1. Landung in Cape Canaveral; beide Satellitenstarts miß- lungen; IRT zerplatzt; Aus- setzen von SPAS gescheitert; Ausstieg von Stewart u. Candless mit MMU
STS 11, 41-C Challenger 6. Apr. 1984 13. Apr. 1984	7	Robert L. Crippen (C) Francis R. Scobee (P) George D. Nelson (MS) Terry J. Hart (MS) James D. van Hoften (MS)		LDEF 1, RME, TMAX, SSIP (1)	Aussetzen LDEF 1 (57 Exp.); Bergung von SSM mit Greif- arm, Reparatur und Wiederaus- setzen. Einfangen durch Nelson zuvor zweimal mißlungen.

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Flug, Fährte Start, Landung	Flug- zeit Tage	Besatzung, Funktion	mitgeführte Satelliten	Größere Nutzlasten Experimente	Bemerkungen
STS 12, 41-D Discovery 30. Aug. 1984 5. Sept. 1984	6	Henry W. Hartsfield (C) Michael L. Coats (P) Judith A. Resnik (MS) Steven A. Hawley (MS) Richard A. Mullane (MS) Charles D. Walker (PS)	SES D (USA), Telstar 3-C (USA), Syncom IV-2/ Leasat 2 (USA)	OAST 1, CFES III, IMAX, RME, SSIP (1), CLOUDS	3 × Startverschlebung; 1. Industrierastronaut (Walker); Aufichten der 31,5 m × 4,1 m großen Solar- zellenfläche SAE
STS 13, 41-G Challenger 5. Okt. 1984 13. Okt. 1984	8	Robert L. Crippen (C) Jon A. McBride (P) Kathryn D. Sullivan (MS) Sally K. Ride (MS) David D. Leetsma (MS) Paul D. Scully-Power (Australien) (PS) Marc Garneau (Kanada) (PS)	ERBS (USA)	LFC, OSTA 3, IMAX, GAS (8), TLD, APE, CANEX RME	Defekt im Kühlsystem, Tempe- ratur im Shuttle bis 35 °C; zeit- weiser Ausfall v. TDRS bedingte Datenverlust; Ausstieg Leetsma u. Sullivan zur Simulierung der Satelliten- nachtankung; Verlust von 2400 Hitzeschutzkacheln
STS 14, 51-A Discovery 8. Nov. 1984 16. Nov. 1984	8	Frederick H. Hauck (C) David W. Walker (P) Anna L. Fisher (MS) Dale A. Gardner (MS) Joseph P. Allen (MS)	Telesat H/ ANIK D 2 (Kanada), Syncom IV-1/ Leasat 1 (USA)	DMOS, RME	Bergung der 2 Satelliten, die bei 41-B ausgesetzt wurden, aber nicht die geostationäre Bahn erreichten (Palapa B-2, Westar 6)
STS 15, 51-C Discovery 24. Jan. 1985 27. Jan. 1985	3	Thomas K. Mattingly (C) Loren J. Shriver (P) Ellison S. Onizuka (MS) James F. Buchli Gary E. Payton (PS)	Magnum/USA 8 (USA)	ARC	2. geheime Militärmission (DoD 85-1); 1. Nutzlast- spezialist des Pentagon
STS 16, 51-D Discovery 12. Apr. 1985 19. Apr. 1985	7	Karol J. Bobko (C) Donald E. Williams (P) M. Rhea Seddon (MS) Jeffrey A. Hoffman (MS) S. David Griggs (MS) Charles D. Walker (PS) E. Jake Garn (PS)	Telesat I/ ANIK C 1 (Kanada)	CFES III, GAS (6), AFE, SSIP (2)	Leasat 3 geostationäre Bahn nicht erreicht, Fehler in Oberstufe IUS; Einfang von LDEF gestrichen; bei Lan- dung Fahrwerk blockiert, 120 Hitzeschutzkacheln ver- loren, 1. Politiker (Garn) im All
STS 17, 51-B Challenger 29. Apr. 1985 6. Mai 1985	7	Robert F. Overmyer (C) Frederick D. Gregory (P) Don L. Lind (MS) Norman E. Thargard (MS) William E. Thornton (MS) Lodewijk v. d. Berg (PS) Taylor G. Wang (PS)	Nusat (USA) GLOMR (USA)	SPACELAB 3 GAS (2)	1. „lange Version“ des SPACELAB (8 m); erstn. Kleinsatelliten in spez. GAS-Containern an Bord (Nusat, GLOMR), Aussetzen v. GLOMR mißlungen, da Containerdeckel klemmte
STS 18, 51-G Discovery 17. Juni 1985 24. Juni 1985	7	D. C. Brandenstein (C) John O. Creighton (P) Shannon W. Lucid (MS) John M. Fabian (MS) Steven R. Nagel (MS) Patrick Baudry (Frankr.) (PS) Abdel Aziz Al Saud (Saudi Arabien) (PS)	Telstar 3-D (USA) Morelos 1 (Mexiko) Arabsat B-1 (Arab. Liga)	FEE, FPE ADSF, GAS (6), Spartan 1, ASE	zwei Ausländer an Bord; Spartan-Freiflugträger für Astronomieexp. 48 Std. ausge- fahren, offiziell erstes Exp. für SDI (HPTE)
STS 19, 51-F Challenger 29. Juli 1985 6. Aug. 1985	8	Charles G. Fullerton (C) Roy D. Bridges (P) F. Story Musgrave (MS) Anth. W. England (MS) Karl G. Henize (MS) Loren W. Acton (PS) John D. Bartoe (PS)	PDF (USA)	SPACELAB 2, IPS, GAS (2)	5 min 45 sek. nach Start schaltete sich das mittlere Triebwerk aufgrund falscher Anzeige eines Temp.-Meß- fühlers ab; Flugverlängerung um 24 Std., da Probleme mit IPS



Das schöne Amateurfoto

Milchstraße zwischen Schildwolke und Schütze. Astrokamera Tessar 71/250 (Verleihgerät der Sternw. Bautzen), ORWO ZU2, hypersensib. (FAH), Entw. 4 Min. in A 71, Bel. am 23. 8. 1976 von 20.45—21.45 Uhr, Nachf. auf Zeiss Ib-

Montierung, Sternw. Sohland, Aufn.: Wolfram Fischer. Gesamtvergr. der 9×12 cm-Platte und Bildherst.: Edmund Grunert. — Leider zeichnet das Tessar 71/250 das $9 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ - Format nicht fehlerlos aus.

**Komet Halley**

Aufn. v. 1985 Dez. 22,74791 UT.

1,42 mm $\triangle$ 1' (Nord ist oben)

Aufn. v. 1985 Dez. 23,71250 UT.

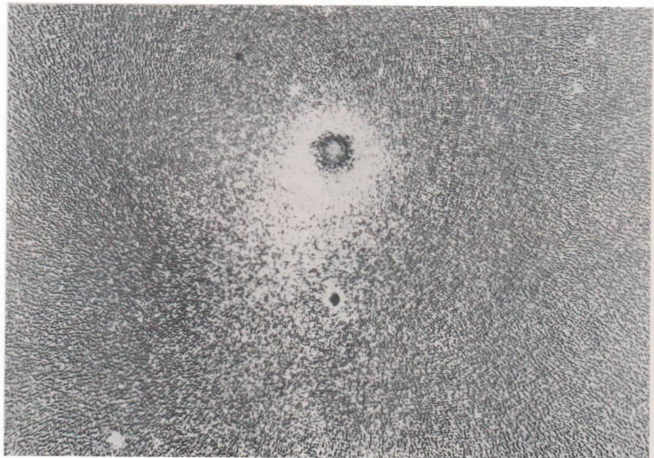




Aufn. von 1986 Jan. 03,70798 UT. $\alpha = 22\text{ h } 08\text{ min } 49,8\text{ s}$;

$\delta = -03^{\circ} 12'$. (Norden links)

Alle Aufn.: Peter Lipski.



Aus der Postmappe

Ein Brief ...

..... Ich heiße Frank Giedow, bin 15 Jahre alt und Schüler der 9. Klasse der Bertolt-Brecht-Oberschule Wismar. Seit drei Jahren befae ich mich intensiv mit der Astronomie. Vor ca. sechs Monaten begann ich mit der Astrofotografie. So nutzte ich meine erste Gelegenheit, um den Verlauf einer totalen Mondfinsternis mit fotografischen Mitteln zu beobachten. Hierzu verwendete ich meine Kamera Exa Ib und das Teleobjektiv Sonnar 3,5/135. Zwischen Kamera und Teleobjektiv wurde ein Konverter (2 $\times$) geschraubt. Als Aufnahmematerial diente der Film ORWO NP 27 für die erste und zweite Aufnahme. Für die dritte bis achte Aufnahme verwendete ich den Film „Foto 65“. Die Belichtungszeiten waren:

Aufn.-Nr.	1	2	3 + 4	5	6-8
Expos. in s	3	2	1/60	1/125	1/175

Den Film entwickelte ich in R 09 (1 + 40) bei 20°C Wassertemperatur 12 Minuten lang. Der Mond Durchmesser auf dem Negativ betrug 2 mm, der im Positivproze auf 20 mm nachvergrößert wurde. Als Bildmaterial verwendete ich „Universal BH I“, der Entwickler war „X 120 super“, als Fixiermittel diente ein Gemisch aus A 300 und A 324.

Zu den Aufnahmen: 19 Uhr war der Himmel bewlt. Zu meinem Glück lösten sich danach die Wolken plötzlich auf. Dennoch konnte nur noch das Ende der Mondfinsternis fotografiert werden. Um 19.06 Uhr kam es zur ersten Aufnahme. Die zweite wurde um 19.11 Uhr aufgenommen. Da ich auf diesem Gebiet noch keine Erfahrungen hatte, wurden diese beiden Aufnahmen überbelichtet, d. h., eigentlich nur die schmale Sichel des bereits ausgetretenen Teils vom Mond in der linken unteren Ecke. Dadurch war aber der noch verfinsterte Teil des Mondes zu sehen. Die weiteren Aufnahmezeiten waren: 3. Aufnahme: 19.41 Uhr; 4. Aufn.: 19.51 Uhr; 5. Aufn.: 20.06 Uhr; 6. Aufn.: 20.16 Uhr, 7. Aufn.: 20.23 Uhr und 8. Aufn.: 20.30 Uhr.

Für die Redaktion: Leider konnte ich aus Zeitgründen (Schule) nicht schon früher schreiben. Ich bitte um Verständnis. (Anm. d. Red.: Frank schrieb uns am 13.12.1985.)

Hiermit bitte ich Sie, die Fotos sowie den Textteil zu veröffentlichen. Ich wäre Ihnen sehr dankbar dafür....“

... und unsere Antwort

Lieber Frank, wie Du siehst, ist Deine Bitte erfüllt. Wir haben uns nämlich über Deinen Brief sehr gefreut, weil Deine „erste Gelegenheit“ gar nicht so schlecht ausgefallen ist – bedenkt man auch Deine fotografische Ausrüstung. Und: Du bist nicht so vermessen, Dein Werk überzubewerten. Obwohl diese Serie schon ein erfreuliches Ergebnis gebracht hat, lerne an ihr weiter. (Und das rate ich allen, die wie Du anfangen, Erfahrungen zu sammeln: Lernt aus den eigenen Fehlern und Verirrungen!)

Nun weiß ich zwar (mit Dir), von welcher Finsternis hier die Rede ist. Ob's auch alle AuR-Leser wissen? Wollen doch mal sehen!

Dir aber wünsche ich für die weiteren Versuche Ideen, Geduld, Ausdauer und Erfolg bei häufig klarem Wetter.

Dein Heinz Albert, Verantw. Red.



3



4



7



8

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Flug, Fähre, Start, Landung	Flugzeit Tage	Besatzung, Funktion	mitgeführte Satelliten	Größere Nutzlasten Experimente	Bemerkungen
STS 20, 51-I Discovery 27. Aug. 1985 3. Sept. 1985	7	Joe H. Engle (C) Richard O. Covey (P) J. D. van Hoften (MS) John M. Lounge (MS) William F. Fisher (MS)	Aussat 1 (Australien) ASC 1 (USA) Syncom IV-4/ Leasat 4 (USA)	PVTOS, GAS	2x Startverschiebung; Ausstieg von van Hoften und Fisher zwecks Reparatur des militär. Nachrichtensatelliten Syncom IV-3.
STS 21, 51-J Atlantis 3. Okt. 1985 7. Okt. 1985	4	Karol J. Bobko (C) Ronald J. Grabe (P) Robert L. Stewart (MS) David G. Hilmers (MS) William Pailles (PS)	zwei Satelliten des Typs DSCS III/USA 11, 12 (USA)	ESS 2 CIRRIS	3. geheime militärische Mission; 1. Flug der vierten Raumfähre
STS 22, 51-A Challenger 30. Okt. 1985 6. Nov. 1985	7	Henry W. Hartsfield (C) Steven R. Nagel (P) James F. Buchli (MS) Guion S. Bluford (MS) Bonnie J. Dunbar (MS) Reinhard Furrer und E. Messerschmid (BRD) Wubbo Ockels (Niederl.) (alle PS)	Kleinsatellit GLOMR (USA)	SPACELAB D-1, GAS	1. nationaler Einsatz des SPACELAB (BRD); 3 Ausländer an Bord
STS 23, 51-B Atlantis 27. Nov. 1985 3. Dez. 1985	6	Brewster A. Shaw (C) Bryan D. O'Connor (P) Mary L. Cleave (MS) Sherwood C. Spring (MS) Jerry L. Ross (MS) Charles D. Walker (PS) Rodolfo Neri Vela (Mex.) (PS)	Morelos 2 (Mexiko) Aussat 2 (Australien) Satcom Ku-2 (USA) OEX (USA)	EASE/ACCESS IMAX, CFES, DMOS, MPSE, GAS (1)	erstmalige Versuche für die künftige US-Raumstation; während 5stünd. Außen- aufenthalt errichteten Spring und Ross aus 126 Einzelteilen eine 4 m hohe Pyramide sowie einen 14 m hohen Aluminiumturm
STS 24, 51-C Columbia 12. Jan. 1986 18. Jan. 1986	6	Robert L. Gibson (C) Charles F. Bolden (P) George D. Nelson (MS) Steven A. Hawley (MS) F. R. Chang-Diaz (MS) Robert Cenker (PS) William Nelson (PS)	Satcom Ku-1 (USA)	HH-G, MSL-2, Champ. GAS (13), IBSE, IR-IE, SSIP (3)	7x Startversch.; 2. Politiker im All (Nelsen, Vors. d. Unterausschusses f. Kosmos-wissensch.); Aufnahmen Komet Halley z. T. mißlungen
STS 25, 51-L Challenger 28. Jan. 1986		Francis R. Scobee (C) Michael J. Smith (P) Judith A. Resnik (MS) Ronald E. McNair (MS) Ellison Onizuka (MS) Gregory Jarvis (PS) Christa McAuliffe (SFP)	TDRS-B (USA)	SPARTAN-HALLEY, Champ. PPE, FDS	erstmalig Passagier (Lehrerin McAuliffe); 72 s nach Start in 16 km Höhe Explosion, alle Besatzungsmitglieder fanden den Tod

C = Kommandant, P = Pilot, MS = Missionspezialist, PS = Nutzlastspezialist, SFP = Passagier

Neues Amateurspiegelleleskop – ZEISS MENISCAS 180

VOLKMAR SCHORCHT

Wer wünscht sich nicht für seine Beobachtungen ein möglichst leistungsstarkes und bequem zu handhabendes Fernrohr? Wie dieses Fernrohr im Einzelfalle aussehen soll, hängt von vielen

Faktoren ab: Beobachtungsziele, Aufstellungsart (stationär oder mobil), Selbstbau oder Kauf und natürlich von den Kosten. Ein Universal-Fernrohr, das allen Wünschen und Ansprüchen genügt, gibt es nicht. Dennoch kann man für die wesentlichen Parameter eines Amateurfernrohres Bereiche definieren, innerhalb derer es den meisten Wünschen und Ansprüchen entgegenkommt. Wichtig ist die Öffnung: möglichst groß – sie bestimmt ja Lichtstärke, Auflösungsvermögen und Reichweite. Aber die Grenzen sind

offensichtlich: ein 1 m-Teleskop ist kein Amateurfernrohr mehr.

Ein Blick auf den Fernrohrmarkt zeigt, daß es im wesentlichen drei Gruppen gibt:

1. Fernrohre unter 100 mm Öffnung; Refraktoren mit azimutaler oder parallaktischer Montierung; einfach, mobil, preisgünstig (vgl. ZEISS TELEMENTOR und ZEISS TELEMATOR)
2. Fernrohre zwischen 100 mm und 200 mm Öffnung; teils Refraktoren, teils Reflektoren; parallaktische Montierung; einfach, mobil oder stationär, vertretbare Preise
3. Fernrohre zwischen 200 mm und 400 mm Öffnung; Reflektoren; parallaktische, stationäre Montierung; teuer

Die dritte Gruppe ist für den Amateur i. a. nicht erschwinglich, es sei denn, er will Billigprodukte erwerben, die in Optik und Mechanik der großen Öffnung nicht gerecht werden. So bleibt dem anspruchsvollen Anwender entweder der Selbstbau größerer Teleskope oder er legt sich auf die zweite Gruppe fest. Diese ist nun sehr interessant. Bei 200 mm Öffnung liegt etwa der Schwellwert zwischen den Wünschen des Anwenders und dem Aufwand für die Anschaffung und Betreuung. Doch 200 mm-Teleskope sind schon außerordentlich leistungsfähig! Und sie können noch mobil sein, ohne Kompromisse an die Montierung zu stellen. International bestehen zwei Trends in der Fertigung amateurastronomischer Fernrohre dieser Klasse: Verwendung optischer Systeme mit möglichst beugungsbegrenzter Bildqualität sowie leichte und kompakte Bauweise. Während sich der letztere Anspruch mit Hilfe unterschiedlicher optischer Systeme realisieren läßt, bedarf die Forderung nach beugungsbegrenzter Bildqualität einer strengen Auswahl der Systemvarianten.

Das Kombinat VEB Carl Zeiss JENA hat sich diesem Trend gestellt und ein außerordentlich modernes Spiegelteleskop höchster Güte entwickelt: das ZEISS MENISCAS 180. Um im anfangs erwähnten Bereich der optimalen Anwenderbedürfnisse zu liegen, wurde die freie Öffnung mit 180 mm dimensioniert und ein mittleres Öffnungsverhältnis von 1:10 gewählt, d. h. die Brennweite beträgt 1800 mm. Damit ist das Teleskop für alle einschlägigen Amateurbeobachtungen gut geeignet. Mit einer 2fach Barlow-Linse, die im Lieferumfang enthalten ist, kann die Brennweite noch auf 3,60 m verdoppelt werden – ideal für Beobachtungen von Sternbedeckungen, Doppelsternen oder für Detailansichten vom Mond.

Zur Verwirklichung der geforderten maximalen Bildqualität wurde als günstigstes – nachdem

verschiedene optische Systeme durchgerechnet waren – ein modifiziertes Maksutow-Spiegelsystem herausgefunden. Im Gegensatz zu dem vielfach verwendeten, verkürzten Schmidt-Cassegrain-System amerikanischer Hersteller ist die Bildgüte beim Maksutow-System nicht nur auf der Achse, sondern auch am Feldrand nur durch die Beugung begrenzt. Die Bildfeldkrümmung ist wesentlich geringer. Der Gegendspiegel im MENISCAS 180 ist direkt an der Eingangslinse angeschliffen, ein Haltekreuz also nicht erforderlich.

Die ausgezeichnete optische Qualität hat natürlich nur Sinn, wenn sie unter den Anwenderbedingungen stabil bleibt. Deshalb wird der Hauptspiegel nicht aus Glas, sondern Sital, einem glaskeramischen Material mit einem Temperaturendeckungskoeffizienten von nahezu Null gefertigt. Temperaturschwankungen haben somit keinen Einfluß auf die optische Qualität. Die optischen Flächen sind zur Unterdrückung von Reflexen und Lichtverlusten vergütet und die Spiegel mit einem hochreflektierenden Aluminiumbelag versehen, der durch eine spezielle Schicht geschützt ist.

Auch an die besonderen Bedingungen der nächtlichen Handhabung wurde gedacht. Der Knopf für die Fokussierung ist griffgünstig, seitlich angebracht. Die Fokussierung selbst ist außergewöhnlich feinfühlig, sie erfolgt durch Lageänderung des Hauptspiegels. Der Anschlußflansch ist fest mit dem Rohrkörper verbunden und extrem stabil. Der Zubehöranschluß erfolgt über eine Ringschwalbe mit unbegrenzter Positionsrehnung schnell und sicher. Das Teleskop verfügt über einen Sucher mit 7,5facher Vergrößerung und 7°-Gesichtsfeld und einen Haltegriff für den sicheren Auf- und Abbau des Rohrkörpers. Mitgeliefert werden neben einem Satz Zwischenringen, ein 4fach-Okularrevolver, der ein seitenrichtiges, aufrechtes Bild liefert, ein Satz von vier Okularen und die schon erwähnte Barlow-Linse. Das Teleskop wird in Verbindung mit der parallaktischen Montierung Ib und einer stabilen Säule aufgestellt. Das ganze System ist sehr schwingungsarm. Im Bedarfsfalle lassen sich die drei Hauptbaugruppen Rohr, Montierung und Säule zerlegen und transportieren. Der Wiederaufbau dauert nur wenige Minuten.

Auffällig ist die kurze, kompakte Bauweise. Sie bietet den Vorteil einer gering veränderlichen Höhe des Okulareinblicks. In Verbindung mit dem Okularrevolver gibt es damit eigentlich keine unbequeme „Ecke“ des Himmels mehr. Ob Zenit- oder Horizontbeobachtung, man braucht sich nicht mehr zu krümmen oder zu strecken. Damit wäre auch schon gesagt, daß sich das

MENISCAS 180 vorzüglich als Sternwarten-instrument eignet. Und dafür ist es auch ge-dacht: als Haupt- oder Nebeninstrument von Volks- oder Schulsternwarten, für Einrichtungen des Kulturbundes, der Urania u. ä. Die hohe Qualität hat natürlich seinen Preis, für die Privatsternwarte ist es i. a. nicht erschwinglich. Die optischen Daten sind der Tabelle entnehm-bar. Daraus lassen sich auch die Himmels-objekte ableiten, die der Beobachtung mit dem MENISCAS 180 zugänglich sind. Es sei nur betont, daß das Öffnungsverhältnis eine aus-reichende Lichtstärke für schwache Objekte (Deep-sky-Objekte) liefert. Z. B. ist der Ring-nebel in der Leier ein prachtvolles Objekt im MENISCAS 180. Das Fokalbild hat 40 mm Durch-messer, ist also für die Kleinbildfotografie bestens geeignet. Mit Festblende 10 ist das MENISCAS 180 auch als Teleobjektiv keinesfalls zu verach-ten.

Für die Astrofotografie kann man vom Kombinat VEB Carl Zeiss JENA neuerdings auch sogenann-te T2-Adapter erhalten, mit deren Hilfe zusam-men mit dem passenden Kameraanschlußring beliebige Spiegelreflex-Kleinbildkameras ange-bracht werden können. Auch ist ein Anschluß-ring für die PENTACON six vorgesehen. Weiter-hin kann man einen Zwischenring mit Steck-hülse zur Okularprojektion erwerben. Es be-darf wohl keiner extra Betonung, daß das ge-samte Zubehör für die Schul- und Amateur-fernrohre des Zeiss-Kombinates verwendet wer-den kann.

Nachdem 1986 schon erste Geräte ausgeliefert wurden, beginnt 1987 die Serienproduktion. Weitere Informationen, Preise und Liefer-terme können vom Kombinat VEB Carl Zeiss JENA, Betrieb für optischen Präzisionsgeräte-bau, 69 Jena, Tatendpromenade erfragt wer-den.

Lit.: Köhler, P. und Schreiter, M.: Jenaer Rundschau 30(1985)3, 135–137. – Schorcht, V. und Schreiter, M.: MENISCAS 180; Applikationsinformation – Astro-nomische Geräte 4/84; Jena 1984. – Schreiter, M.: Jenaer Rundschau 31 (1986) 3, 142–144.

Technische und optische Daten zum Amateurspiegel-teleskop MENISCAS 180

Rohrkörper MENISCAS 180	
Durchmesser:	236 mm
Länge bis Flansch:	545 mm
Masse:	ca. 14 kg
Optische Parameter	
Öffnung:	180 mm
Systembrennweite:	1800 mm
Öffnungsverhältnis:	1:10 bzw. 1:20 ¹⁾
Reichweitengewinn:	7,4 mag
Reichweite:	ca. 13 ²⁾ 4
beugungsbegrenztes Auflösungsvermögen bei $\lambda = 546,07$ nm:	0"/64

Bildfelddurchmesser: 1927 (40 mm)
 Abbildungsmaßstab: 114"/mm bzw. 57"/mm¹⁾
 förderliche Vergrößerung: 156fach

Okular	H-40	0-25	0-16	0-12,5	0-10
Vergrößerung	45	72	112	144	180
Vergrößerung ¹⁾	90	144	224	288	360
Schfeld	52'	33/6	21/6	16/8	13/2
Schfeld ¹⁾	26'	16/8	10/8	8/4	6/6
Austritts-pupille in mm	4,0	2,5	1,6	1,25	1,0

¹⁾ mit Barlow-Linse 2x

*

Feuerkugelüberwachtung mit Foto

Ein „Hilferuf“ des AK Meteore

RALF KOSCHACK, JÜRGEN RENDTEL

Ein Ziel der Arbeit des Arbeitskreises Meteore (AKM) bestand und besteht in der fotografi-schen Erfassung von Feuerkugeln. Fotografien einer Feuerkugel von zwei oder mehreren Sta-tionen aus ermöglichen eine Berechnung der atmosphärischen Flugbahn und der helio-zentrischen Bahn sowie die Bestimmung einiger Eigenschaften des Materials, wie z. B. dessen Festigkeit, und schließlich die Entscheidung, ob ein Meteoritenfall stattfand. Über die Be-deutung der Bahnbestimmung von Feuerkugeln wurde ausführlich in [1] berichtet.

Ist ein Meteoritenfall wahrscheinlich, so kann anhand der Flugbahn der Aufschlagort recht genau festgestellt und eine gezielte Suche orga-nisiert werden. Gerade bei den für die Wissen-schaft hochinteressanten Steinmeteoriten gehen durch irdische Einflüsse schon nach kurzer Zeit viele wichtige in ihnen verborgene Infor-mationen verloren. Daher ist eine schnelle Auf-findung und Untersuchung der gefallen Mete-oreite außerordentlich wichtig. Das große Inter-esse der Wissenschaft besonders an frischge-fallenen Meteoriten liegt darin begründet, daß Meteoriten, die zum größten Teil vor ca. 4,5 Mrd. Jahren im Bereich des heutigen Asteroiden-gürtels entstanden, bedeutende Informationen über Entstehung und Entwicklung des Planeten-systems liefern können. So werden beispiels-weise die Chondren der Chondriten als Produkt der vor 4,5 Mrd. Jahren abgelaufenen Urkonden-sation aus der gasförmigen planetaren Scheibe zu kleinen Körpern angesehen, während Eisen-meteorite aus den aufgeschmolzenen Kernen größerer Körper (Asteroiden), die später zer-trümmert wurden, stammen.

Auf dem Gebiet der Fotografie von Feuerkugeln und der Auffindung je eines Meteoriten arbei-

teten in den vergangenen Jahren erfolgreich das Prairie Network in den USA (Lost-City-Meteorit vom 3. 1. 1970) und das MORP Camera-Network in Kanada (Innisfree-Meteorit vom 6. 2. 1977). In Europa arbeitet das von Dr. Z. Ceplecha organisierte European Network (EN), dem die Auffindung des Příbram-Meteoriten vom 7. 4. 1959 gelang, mit all-sky-Kamera-Stationen (Kameras, die den gesamten Himmel mittels Fischaugenobjektiv oder Konvexspiegel abbilden) in der ČSSR, dem Süden der BRD und in Österreich. Wir beteiligten uns 1985 mit zwei all-sky Stationen in Potsdam und Weißwasser, Bez. Cottbus, an der Arbeit des EN. Obwohl im AKM bisher mehr als 150 Feuerkugeln heller als -4^m registriert wurden, gelangen nur zwei Doppelaufnahmen (1983 August 13 und Dezember 04) [1]; [2].

Beim Meteoritenfall von Hohenlangenbeck [3] am 14. 11. 1985 herrschte an den Standorten unserer all-sky-Kameras noch bedeckter Himmel, während in den westlichen Gebieten der DDR die Bewölkung schon auflockerte. Daher liegen „nur“ Beobachtungen der Feuerkugel von vielen Augenzeugen vor.

Die Flugbahn in der Atmosphäre und damit auch die heliozentrische Bahn des Objektes konnten mit Hilfe der visuellen Beobachtungen nur mit relativ großer Unsicherheit bestimmt werden. Die Auffindung des Meteoriten selbst ist nur dem großen Glücksumstand zu verdanken, daß er in einer Ortschaft in einem Baum niederging und sein Fall zufällig gehört wurde. Das soll ein genügender Anstoß sein, ein funktionstüchtiges Kameranetz zur Fotografie von Feuerkugeln für das Gebiet der DDR aufzubauen. Wir möchten deshalb alle interessierten Amateurastronomen zur Mitarbeit am nachfolgend vorgestellten Projekt aufrufen.

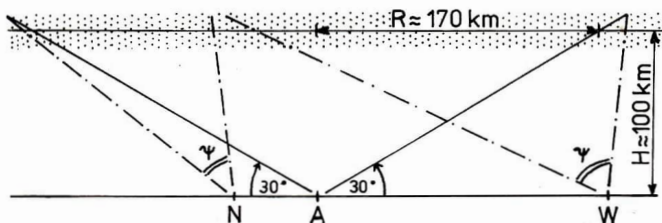
Ab Mitte 1986 werden nun zwei all-sky-Stationen arbeiten (Potsdam – J. Rendtel und Klausdorf, Kreis Zossen – M. Kaltschmidt). Die Station Weißwasser fällt für längere Zeit aus. Das von einer all-sky Kamera überwachte Gebiet in der

Höhe des Aufleuchtbeginns von Feuerkugeln (ca. 100 km) ist in der Abb. dargestellt. Dabei wurde wegen Licht, Dunst und Horizontsilhouette nur der scheinbare Höhenbereich größer als 30° über dem Horizont berücksichtigt. Bei gleichzeitigem Betrieb beider Stationen dürften die zur Bahnberechnung notwendigen Doppelfotografien der über diesem Gebiet auftretenden Feuerkugeln zustandekommen. Das Küstengebiet und der Südwesten unserer Republik werden dadurch überhaupt nicht erfaßt. Weiterhin beträgt die Entfernung Potsdam-Klausdorf nur 36 km, was im Randbereich des erfaßten Gebietes zu sehr kleinen Parallaxen und damit zu Unsicherheiten in der Bahnbestimmung führt.

Dies und die Wechselhaftigkeit des Wetters erfordern zusätzliche Stationen. Die Einrichtung weiterer all-sky-Stationen ist derzeit nicht absehbar. Jedoch ist eine Überwachung durch Kleinbildkameras durchaus sinnvoll (vgl. Abb.). Der Einsatz von Weitwinkelobjektiven ist für diesen Zweck in vielen Fällen vorteilhaft. Je nach Standort der Kamera kann jeder einen Beitrag leisten, auch wenn er sich über 100 km von einer all-sky-Station entfernt befindet (Abb.). Dies wäre die Fortsetzung des EN über das Gebiet der DDR.

Je mehr Amateure sich beteiligen, desto größer ist der überwachte Bereich. Der Aufwand hierzu ist denkbar gering. Die Kamera kann beispielsweise in einer halbgeöffneten Dachluke, auf dem Balkon oder auch auf dem Fensterbrett des einen Spalt breit geöffneten Zimmerfensters stationiert werden. Nahezu jede Kamera ist für diesen Zweck geeignet, auch ältere

Durch eine all-sky-Kamera (A) wird ein Gebiet mit 170 km Radius im Meteoraufleuchtbereich (Punkte) erfaßt. Ein Normalobjektiv mit $\psi = 45^\circ$ Feld (N) oder ein Weitwinkelobjektiv mit $\psi = 70^\circ$ (W) erlaubt ein Zusammenwirken zur Feuerkugelfotografie über einem beträchtlichen Areal.



Fabrikate mit lichtschwächeren Objektiven. Bei Rollfilmkameras ist das durch das große Negativformat bedingte größere Gesichtsfeld besonders vorteilhaft. Da es auf die Erfassung heller Meteore (etwa ab -4^m) ankommt, verspricht auch die Arbeit unter Stadtbedingungen einen guten Erfolg.

An der Mitarbeit interessierte Amateure teilen bitte dem AKM folgende Angaben mit:

1. Beobachtungsort, möglichst mit geografischen Koordinaten
2. Alle möglichen Blickrichtungen der Kamera (z. B. Azimut 135° — 225° [SE-SW], Höhe 20° bis 80° und Azimut 350° — 40° , Höhe 30° — 90°).
3. Kamera (Negativformat) und einsetzbare Objektive.

Anhand dieser Angaben können wir den günstigsten Einsatz koordinieren.

Wir orientieren darauf, daß in jeder halbwegs klaren Nacht, auch bei Mondschein, von Ende Abenddämmerung bis Anfang Morgendämmerung die Kamera in Betrieb ist, soweit es die persönlichen zeitlichen Möglichkeiten (Arbeit, Urlaub usw.) zulassen. Deshalb sollte die Kame-

ra auch in oder nahe der Wohnung eingesetzt werden. Die Belichtungszeiten können sehr lang sein (ca. 3–5 h), so daß die Nachtruhe nicht allzu häufig unterbrochen werden braucht.

Über die Einsatzzeiten der Kameras, erfolgreiche Fotografien, Berechnungen und visuell beobachtete Feuerkugeln werden die Beteiligten informiert.

Wir hoffen, in Kürze eine große Anzahl Amateur-astronomen zur Mitarbeit an dem interessanten und wichtigen Gebiet der Feuerkugelüberwachung begrüßen zu können. Mit der Bahnbestimmung von Feuerkugeln werden wir einen neuen, qualitativ hohen Beitrag zur Erforschung der Kleinkörper unseres Sonnensystems und damit zur Vervollkommenheit unseres Wissens über Aufbau, Entwicklung und Entstehung des Planetensystems leisten können.

Anschrift für Interessenten: Arbeitskreis Meteore Neuer Garten 6, Potsdam 1560.

Lit.: [1] Rendtel, J.: Meteorströme und Feuerkugeln – Zusammenhänge mit Kometen und Planetoiden. AuR 23 (1985) 99–105. – [2] Rendtel, J.: Beobachtungen von Meteoriten in den Jahren 1972–1983. Sterne 61 (1985) 49–56. – [3] Rendtel, J.; A. Knöfel; P. Scharrf: Meteoritenfall in der DDR. AuR 24 (1986) 4, 98.

Definitive Sonnenfleckenzahlen für 1985

1985	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
1	0	18	13	25	19	10	21	35	7	0	0	0
2	0	22	13	21	15	0	27	25	0	0	0	16
3	0	25	9	23	14	11	30	27	0	0	0	13
4	0	22	0	17	18	26	32	27	0	0	0	0
5	0	20	0	23	16	35	38	20	0	0	16	18
6	0	16	0	19	14	37	43	14	0	0	19	26
7	0	7	0	11	32	38	71	12	0	0	19	15
8	11	16	14	9	44	42	67	12	0	0	18	12
9	14	24	15	9	56	42	82	17	0	0	25	16
10	0	19	13	0	49	58	82	12	0	0	15	15
11	0	13	16	0	49	66	61	12	7	0	17	18
12	13	10	18	0	33	54	45	12	0	0	19	19
13	16	11	14	0	32	45	25	0	9	11	30	18
14	26	13	10	10	32	36	9	0	9	13	44	30
15	25	11	0	0	32	37	8	0	9	15	48	47
16	26	10	11	0	31	27	9	14	9	25	39	66
17	29	12	20	0	38	23	11	12	8	19	43	63
18	26	10	35	10	41	18	11	11	10	20	37	52
19	27	19	27	9	40	10	11	12	10	31	30	40
20	55	27	19	11	37	9	11	10	9	44	28	24
21	59	27	9	17	36	9	10	9	8	50	18	17
22	50	25	15	31	34	9	10	0	7	72	12	11
23	39	16	22	28	32	12	18	0	0	67	10	0
24	33	11	36	30	25	13	12	0	0	63	0	0
25	20	11	30	37	19	12	10	0	0	55	0	0
26	9	11	33	37	13	10	13	8	0	40	0	0
27	8	10	27	31	12	8	12	8	0	27	0	0
28	0	9	36	27	12	8	36	10	0	14	0	0
29	9	25	26	10	9	51	9	7	7	11	0	0
30	0	29	26	8	11	46	8	7	0	0	0	0
31	17	23		8		40	9		0			0

Mittel 16.5 15.9 17.2 16.2 27.5 24.2 30.7 11.1 3.9 18.6 16.2 17.3

1985 Jahresmittel: 17.9

A. KOECKELNBERGH

KURZBERICHTE



Merkurdurchgang 1986 Nov. 13

Geozentrische Konjunktion: 04^h18^m38^s2 UT
Geozentrischer Ablauf

	UT	Positionswinkel
1. Kontakt	1 ^h 43 ^m 01 ^s 5	84° 09'
2. Kontakt	1 ^h 44 ^m 56 ^s 5	84° 6'
gr. Winkelabst.	4 ^h 07 ^m 00 ^s 4	
3. Kontakt	6 ^h 29 ^m 08 ^s 1	322° 9'
4. Kontakt	6 ^h 31 ^m 03 ^s 2	322° 6'

Geringster Winkelabstand vom Mittelpunkt der Sonnenscheibe: 7'50" 6.

Beobachtbarkeit in Mitteleuropa

Ort	3. Kontakt MEZ	4. Kontakt MEZ	Sonnenaufg. MEZ
Dresden	7 ^h 29 ^m 55 ^s 1	7 ^h 31 ^m 50 ^s 4	7 ^h 23 ^m 06
Wien	7 ^h 29 ^m 55 ^s 0	7 ^h 31 ^m 50 ^s 3	7 ^h 03 ^m 9
Warschau	7 ^h 29 ^m 54 ^s 8	7 ^h 31 ^m 50 ^s 0	6 ^h 59 ^m 1
Prag	7 ^h 29 ^m 55 ^s 1	7 ^h 31 ^m 50 ^s 4	7 ^h 17 ^m 8
Budapest	7 ^h 29 ^m 54 ^s 8	7 ^h 31 ^m 50 ^s 2	6 ^h 50 ^m 9

Positionswinkel der Kontakte wie oben.

Höhe der Sonne beim letzten Kontakt

Dresden	09° 8'
Wien	3,5°
Warschau	3,6° (mit mittl. Refraktion)
Prag	1,5°
Budapest	5,3°

Lit.: The Astronomical Almanac for the Year 1986, Washington 1985, A. DILL

Tagung des Arbeitskreises Planeten in Radebeul

Der AK Planeten traf sich am 22./23. März 1986 in der Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“ in Radebeul. Es ging wieder um den Erfahrungsaustausch und die Vorbereitung kommender Beobachtungen.

Einen Rückblick auf die Jupiteropposition 1985 gaben der Leiter des Arbeitskreises, Herr Blasberg, und Sternfreund Mettig. Für die kommende Marsopposition gab ebenfalls Herr Blasberg Hinweise zur gegenseitigen Abstimmung der Beobachtungen.

H. J. Mettigs Vortrag über mögliche Fehler bei Positionsschätzungen von Objekten auf Jupiter war sehr interessant und löste viele Diskussionen aus. An einer improvisierten Positionsschätzung konnte jeder Teilnehmer testen, inwieweit auch bei ihm solche Fehler auftreten. Das Problem war, von zwei Beobachtern in mehreren Beobachtungstreihen festgestellt, wie es zu erklären ist, daß die Orientierung des Planetenbildes im Fernrohr entscheidenden Einfluß auf die Positionsschätzung haben kann. Ein weiterer Vortrag von H.-J. Mettig über die Geschichte des GRF von seiner Entdeckung bis heute, enthielt eine Menge Informationen und jeder konnte ahnen, was für eine ungeheure Fleißarbeit es war. Hunderte von Zeichnungen und eine Unmenge Literatur zu durchsuchen (dabei wurde auch das Archiv von Jupiterzeichnungen der Treptower Beobachter von 1938 bis 1955 wieder aufgefunden und einbezogen).

Das Auswerten der Beobachtungen wird ab 1986 auf mehrere Sternfreunde verteilt, die Beobachtungsaktivitäten nehmen zu, und damit auch die Arbeit des Auswertens. Jupiter übernehmen die Sternfreunde Blasberg und Mettig (Dresden), Venus und Saturn Sternfreund Kalasch (Annabühl) und Mars wird vom Sternfreund Berger (Scharfenberg) ausgewertet. Die AK-internen Mitteilungen sollen in dichter Folge erscheinen, um alle aktiven Beobachter aktueller zu informieren.

Insgesamt war es eine sehr interessante Tagung, auch in den Pausen gab es viele Gesprächsrunden. Es bleibt zu hoffen, daß die kommenden Oppositionen von Jupiter und Mars optimal beobachtet werden können, um eine „reiche Ernte“ an Beobachtungen einzubringen.

HERMANN BERGER

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen März/April 1986

Tag	März	April	Tag	März	April
1	16	9	16	0	26
2	33	10	17	0	14
3	34	12	18	0	15
4	32	0	19	0	13
5	37	0	20	12	18
6	33	0	21	13	25
7	38	9	22	10	20
8	32	11	23	19	54
9	23	10	24	18	64
10	20	9	25	10	48
11	18	13	26	10	43
12	13	15	27	11	33
13	8	14	28	13	23
14	0	26	29	11	31
15	10	25	30	12	33
			31	0	
			Mittel	15,7	20,4

A. KOECKELENERGH

AK-Tagung „Numerische Astronomie“

Am 5. April 1986 trafen sich 25 Mitglieder des AK „Numerische Astronomie“ in Leipzig zu einem Erfahrungsaustausch.

Zwei Kurzvorträge, gehalten vom Leiter des AK, Bfrd. Ehrenberg, und Bfrd. Pilz, steckten die Breite der Aufgaben für den AK ab. So zeigte der Vortrag zur numerischen Aufbereitung der Finsternistheorie von F. W. Bessel, ausgehend von der Originalarbeit Bessels aus dem Jahre 1838, für einen Kleinrechner einen Aufgabentyp der Beschäftigung im AK. Das im zweiten Vortrag beschriebene Programm zur Erhöhung der Rechengenauigkeit eines Kleinrechners ist repräsentativ für ein anderes Aufgabengebiet. Den Schwerpunkt der Veranstaltung bildete eine ausführliche Diskussion zu den Aufgaben des AK und zur Organisation der Arbeit innerhalb des AK.

Entsprechend seiner Zielrichtung, Aufgaben aus dem Bereich der Amateurastronomie mathematisch aufzu-

bereiten und einer numerischen Lösung auf Kleinrechnern zuzuführen, hat der AK interdisziplinären Charakter. Die Vertreter anderer AK brachten dies in ihren Diskussionsbeiträgen zum Ausdruck und wünschten sich Unterstützung bei der mathematischen und numerischen Vorbereitung und Auswertung ihrer Beobachtungen. Voraussetzung dafür ist eine enge Zusammenarbeit und die gegenseitige Kenntnis von Problemen und der Möglichkeit ihrer Lösung.

Während sich die Mitglieder des AK aus dem Leipziger Raum seit Gründung des AK im November 1983 regelmäßig treffen und zusammenarbeiten, ist die Einbeziehung aller anderen Interessenten eine wichtige Aufgabe, die in nächster Zeit gelöst werden muß. Dazu wird die Leitung des AK von den Mitgliedern Auskünfte über das eigene Arbeitsgebiet, über Erfahrungen bei der Lösung theoretischer und numerischer Aufgaben, über die Bereitschaft zur federführenden Übernahme bestimmter Teilaufgaben und über vorhandene Hard- und Software erbitten.

Nach einheitlicher Bearbeitung werden diese Angaben in konzentrierter Form allen Mitgliedern zugänglich gemacht. Die einzelnen Mitglieder können dann untereinander direkt in Kontakt treten und sich bei der Lösung von Problemen helfen.

Außerdem wird ein Problemerkatalog erarbeitet, ständig aktualisiert und ergänzt, der alle Fragestellungen enthält, deren Bearbeitung erforderlich und wünschenswert ist. Dieser Problemerkatalog und seine Ergänzungen werden den Mitgliedern zugewiesen, mit der Bitte, diese oder jene Aufgabe zu übernehmen und bis zur umfassenden Lösung zu bearbeiten.

Sowohl für den Problemerkatalog, als auch für fertige Lösungen kann ein Mitteilungsblatt des AK genutzt werden, das zur Information aller AK-Mitglieder dienen soll. Ein erstes Exemplar dieses Mitteilungsblattes wurde in Leipzig vorgestellt.

Aus den Aufgaben des Problemerkataloges wird die Leitung des AK einige wenige auswählen, die entsprechend ihrer Wichtigkeit unter Koordinierung der Leitung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes bearbeitet werden sollten. Im Zusammenhang mit dem Fernstudienprogramm wird die Untersuchung von Sternbedeckungen durch den Mond einen solchen Schwerpunkt bilden. Dabei sollte ein Programm entstehen, das es bei einer gegebenen Bedeckung ermöglicht, Beobachtungen des Ereignisses zu vergleichen und Angaben zu ihrer Zuverlässigkeit zu machen. Es ist vorgesehen, zum Treffen im nächsten Jahr die Ergebnisse vorzustellen.

Der AK wird das Mitteilungsblatt auch dazu nutzen, Algorithmen zu veröffentlichen, die es dem einzelnen Sternfreund ermöglichen, entsprechend seinen Genauigkeitsvorstellungen und seinen gerätetechnischen Möglichkeiten eigene Ephemeriden für gewünschte Ereignisse zu berechnen.

Wie die Diskussion zeigt, ist das Interesse an numerischen Problemen und deren Lösungsverfahren sehr groß. Es bedarf der engagierten Mitarbeit aller Mitglieder, wenn der AK die in ihn gesetzten Erwartungen erfüllen soll.

Arbeitskreis „Numerische Astronomie“: Leiter: Dipl.-Phys. Lothar Ehrenberg, Astronomisches Zentrum Schkeuditz, Postfach 29, Schkeuditz, 7144

Berichtigung zu Heft 2/1986

Im Beitrag von J. Flohrer muß es in der letzten Zeile der Tabelle (S. 44) richtig heißen: $-15^{\circ}98$. – Wir bitten das Versehen zu entschuldigen.

Die Red.

Fachgruppenleitertagung vom 24. bis 26. Oktober 1986 in Jena

Vorläufiges Programm:

Freitag, 24. 10. 1986

Vortrag: Die Jugend- und Feriensternwarte des Kulturbundes in Drebach (Bfr. Müller)

Sonntag, 25. 10. 1986

Vortrag: Die Fachgruppen Astronomie auf dem Wege zum XI. Bundeskongreß des Kulturbundes (Bfr. Dr. Lindner)

Vortrag: Ergebnisse und Probleme der Kometenforschungen 1986 (Doz. Dr. Reichstein)

Vortrag: Die Amateurastronomie der DDR in der IHW (Bfr. Kirsch)

Sonntag, 26. 10. 1986

Vortrag: Die großräumige Struktur des Weltalls (Dr. Fröhlich)

Vortrag: Numerische Astronomie für Amateure (Bfr. Ehrenberg)

Außerdem sind Berichte aus den Fachgruppen und eine Vorführung des neuen Zeiss-Großplanetariums „Cosmorama“ vorgesehen. Interessenten richten ihre Voranmeldung bitte an die Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt, PSF 34, Berlin, 1030.

Dr. Klaus Lindner

Vorsitzender der Zentralen Kommission

AUS d. LITERATUR



Neue Preise für Shuttle-Nutzer

Eine neue Preis-Strategie für Shuttle-Starts hat die NASA angekündigt, um ihre Anteile am Satellitenstartgeschäft zu behaupten. Ab Oktober 1988 soll die Nutzlastkapazität des Orbiters von maximal vier Satelliten ausgehend von einem Mindestangebot von 74 Mill. Dollar versteigert werden. Diese Summe dürfte nur bei starker Konkurrenz wesentlich übertroffen werden. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Shuttle-Ladung 71 Mill. Dollar kostet, bedeutet das nur eine geringe Erhöhung. Diese Regelung ist ein Kompromiß zwischen den tatsächlich sehr viel höheren Startkosten und dem Konkurrenzdruck, der von Ariane – der west-europäischen Trägersrakete – und anderen vordringenden Systemen ausgeht.

Der Kunde muß für den Start eines großen Nachrichtensatelliten mit der Ariane etwa 25–30 Mill. Dollar bezahlen, aber auch das ist ein subventionierter Preis. Da die Startkosten beider Systeme etwa vergleichbar sind, entscheidet die Zuverlässigkeit und die schnelle Verfügbarkeit des einen oder anderen Trägers.

Amerikas Space Shuttle wird allerdings noch durch die US-Luftwaffe unterstützt, da sie entsprechend einer Verpflichtung ab 1988 zehn Jahre lang mindestens ein Drittel der vorgesehenen 24 Starts pro Jahr belegt.

Lit.: Astro 1/1986.

Ersetzt fünfter Orbiter Challenger?

Momentan sind die Voraussetzungen für den Bau einer weiteren Raumfähre zur Komplettierung der Shuttle-Flotte nicht sehr günstig. Nach den jüngsten Kürzungen des Raumfahrtbudgets für zivile Zwecke durch den US-Kongreß fehlen die Mittel. Allerdings drängt die öffentliche Meinung – je mehr die Trauer um die Opfer der Challenger-Katastrophe durch den Alltag eingeholt wird – die Politiker geradezu zu erhöhten Anstrengungen.

Bereits 1983 wurden technisch schwierige, im Bau zeit- und aufwendige Segmente (wie Flügel, Tanks, Mannschafts-Modul, Laderaumtüren und große Rumpfsktionen) als Ersatzteile im Gesamtwert von 420 Mill. Dollar in Auftrag gegeben. Der Space Shuttle-Direktor von Rockwell bestätigt, daß die Industrie der USA vorbereitet ist: „Wir haben bereits die Basisstruktur für einen fünften Orbiter gebaut und könnten mit der Endmontage 1987 beginnen, die rund 15 Monate dauert.“ Nach seinen Schätzungen wird die Industrie trotzdem zwei bis drei Jahre brauchen, bis der Ersatz für Challenger flugfähig wäre. Als Kosten gibt Rockwell 1,5 bis 2,2 Mrd. Dollar an. Die Hitzeschildkacheln und die Elektronikausrüstung beanspruchen rund 75 Prozent der veranschlagten Kosten, erklärte Donald G. Whiteman, Rockwells Programm-Manager für die Orbiterproduktion.

Lit.: Flug-Revue 3/1986.

Optimierung des Inmarsat-Satellitensegmentes

Die Internationale Schiffsfunksatellitenorganisation Inmarsat (siehe AuR, 28 (1985) 4, S. 86ff.), die mit dem Beitritt des Staates Bahrain über 45 Mitgliedsländer und rund 4000 Nutzer unter den Hochseeflotten und anderen maritimen Bereichen verfügt, hat im Januar 1986 eine Umstellung seines Raumsegmentes eingeleitet. Ziel ist es, ein Maximum bei der Nutzung der vorhandenen Orbitressourcen zu erreichen. Die neue Satellitenkonstellation gilt als Übergangslösung bis zur Indienststellung der neuen, eigenständigen und systemeigenen Satellitengeneration Inmarsat 2.

Aus dem System ausgedient wurde der letzte noch als Reservesatellit genutzte Marisat F-3. Als operationeller Satellit für die Pazifik-Region wurde die maritime Kommunikationsnutzlast MCS-D an Bord von Intelsat-F 8 aktiviert, während der hier bis dahin betriebene Satellit Marecs-B 2 in den Atlantikbereich transferiert wurde. Am 15. 1. 1986 wurde zu diesem Zweck vom ESOC-Zentrum Darmstadt (BRD) der ESA über die Telemetrie- und Trackingstation Ibaraki (Japan) ein Kommando an Marecs-B 2 erteilt, was eine Driftbewegung des Satelliten von 5 Grad/Tag westlicher Richtung auslöste. Seine neue Position von 26° w.L. erreichte er im Februar 1986, wo er Marecs A ablöste, der wiederum in Reserverposition

für MSC-D transferiert wurde. Damit ergibt sich das in der Tabelle im Vergleich zum bisherigen Konzept dargestellte neue Satellitenkonzept.

Region	Atlantik	Indrik	Pazifik
bis 1985:			
Einsatzsatellit	Marecs A 26° w. L.	Intelsat MCS 63° ö. L.	Marecs-B 2 177,5° ö. L.
Reservesatellit	Intelsat MCS 18,5° w. L.	Intelsat MCS 60° ö. L.	Marisat F 3 170,5° ö. L.
ab 1986:			
Einsatzsatellit	Marecs-B 2 26° w. L.	Intelsat MCS-A 63° ö. L.	Intelsat MCS-D 180° ö. L.
Reservesatellit	Intelsat MCS-B 18,5° w. L.	Intelsat MCS-C 66° ö. L.	Marecs A 177,5° ö. L.

Mit der ab 1988 zum Einsatz kommenden neuen Satellitengeneration Inmarsat 2 verändert die Organisation gleichzeitig ihre bisherige Systemkonzeption der ausschließlichen Nutzung gemieteter Satelliten bzw. Satellitentransponder und wird auf systemeigene Satelliten übergehen. Dieser Schritt kann als Konsequenz der außerordentlich erfolgreichen Entwicklung von Inmarsat gewertet werden. Die neue Generation wird auf der spinstabilisierten Eurostar-Plattform aufbauen. Die Startmasse pro Satellit liegt bei 1200 kg. Die Abmessungen betragen 2,6 m × 1,6 m × 1,5 m. Die Inmarsat 2-Satelliten haben vier Transponder im C- und L-Band, die mindestens 250 Sprachkanäle Schiff-Küste und 125 Küste-Schiff bereitstellen. Eine Erhöhung der Transponderkapazität auf 400 Duplexkanäle wird durch die Entwickler angestrebt.

Lit.: Inmarsat Fact Sheet ref. 1368 B; Inmarsat News release 86/01/1352 B und 86/2/1379 B; ntz, 38 (1985) 8, S. 585.

Meteoritenfälle auf Menschen und Gebäude

Aus Feuerkugelbeobachtungen des kanadischen Meteorite Observation and Recovery Project (MORP) mit 60 Kameras im Laufe von 9 Jahren wurde die Häufigkeit von Meteoritenfällen in Abhängigkeit von ihrer Masse abgeleitet. Die Zahl der Ereignisse pro Jahr auf einer Fläche von 10⁶ km² ergibt sich nach: $lg N = -0,689 \lg m + 2,967$ (m: Fläche Masse des größten fotografisch beobachteten Stücks in g). Danach finden jährlich 39 Fälle mit mindestens 100 g pro 10⁶ km² statt, d. h. 5800 auf der gesamten Landfläche der Erde. Bestimmte Annahmen über Meteoritenfälle (typisch 5 Fragmente, ab 200 g durchschlagen sie Dächer) und z. B. der Aufenthalt von Menschen (95% des Tages unter einem Dach) führen für Nordamerika – die „Umgebung“ des MORP – zu 0,0055 Fällen pro Jahr auf einen Menschen (etwa 1 mal in 180 Jahren) und 0,80 Fällen pro Jahr auf Gebäude (mit Schaden).

Bisher scheint nur vom 30. 11. 1954 ein Bericht über eine vom Meteoritenfall betroffene Person vorzuliegen: Ein Teil eines 3,9 kg schweren Steinmeteoriten durchschlug ein Hausdach und fügte einer Frau eine schmerzhaft Beule zu. Weitere derartige Fälle gibt es nicht. Solche Ereignisse sind offenbar extrem selten. Dagegen entstanden auf dem Gebiet der USA und Kanadas während der letzten 20 Jahre durch 7 Meteoritenfälle (von 10)

Schäden an 9 Gebäuden: in einem Fall wurden gleich drei Gebäude beschädigt. Ein Dach widerstand einem Meteoritenaufprall; dies sowie ein getroffener Briefkasten sind in der Liste nicht enthalten. Immerhin erhöht der Aufschlag auf ein Gebäude die Wahrscheinlichkeit des Auffindens beträchtlich: Die Hälfte der gefundenen frischen Meteorite geht auf solche Ereignisse zurück! Die Prognose spricht von 16 Beschädigungen in 20 Jahren, 9 wurden registriert. Das ist bereits recht nahe am berechneten Wert, wenn man bedenkt, daß kleine Schäden an Dächern von öffentlichen und Geschäftsgebäuden kaum bemerkt oder gar auf möglichen meteoritischen Ursprung hin untersucht werden. Die tatsächliche Zahl kann durchaus etwas höher liegen. Eine Extrapolation auf die gesamte Landfläche der Erde würde etwa 20mal höhere Werte liefern, eine getroffene Person in 9 Jahren und 16 beschädigte Gebäude im Jahr wären zu erwarten.

Lit.: I. Halliday, A. T. Blackwell, A. A. Griffin: Meteorite impacts on humans and buildings. *Nature* 318 (1985) 317.

Riesige Weltraumantenne

Die Abmessungen von Antennen zur Nachrichtenübermittlung auf Raumflugkörpern werden immer gigantischer. Von der amerikanischen Firma Harris Corp. wurde im Auftrag von NASA-Langley die größte ihrer Art mit 15 m Durchmesser gebaut und im störsicheren Labor von Martin Marietta in Denver einem ersten Test unterzogen. Später soll die Antenne im zusammengefalteten Zustand (2 m hoch und 1,20 m im Durchmesser) ins All transportiert und dort wie ein Regenschirm entfaltet werden. Um eine einwandfreie Datenqualität in der Praxis zu gewährleisten, muß die vorausberechnete Form der Antenne möglichst genau erreicht werden. Bei dieser Konstruktion gelang das mit einer Abweichung von nur 1,5 mm, wodurch Hochfrequenzübertragungen bis zu 15 GHz erreicht werden. Die Systemerprobung soll auf einer Raumstation erfolgen.

Lit.: Flug-Revue 3/1986.

Spiegel aus Quecksilber – eine ernstzunehmende Alternative

Die bisherigen Teleskope basieren auf dem Einsatz von Primärspiegeln aus Glas oder glaserkeramischen Werkstoffen. Eine völlig neue Teleskopkonzeption scheint sich in Form des rotierenden Quecksilberspiegels anzubieten. Ein mit Quecksilber gefüllter Behälter wird in Rotation versetzt, wodurch sich die rotierende Quecksilberoberfläche zu einem konvexen Rotationsparaboloid ausbildet. Die Brennweite des so entstandenen „flüssigen“ Spiegels ist um so größer, je kleiner dessen Rotationsgeschwindigkeit ist.

Die Idee des rotierenden Quecksilberparaboloids ist nicht neu. Ihre Realisierung scheiterte jedoch auch noch Anfang unseres Jahrhunderts, weil es nicht gelang, die Rotationsgeschwindigkeit mit erforderlicher Genauigkeit zu stabilisieren. Mit den heute zur Verfügung stehenden Technologien hat das rotierende Quecksilberparaboloid als Teleskopspiegel für astronomische Beobachtungen eine reale Chance. Die Tatsache, daß ein solcher Spiegel

nicht geneigt werden kann, ist heute unbedeutend, da es alternative Nachführtechniken gibt.

1984 gelang es einer Gruppe kanadischer Wissenschaftler, ein Quecksilberparaboloid von 1,65 m Durchmesser und 1,6 m Brennweite zu realisieren. Bis zu einem Durchmesser von einem Meter lag die Flächengenauigkeit dieses Spiegels noch unter einem Zehntel der Wellenlänge für sichtbares Licht – ein vielversprechendes Resultat. Der erreichbare Durchmesser solcher Spiegel ist praktisch unbegrenzt. Das macht sie vor allem für Großteleskopprojekte interessant. Auf diese Weise ließe sich ein sehr billiges Großteleskop mit einem Primärspiegel von 30 m Durchmesser verwirklichen – eine ernstzunehmende Alternative für bisherige Konzeptionen.

Lit.: Publications of the astronomical Society of the Pacific, 97 (1985) 454 ff.

Bahnänderungen des Kometen Halley

Die ausgedehnten Untersuchungen der Bahn des Kometen Halley stammen von Yeomans und Kiang und umfassen den Zeitraum von –1403 bis +2061. Die dabei errechneten Bahnelemente von 47 Periheldurchgängen nutzte J. Meeus (Belgien) zu einigen Betrachtungen über mögliche Änderungen der Kometenbahn (vgl. auch AuR 3/85, 67).

Im genannten Zeitraum war die Bahn von Halley relativ stabil, d. h. keinen drastischen Änderungen unterworfen. Dazu nötige Bahnstörungen durch die großen Planeten werden wohl zunächst auch in Zukunft ausbleiben, da sich Komet Halley (außer in unmittelbarer Perihelennähe) einige astronomische Einheiten südlich der Bahnebenen der großen Planeten bewegt. Den Planeten Venus Erde und Mars kann Halley allerdings nahe kommen. Eine Untersuchung von J. Meeus auf der Grundlage der o. g. Bahnelemente zeigte, daß sich Halley im Jahre +530 der Erdbahn auf rund 100 000 Kilometer und +1222 der Marsbahn auf rund 15 000 km näherte. Wären die Planeten zu diesen Zeitpunkten in entsprechenden kritischen Bereich gewesen, so hätte ein Zusammenstoß durchaus stattfinden können. Den tatsächlich geringsten Abstand zur Erde durchlief Halley übrigens +837 in 5 Millionen km Entfernung. Die Gefahr eines Zusammenstoßes ist zur Zeit aber nicht mehr akut, da die kürzesten Abstände der Kometenbahn zur Erd- bzw. Marsbahn inzwischen jeweils rund 10 Mill. km betragen. Allgemein kann gesagt werden, daß die Planeten Venus, Erde und Mars weder jemals bedeutende Bahnänderungen des Kometen hervorgerufen haben noch irgendwann hervorrufen werden.

Im Zeitraum von –1403 bis +2061 erlitten und erleiden die Bahnelemente des Kometen Halley relativ kleine Änderungen quasiperiodischer Art (siehe auch: Die Sterne 61 (1985) S. 278). Beim Perihelargument ω , das ist der Abstand des Perihels vom aufsteigenden Knoten der Bahn, stellt man aber eine stetige Zunahme von 72° auf 112° fest. Es ist nicht bekannt, wie sich die Änderung von ω fortsetzen wird. Ein Schwanken um einen Mittelwert von etwa 90° wäre möglich. ω könnte jedoch auch weiter auf 180° zulaufen, womit sich Halley wieder den großen Planeten nähern könnte. Drastische Bahnänderungen wären aber auch dann frühestens in 5000 bis 10 000 Jahren zu erwarten.

Lit.: Jean Meeus, Hemelkalender 1985.

Antaresbedeckungen durch den Mond

Nach einer fast 14jährigen Pause kam es am 30. März 1986 wieder zu einer Bedeckung des Antares (α Sco) durch den Mond, die in Kanada und den USA zu sehen war. Dieses Ereignis markierte den Beginn einer Bedeckungsreihe, die bis in das Jahr 1991 dauern wird. Leider ergibt es sich, daß von dieser Serie in der DDR nur eine einzige Bedeckung am Nachthimmel zu beobachten sein wird. Es handelt sich dabei ausgerechnet um die letzte Erscheinung der Bedeckungsreihe am 4. April 1991, die für uns am dunklen Morgenhimmel ablaufen wird.

Erwähnenswert ist noch die Bedeckung vom 10. September 1986, die aber nur in Thüringen am Tageshimmel als streifende Bedeckung sichtbar ist. Die nördliche Grenzlinie dieser Bedeckung verläuft weiter durch die CSSR, Österreich, Ungarn und Rumänien.

Eine weitere Bedeckung, am Nachmittag des 18. November 1990, wird rein rechnerisch bei uns sichtbar sein. Ein Sonnenabstand von nur 10° dürfte aber jede Hoffnung, das Ereignis im Horizontdunst wahrnehmen zu können, zunichte machen.

Finsternisse im Pluto-Charon-System

Im Januar 1985 konnte der Beginn einer Finsternisreihe (gegenseitige Bedeckungen und Verfinsterungen) im Pluto-Charon-System nachgewiesen werden. Sie wird 5 bis 6 Jahre andauern, bevor dann wieder eine 120-jährige Pause eintritt. Es war ein Glücksfall, daß die Charon-Entdeckung im Jahre 1978 noch „rechtzeitig“ kam, um die Finsternisreihe nicht zu verpassen. Bieten sich nun doch Gelegenheiten, viele physikalische Parameter des Pluto-Charon-Systems recht genau zu bestimmen. Das betrifft z. B. Durchmesser von Planet und Mond, Bahn, Daten des Mondes sowie Masse und Dichte des Planeten. Auch die Anfertigung einer Albedokarte des Pluto wird möglich sein.

Die erste Finsternis wurde am 16. Januar 1985 mit dem 1,5 m-Teleskop auf dem Mount Palomar beobachtet, es folgten zwei weitere Registrierungen am 17. und 20. Februar mit dem 0,9 m-Teleskop des McDonald-Observatoriums und dem 2,24 m-Teleskop auf Hawaii. Es handelte sich um zwei partielle Bedeckungen von Pluto durch Charon und eine partielle Bedeckung des Charon durch Pluto. Im Laufe der nächsten Jahre wird es dann auch zu zentralen Finsternissen kommen.

Bestätigt werden konnte bereits der fast kreisförmige Orbit des Charon. Die Auswertung der drei Ereignisse ließ vermuten, daß Charon eine höhere Albedo besaß, als die von ihm bedeckten Gebiete des Pluto.

Die gegenwärtige Finsternisreihe wird auf lange Zeit, solange keine Raumflugkörper zu Pluto gelangen, die einzige Gelegenheit sein, das Pluto-Charon-System und die Oberfläche des Planeten selbst zu vermessen.

Literatur: Science Vol. 228 (1985) S. 1193.

Kurz informiert

■ Die Entfernung des galaktischen Zentrums wurde bisher (seit 1963) mit den Konstanten R_0 (Abstand Sonne

– galaktisches Zentrum) und Φ_0 (Kreisbahngeschwindigkeit am Ort der Sonne) offenbar zu groß angenommen. Nach Prüfung neuerer Arbeiten – ausgelöst durch Untersuchungen von Oort und Plaut (1975) – empfiehlt die IAU-Generalversammlung 1985 in Neu-Delhi diese neuen Werte zu verwenden:

$$R_0 = (8,5 \pm 1) \text{ kpc und } \Phi_0 = (220 \pm 20) \text{ km s}^{-1}.$$

■ Beteigeuze hat zwei Begleiter in 5 bzw. 40...50 AE Abstand und eine nur wenige Sternradien von a Ori entfernte Staubwolke. Diese Interpretation lassen Beobachtungen mittels Speckle-Interferometrie zu.

■ Die Uranussatelliten 1986 U 7, U 8 und U 9, bei der Passage durch Voyager 2 entdeckt, werden nach neueren Auswertungen laut B. A. Smith vom Voyager Imaging Science Team jetzt mit folgenden Werten angegeben:

Satellit (1986)	Durch- messer km	gr. Bahn- halbachse km	Umlaufzeit Tage
U 7	20	49300	7,92
U 8	25	53300	8,92
U 9	50	59100	10,38

■ Das Hubble Space-Teleskop (ST; – s. AuR 2/1985) kann auch Ende Oktober nicht in die Umlaufbahn gebracht werden. Die Challenger-Katastrophe hat in ihren Auswirkungen auf die wissenschaftlichen Flugprogramme nicht nur die erneute Verschiebung des ST-Einsatzes zur Folge. Ungewiß sind auch die Einsatztermine der europäischen Sonde Ulysses und der amerikanischen Jupitersonde Galileo, deren Starts für Mai geplant waren, sowie des erneuten Spacelab-Fluges, der im September folgen sollte. Für das Teleskop Astro 1 existiert z. Z. gar kein Einsatzprogramm, da sein mit der Columbia vorgesehener Start in die Umlaufbahn zur zeitversetzten Halleybeobachtung mit den Sonden Vega 2 bzw. Giotto gesperrt worden war.

■ Ausgezeichnet wurde mit der Leonard-Medaille der Meteoritical Society der sowjetische Astrophysiker B. Lewin, der einen gewichtigen Beitrag zur Erforschung der Meteore, Meteoriten, Kometen und Asteroiden, des Mondes und der Planeten des Sonnensystems geleistet hat.

Astronomischer Büchertisch

Aus dem Angebot von Verlagen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1986

NEUERSCHEINUNGEN

Ahnert, Paul, Kalender für Sternfreunde 1987, 168 S., 43 Abb., zahlreiche Tab., Johann Ambrosius Barth Verlag Leipzig, Bestell-Nr. 7937853, 5,70 M

Barthel, H., Geoförnerkundung. Luft- und Kosmosbilder in ihrer Bedeutung für Wissenschaft und Praxis, 120 S., 84 Fotos, VEB Hermann Haack, Gotha, Bestell-Nr. 9662435, 32,— M

Bernhard, Helmut; Lindner, Klaus; Schukowski, Manfred, Wissensspeicher Astronomie. Das Wichtigste in Stichworten und Übersichten, 192 S., 240 Abb., Volk und Wissen Verlag Berlin, Bestell-Nr. 7092061, 9,50 M

Böhmer, Astronomische Navigation, transpress Verlag Berlin, 26,— M (noch keine weiteren Angaben)

Bonov, Angel, Sternbilder, Sternsagen. Mythen und Legenden um Sternbilder, 304 S., 54 SW-Fotos, 80 Zeichnungen, Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, Bestell-Nr. 6540723, 21,— M

Friedrich, Klaus; Meyer, Günter, Astronomie und Raumfahrt, 100 S., 170 Abb., Volk und Wissen Verlag Berlin, Bestell-Nr. 7092088, 4,50 M

Galilei, Galileo, Schriften · Briefe · Dokumente. Aus dem Italienischen, Lateinischen und Französischen übersetzt, 2 Bde., 820 S. mit zeitgenöss. Illustrationen u. zwei Frontispizien, Rütten und Loening Berlin, Bestell-Nr. 6183682, 29,80 M

Guericke, Otto v., Neue „Magdeburgische“ Versuche über den leeren Raum. Übersetzung aus dem Lateinischen, 116 S., 15 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6696250, 15,— M

Herrmann, Dieter B., Eroberer des Himmels. Meilensteine der Raumfahrt, 208 S., 85 SW-Fotos, 81 Reproduktionen, 44 Farbzeichnungen, Urania-Verlag Leipzig Jena-Berlin, Bestell-Nr. 6540782, 19,80 M

Körber, Hans-Günther, Vom Wetteraberglauben zur Wetterforschung, 224 S., 74 Textabb., 66 SW- und 59 Farbb., Edition Leipzig, Bestell-Nr. 5931028, 89,— M

Koltun, Mark, Sonne und Menschheit, 152 S., 169 Abb., VEB Fachbuchverlag Leipzig, Bestell-Nr. 5469611, 9,50 M

Kotik, M. G., Luft- und Raumfahrtstechnik, Wörterbuch, Russisch-Englisch-Deutsch, 780 S., Kunstleder, VEB Verlag Technik Berlin, Bestell-Nr. 5334823, 98,— M

Lindner, Klaus, Jugendlexikon Astronomie, 208 S., über 100 Abb., VEB Bibliographisches Institut Leipzig, Bestell-Nr. 5778537, 6,50 M

Lindner, Klaus, Astroführer. Eine Anleitung zur Beobachtung von Himmelserscheinungen, 208 S., 25 Farb- und 46 SW-Fotos, 83 farbige Zeichnungen, 8 Karten, 1 Beilage (drehbare Sternkarte), Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, Bestell-Nr. 6540707, 18,— M

Marow, M. J., Die Planeten des Sonnensystems, 344 S., 91 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6662624, 19,50 M

Mielke, Heinz; Winkler, L., Geschichte der Weltraumfahrt. Quartettspiel, Verlag für Lehrmittel Pönsneck, Bestell-Nr. 3348410, 2,40 M

Möhlmann, Dietrich; Sauer, Konrad; Wäsch, Richard, Kometen, 100 S., 38 Abb., 9 Tab., Akademie-Verlag Berlin, Bestell-Nr. 7635572, 18,— M

Möhlmann, Dietrich und Sauer, Konrad (Hrsg.), Comet Halley 1909—1911, Retrospect of Observations, 160 S., 10 Abb., 39 Tab., Akademie-Verlag Berlin, Bestell-Nr. 7635580, 25,— M

Pingree, D. (Hrsg.), Vettius Valens Antiochenus Anthologiarum libri novem, 512 S., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6663125, 156,— M

Roshanski, Iwan D., Wissenschaften in der Antike, 200 S., 15 Zeichnungen, 2 Tab., Akademie-Verlag Berlin, Bestell-Nr. 6540934, 9,80 M

Schklowski, J. S., Weltall, Leben, Vernunft, 350 S., 115 SW-Fotos, 31 Zeichnungen, Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin und Verlag MIR Moskau, (noch keine Bestell-Nr.), 12,— M

Sigel, Felix J., Sehenswertes am Sternhimmel, 250 S., 84 Abb., 4 Tab., 4 Beilagen, VEB Fachbuchverlag Leipzig, Bestell-Nr. 5740292, 9,— M

Spickermann, Wolfgang, Urknall-Quarks-Kernfusion, 200 S., 58 SW-Fotos, 44 Farbzeichnungen, 5 Tab., Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, Bestell-Nr. 6540539, 10,— M

Spiering, C., Auf der Suche nach der Urkraft, 144 S., 32 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6663205, 9,— M

GLOBEN

Erdmondglobe mit Erläuterungsheft, Ø 33 cm, VEB Rätigloben Leipzig, Bestell-Nr. 90a, 54,— M

Himmelsglobus mit Erläuterungsheft, Ø 33 cm, VEB Rätigloben Leipzig, Bestell-Nr. 40 E, 21,75 M

Historischer Himmelsglobus mit Erläuterungsheft, Ø 33 cm, VEB Rätigloben Leipzig, Bestell-Nr. 142 H, 65,— M

NACHAUFLAGEN

Ahnert, Paul, Kleine praktische Astronomie. Hilfstabellen und Beobachtungsobjekte, 3., durchgesehene Aufl., 184 S., 74 Abb., zahlreiche Tab., Johann Ambrosius Barth Verlag Leipzig, Bestell-Nr. 7936869, 18,— M

Dautcourt, B., Was sind Quasare? 4., bearb. Aufl., 88 S., 19 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6657534, 4,90 M

Dorschner, Johann, Planeten — Geschwister der Erde? 3., bearb. Aufl., 128 S., Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, akzent-Reihe, Bestell-Nr. 6534593, 4,50 M

Haack Handkarte, Erdmond Vorderseite/Rückseite, 1:12000000, 3. Aufl., VEB Hermann Haack Gotha, Bestell-Nr. 5981770, 9,80 M

Haack Handkarte, Mars — Westliche und östliche Hemisphäre, 1:23500000, VEB Hermann Haack Gotha, Bestell-Nr. 9663494, 9,80 M

Herrmann, Dieter B., Besiedelt die Menschheit das Weltall? 3. Aufl. 128 S., Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, akzent-Reihe, Bestell-Nr. 6536783, 4,50 M

Herrmann, Dieter B., Das Sternquaterbuch, 3. Aufl., 288 S. mit Fotos, Verlag Neues Leben Berlin, Bestell-Nr. 6429507, 9,80 M

Kippenhahn, Rudolf, Vom Lebenslauf der Sterne, 2. Aufl., 32 S., 25 Abb. (Nova Acta Leopoldina Halle, Neue Folge 260), Johann Ambrosius Barth Verlag Leipzig, Bestell-Nr. NAL 260, 7,— M

Nowikow, I. D., Evolution des Universums, 2., bearb. Aufl., 216 S., 35 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6600880, 11,50 M

Nowikow, I. D., Schwarze Löcher im All, 2., bearb. Aufl., 96 S., 11 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6660354, 5,50 M

Schmutzer, Ernst, Relativitätstheorie aktuell, 3. bearb. Aufl., 180 S., 30 Abb., BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, Bestell-Nr. 6659222, 15,— M

Zusammenstellung: BRIGITTE GÖTZ

REZENSIONEN

Faszination Weltraumflug

Nach 1979 stellt der VEB Fachbuchverlag Leipzig mit diesem Buch seine zweite Edition zur Raumfahrt vor, die von einem Autorenkollektiv der UdSSR und der DDR erarbeitet worden ist.

Erstmals werden von drei namhaften Raumfahrtmedizinern unseres Landes (K. Hecht, H. Haase, M. Handt) ausführlich Probleme der kosmischen Biologie und Medizin beschrieben. Sie weisen in ihrem Beitrag nach, daß viele ursprünglich für die Raumfahrt entwickelte Geräte und Technologien inzwischen Einzug in die irdische Humanmedizin gefunden haben. Von diesem Technologietransfer profitieren insbesondere die Luft-, Sport- und Arbeitsmedizin sowie die Psychologie.

Eindrucksvoll ist eine fast komplette Übersicht der Tierversuche, die den Start des Menschen in den Kosmos erst ermöglichten. Warum wurde aber auf eine Tabelle verzichtet, die die Tierexperimente mit sowjetischen Höhenraketen belegen? Übrigens begannen diese nicht 1949, sondern am 22. 7. 1951 mit der V-1-R. Interessante Einzelheiten vermittelt der Komplex über die Biosatelliten, die innerhalb der Kosmos-Serie gestartet wurden. Hier beteiligten sich erstmals DDR-Wissenschaftler.

Der Beitrag „So begann es im Sternenstädtchen“ von G. Beregowol und L. Gilberg trägt den Titel des Buches am meisten Rechnung. Die Autoren verstehen es, einen Hauch von Romantik und Abenteuerlust wiederzugeben, ohne daß der Eindruck entsteht, Raumfahrt diene dem Selbstzweck.

Sie berichten von den harten Anfängen der bemannten Raumfahrt, der schlichten Routinearbeit des Trainings, aber auch von Extremsituationen, die einerseits simuliert und mit denen andererseits Raumfahrer unvorhergesehen konfrontiert wurden. Weiterhin wird der Leser mit einigen neuen Details aus den Forschungsarbeiten der Kosmonauten an Bord der Raumstation Salut 7 vertraut gemacht. Es wird der hohe ökonomische Nutzen und der große wissenschaftliche Wert dieser Arbeiten belegt. Im abschließenden Kapitel des Buches setzt sich N. Hager mit dem Aspekt „Mensch und Automaten im Weltraum“ auseinander. Sie verdeutlicht, daß die Raumfahrt in der UdSSR und in den USA unterschiedlichen Zielen dient. Die Militarisierung des Weltraumes durch die USA wird verteidigt, die friedlichen Motive der UdSSR und der Interkosmos-Länder hervorgehoben.

Die genannten Beiträge sind logisch aufgebaut und informativ. Leider kann das von den (durch K. Marquart geführten) Interviews mit den Raumfahrern Jähn, Remeik, Tamayo, Mendez, Farkas und Iwanow nicht gesagt werden. Derartig banale Fragen wie „Was geschieht, wenn die Station von einem Meteoriten getroffen wird?“ oder „Wie wird kosmisch gegessen und getrunken?“ – die Beispiele ließen sich weiter fortsetzen – hätte man dem Leser und vor allem den Kosmonauten besser ersparen sollen.

Der Anhang in Form verschiedener Tabellen ist hervorhebenswert, enthält jedoch zahlreiche Ungenauigkeiten. Beispielsweise hießen die Hunde in Korabl 3 und 4 Ptschotka bzw. Tschernuschka. Die Vierbeiner aus Kosmos 110 verscheidet man ganz, obwohl Weterok und Ugojok die ersten Lebewesen waren, die in den Strahlungsgürtel der Erde gebracht wurden. Besonders Wert hat Tabelle 3. Erstmals wird eine historische Abfolge wichtiger Ereignisse der russischen bzw. sowjetischen

Raketentechnik und Raumfahrt dargestellt. Unverständlich ist jedoch, warum diese Übersicht sechs Jahre (5) vor dem Redaktionsschluß des Buches endet.

Über die Anlage der Tab. 4–6 kann man geteilter Meinung sein. So wie es gemacht wurde, erweist sich Tab. 5 als überflüssig. Auf mehr als vier Seiten erfährt man als neue Information lediglich, wieviel Raumflüge der jeweilige Raumfahrer absolviert hat. Diese Spalte wäre auch in Tab. 4 (Raumfahrer in der Reihenfolge ihres ersten Starts) unterzubringen.

In Tab. 6, die eine chronologische Reihenfolge aller bemannten Raumflüge enthält, verschweigt man, daß der Shuttle-Flug STS-4 die erste geheime militärische Mission war. Bei STS-5 muß es richtig heißen: Erster Einsatzflug. Tab. 8, ein Verzeichnis aller IAF-Kongresse, dürfte für den Statistiker neu sein.

Noch ein Hinweis, der bei einer überarbeiteten Nachauflage unbedingt berücksichtigt werden sollte. Da bei den Start- und Landezeiten keine Angaben über Ortszeit, WZ oder MEZ gemacht wurden, kommen gegenüber anderen Starttabellen häufig Differenzen von einem Tag zustande.

Alles in allem ist das Buch eine Bereicherung für den Raumfahrtinteressierten. Wer es nicht käuflich erwerben konnte, dem sei der Weg in die Bibliothek empfohlen, nicht zuletzt der zahlreichen Farbfotos und der Bilder des Kosmosmalers Sokolow wegen.

UWE SCHMALING

Faszination Weltraumflug. Von einem Autorenkollektiv der UdSSR und der DDR. VEB Fachbuchverlag Leipzig 1984, 221 S., 108 Bilder, davon 94 farbig, 8 Tab., 19,5 cm × 9,2 cm, Ganzgewebereinband, Preis 28 M, Bestell-Nr. 5469304.

Biographien bedeutender Physiker

Über die Chemiker und Mathematiker gab es diese Biographiensammlungen vom Volk und Wissen Verlag schon vor 10 Jahren. Daß es bei den Physikern etwas länger gedauert hat, mag daran gelegen haben, daß die Bedarfslücke nicht ganz so groß war (Physikerbiographien erschienen auch in anderen Verlagen). Schließlich mußten die Manuskripte für dieses Buch, die von 10 verschiedenen Autoren stammen, auf einen Nenner gebracht werden. Zudem unterzog sich der Herausgeber einer gewiß nicht leichten Aufgabe, nämlich im Schlußkapitel einen Abriss zur Entwicklung der Physik in der DDR anzufügen. Nach meiner Ansicht ist dies gut gelungen, zumal sich bisher kaum jemand an eine Geschichte der neuesten Physik in unserem Land herangewagt hat. Nicht nur in der DDR werden Namen wie Manfred v. Ardenne, Robert Rompe, Klaus Fuchs bzw. die Institute, an denen sie tätig waren, mit Stolz genannt. Unter den 36 Biographien dieser 1984 erstmalig vorgelegten Sammlung seien für den Astronomen hervorgehoben:

Aristoteles, Kepler, Galilei, Huygens, Newton, Faraday, Hertz, Ziolkowski, Planck und Einstein.

Der Benutzer findet hier eine Informationsquelle, nach der er schnell einmal greifen kann, wenn es gilt, sich anschaulich und wissenschaftsgeschichtlich fundiert zu unterrichten. Jeder Biographie ist eine kurze Zusammenfassung der Lebensdaten angefügt, was die Übersichtlichkeit stark erhöht. Ein ebenfalls ans Ende jeden

Kapitels gesetztes Literaturverzeichnis ermöglicht tiefergehende Studien.

Das Buch hat im Gegensatz zu seinen „Vorgängern“ in den anderen Wissenschaften einen Leinwandband bekommen, was sehr zu begrüßen ist, aber Papier- und Bildqualität lassen stark zu wünschen übrig.

Als wertvoll sehe ich die Zwischenkapitel an, weil sie den Studierenden die Entwicklungstendenzen und gesellschaftlichen Zusammenhänge in den einzelnen Epochen der Wissenschaftsgeschichte deutlich machen. Diese Kapitelüberschriften lauten: 1. Anfänge der Physik, 2. Die Herausbildung der klassischen Physik, 3. Die Vervollständigung der klassischen Physik im 19. Jh., 4. Die Herausbildung der modernen Physik im 20. Jh.

Ein Physiklehrbuch wird dadurch nicht ersetzt, aber es ist uns ein seit langem erwarteter Biographienband in die Hand gegeben, der vielen Interessenten auf lange Sicht ein guter Begleiter sein wird.

WOLFGANG KÖNIG

Autorenkollektiv: Biographien bedeutender Physiker. Eine Sammlung von Biographien, herausgegeben von Dr. Wolfgang Schreier. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1. Aufl. 1984, 368 S., zahlr. Abb., Bestell-Nr. 707 6280, Preis: 17,00 M.

Sonnenuhren (Sluneční hodiny)

Es mag mitunter den Anschein haben, die Sonnenuhren erlebten eine Renaissance. Aus den einst geschmückten Zeitanzeigern ist ein Schmuck- und Gestaltungselement geworden, die zeitanzeigende Funktion ist im Zeitalter der Atom- und Quarzuhren nur noch sekundärer Art.

Aus der ČSSR liegt das Buch „Sonnenuhren“ in tschechischer Sprache vor, das in verständlicher und anschaulicher Weise über die Herstellung verschiedener Sonnenuhren informiert. Der Autor ist Ingenieur, davon zeugen die mit viel Akribie und Ideenreichtum angefertigten Zeichnungen. Selbst wer der Sprache nicht mächtig ist und etwas von Gnomonik versteht, vermag mit Hilfe der Abbildungen und Formeln den Inhalt des Buches im wesentlichen zu verstehen.

Die ersten Kapitel des Buches befassen sich mit den Grundlagen der mathematischen Astronomie, der Zeitmessung und der darstellenden Geometrie. Als erste Sonnenuhrenart wird die Skaphie als ein umgekehrtes Abbild der scheinbaren Himmelskugel behandelt. Erst danach folgt die Behandlung der horizontalen Polstabsuhr mit Datumslinien, Analemma und Ortszeitdifferenz. Es folgen die Sonnenuhren an vertikalen Wänden (Süduhr, Norduhr und polare West- bzw. Ostuhr). Die Problematik der abweichenden Vertikaluhren, die den größten Anteil der Sonnenuhren darstellen, wird verhältnismäßig kurz behandelt. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit mehreren Varianten, von denen manche bereits in Vergessenheit geraten sind und nur noch in älteren Werken nachgelesen werden können. So z. B. das Hemizykelium, das Antiborium, die Reise-Skaphie sowie Sonnenuhren mit walzenförmigen Zifferblatt, die Mittagssonnenuhr, die analemmatische Uhr, die sehr seltene „Sonnenuhren-Spinne“ und die Globus-Sonnenuhr. Hierzu gehören auch die Sonnenuhren, die auf der Höhenmessung der Sonne beruhen, wie der Quadrant, die sogenannten Kapuziner-Sonnenuhren und die Ring-Sonnenuhr. Für Sommerlager und Campingplätze wird ein brauchbarer Hinweis gegeben, um einen senkrechten Stab als Zeitanzeiger für einen begrenzten Zeitraum verwenden zu können.

Erst zum Schluß folgt ein historischer Abriss mit einem Literaturverzeichnis und 9 Tabellen. Die aus 48 Schwarz-Weiß-Fotos bestehende Beilage kann qualitativ nicht befriedigen.

Es ist der Reiz der Gnomonik, daß die verschiedenen Autoren mit ihrem Methoden und Anschauungshilfen diese alte Wissenschaft den Lesern nahebringen und sie anregen, sich einen Schönwetter-Zeitanzeiger für Haus und Garten herzustellen und zu gestalten. Wer aber nur eine Mini-Sonnenuhr für das Fensterbrett oder den Schreibtisch bauen möchte, findet in der Anlage des Buches 6 Ausschnittebögen sowie eine Darstellung der Zeitgleichungsschleife.

ARNOLD ZENKERT

Pavel Piňhoda: Sluneční hodiny (Sonnenuhren). Prag 1983. Herausgegeben von HORIZONT. Verlag der Sozialistischen Akademie der ČSSR. 135 Seiten, 48 Fotos, 91 Abbildungen, Preis 19,— Kčs (brošiert), 26,— Kčs (gebunden).

Ein Mondflugprojekt von 1638

J. Classen, bekannt vor allem durch seine Beiträge zur Meteoritenforschung, trat auch mit etlichen kleineren wissenschaftshistorischen Arbeiten an die Öffentlichkeit. Der Autor, dessen Sternwarte eine bedeutende Meteoritensammlung beherbergt, besitzt zahlreiche alte astronomische Werke, darunter die deutsche Ausgabe des „Vertheidigten Copernicus“ von John Wilkins (1614 bis 1672), die als Grundlage zu der Broschüre, die als Nr. 21 der „Veröffentlichungen der Sternwarte Pulsnitz“ erschien, diente.

Darin ist ein Kapitel aus dem zweibändigen Werk wiedergegeben, das von der prinzipiellen Möglichkeit einer Reise zum Mond handelt. Das Gewicht liegt dabei nicht auf der technischen Realisierung, die Wilkins in höchst phantastischer Weise nur andeutet, sondern auf den physikalischen, astronomischen und biologischen Problemen der aufgeworfenen Fragestellung. Interessant ist dabei, wie der englische Bischof in seinem Buch, während er progressive Ideen wie die Copernicanische Lehre vertritt, in seiner Methode durchaus scholastisch bleibt. Indem er sich allein auf gelehrte Autoritäten – größtenteils der Antike – beruft, ohne etwa glaubwürdige Experimente oder Beobachtungen vorweisen zu können, verneint er vernünftige Aussagen mit (aus heutiger Sicht) purem Unsinn. Hierzu wäre eine ausführlichere wissenschaftshistorische Kommentierung der Schrift wünschenswert gewesen. Die von J. Classen verfaßte Einleitung informiert den Leser allerdings über die wichtigsten Momente aus dem Leben von Wilkins und dem Umfeld des „Vertheidigten Copernicus“. Sie enthält auch das vollständige Inhaltsverzeichnis des Werkes.

Die deutsche Übersetzung, von J. G. Doppelmayr 1713 besorgt, wurde durch J. Classen überarbeitet und leicht gekürzt. Dies macht die Ausgabe leicht lesbar; wissenschaftlichen Editionsprinzipien entspricht es nicht, doch dem Herausgeber ging es sicherlich in erster Linie um die Popularisierung eines interessanten Zeugnisses der Wissenschaftsgeschichte.

WOLFGANG R. DICK

J. Classen, Das Mondflugprojekt des John Wilkins von 1638. Veröffentlichungen der Sternwarte Pulsnitz, Nr. 21, 1985, 16 S. mit 1 Abb., Pp. 17 cm × 24 cm. Preis 4,— M.

Halley Kometen-Brevier für jedermann

Der Name sagt es bereits, das Taschenbuch ist nicht nur für den versierten Amateurastronomen oder gar den Fachmann geschrieben, sondern für jedermann.

Damit der Inhalt auch jedermann ohne großes Nachschlagen verständlich wird, ist der erste Abschnitt nützlichen Grundbegriffen aus der Astronomie (Koordinatensysteme, Helligkeitsmaß, Entfernungen und Bahnformen) gewidmet.

Der zweite Abschnitt bringt uns Wissenswerte über Kometen näher. Zunächst folgen einige historische Betrachtungen von der Antike bis zum Mittelalter und dann in verständlichen Worten das moderne Kometenmodell. Leider kommt es besonders in diesem Teil des Buches zu einigen unklaren Formulierungen. Im Zusammenhang mit der Auflösung des Kometen Biela und dem nachfolgenden Meteoroschauer wird geschrieben: „Ein Meteor ist nichts anderes als ein kleiner Gesteins- oder manchmal auch Eisenbrocken, der in die Erdatmosphäre eindringt ...“. Gerade bei kometarischen Meteoriten ist das nicht der Fall. Unverständlich ist auch: „An IRAS-Araki-Alcock erhielt man auch erstmals deutliche Hinweise auf einen Kometenkern als kompaktes Zentrum.“

Der Hauptteil des Buches befaßt sich mit dem Halley'schen Kometen. Recht umfangreich werden zunächst die Raumsondenprojekte vorgestellt. Es sei der Hinweis erlaubt, daß die VEGA-Sonden natürlich im Juni 1985 und nicht 1986 die Venus passierten und die japanische Sonde Sakigake (MS-Ts) durchaus nicht ähnlich ausgestattet ist wie Planet-A. Danach wird uns lebendig die Geschichte des Kometen von der Bibel bis zur Gegenwart geschildert und hier werden nun endlich die „Berühmtheiten“ der Kometenforschung wie Kepler, Newton, Halley und Palitzsch vorgestellt.

Im letzten Abschnitt werden die Beobachtungsmittel und Methoden für jedermann verständlich und nachvollziehbar beschrieben und durch Zeichnungen der Sichtbarkeit Halleys und Übersichtstabellen ergänzt. Damit die Erinnerung an Halley auch dokumentiert werden kann, ist hier eine Seite für das selbstfotografierte Halley-Bild reserviert.

Auch der Schluß des Taschenbuchs ist für jedermann wichtig: Ephemeriden Halleys und des Mondes, ein Verzeichnis öffentlicher himmelskundlicher Institutionen und das Sachwortregister.

Das Buch wird seinem Titel und Anliegen gerecht und zeichnet sich durch ansprechende Gestaltung aus.

KARSTEN KIRSCH

Andreas Rétty: Halley Kometen-Brevier für jedermann. Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1985. 78 Seiten, 18 Schwarzweiß- und 10 Farbfotos, 18 Zeichnungen.

Vorschau auf Heft 5/1986

Quasare (II) • Erste Ergebnisse der Halley-Missionen • Rettungssysteme in der Raumfahrt und die Challenger-Katastrophe

Verkaufe Cassegrain Spiegel Ø 180/900/2700, neu aluminisiert m. Beh. (1200 M.). - G. Jödicke, Triftstr. 28, Kelbra, 4712

Verkaufe Refr. AS 110/1650 m. parall. Mont., elektr. Antrieb, Säulenstativ, Leitrohr, Okularen u. Zubehör f. 4800 M. - L. Zingelmann, Gera-Dürr. 105, 6501

Suche Cassegrain ab 250 mm Öffnung preisgünstig zu kaufen (evtl. durch älteren Sternfreund abzugeben). Steffen Wündisch, PSF 14/a, Erkner, 1250

Suche Rohrmontierung 80/840, 80/1200 oder 100/1000 und parallaktische Montierung T. - Rolf König, W. - Gobi-Str. 14, Genthin, 3280

Biete Sternatlas Marx/Pfau (3. Aufl.), Das Sternguckerbuch v. D. B. Herrmann. Suche astron. Literatur insbes. v. D. B. Herrmann und Bruno H. Bürgel sowie Material über den Kometen Halley. - Manuela Veit, Steinbruchweg 16, Olbernhau, 9330

Verkaufe Mond-Planetenkamera (Ansatzstück, Projektiv, Kontrollokularansatz, Plattenkamera 6,5 cm x 9 cm, Farbfilter), neuwertig, ungebraucht, für 300 M. - Rolf Drenkow, 8290 Kamenz 4, Werkstr. 3

Suche AuR ca. 1970-1983 komplett. K. Ulrich, 8060 Dresden, Rudolf-Leonhard-Str. 24.

Suche „Die Sterne“ Jahrg. 1985 (mit oder ohne Heft 4). - Andreas Dietrich, 3900 Gölitz, Uferstraße 17.

Suche Ruhla-Quarzstoppuhr Kaliber 87-02. - Gerhard k7930 Herzberg, W.-Pieck-Ring 27.

Suche Cassagrainoptik Ø 200-250 mm: Astroobjektiv Ø 80-200 mm (auch alt. Typ.). - Gottfr. Engel, 8717 Oppach, Schusterndmühle 6.

Unsere Autoren

Dipl.-Phys. J. Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570
André Knödel, A.-Fischer-Ring 96, Potsdam, 1580
Patric Scharff, Waldstr. 3, Kuhfelde, 3561
Dipl.-Phys. Thomas Boller, ZIAP. AdW d. DDR, Luxemburgstr. 17a, Potsdam-Babelsberg, 1502
Uwe Schmaling, Gr. Wollweberstr. 23, Neubrandenburg, 2000
Dipl.-Lehrer V. Schorcht, H. Schrade-Str. 31, Jena, 6908
Ralf Koschak, W.-Pieck-Str. 33, Weißwasser, 7580
Brigitte Götz, Archenhold-Sternw., Berlin, 1193
Jan Oehler, Leninstr. 64, Neubrandenburg, 2000
Dietmar Röttler, Rote Kapelle 2, Frankfurt/O., 1200
(Weitere Autorenadressen sind bei der Redaktion zu erfragen.)

Sojus 1-19

Von 1968 bis 1966 wurde Sojus durch das Zentrale Versuchskonstruktionsbüro für Raumflugkörper und Trägerraketen der UdSSR unter Leitung von S. P. Koroljow als universell verwendbares Raumfahrzeug für den erdnahen Raum projektiert. Es ist auf Umlaufbahnen voll manövrierfähig und kann neben beliebigen Richtungsänderungen um drei Flugkörperachsen bei Geschwindigkeits- und Bahnänderungen sowohl automatisch als auch manuell gesteuert werden. Die Einsatzhöhen betragen (180...350) km. Raumschiff-, Führungs- und Navigationskomplexe, die Triebwerksanlage und die

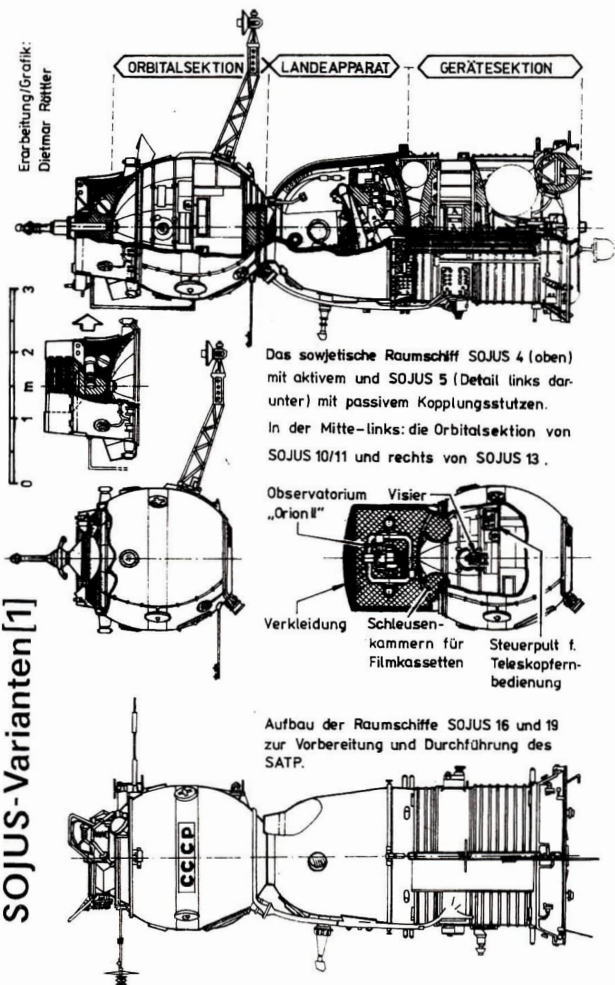
Treibstoffvorräte ermöglichen den Aufstieg von Erdumlaufbahnen bis in 1300 km Höhen, Rendezvous- und Anlegemanöver mit anderen Raumfahrzeugen sowie den autonomen Flug auf Umlauf- und Rückkehrbahnen. Je nach Ausrüstung und Version besitzt Sojus eine maximale Einsatzdauer bis zu 65 Tagen. Der Rückkehrteil wird aerodynamisch gelenkt zur Erde zurückgeführt. Dadurch verringert sich der Bremsandruck auf etwa 3—4 g. Nach aerodynamischer Bremsung wird ein Fallschirmsystem als Rückföhrhilfe eingesetzt, das in der letzten Phase, unmittelbar vor dem Aufsetzen, durch spezielle Feststoffbremstriebwerke unterstützt wird.

JAN OEHLER

Nr.	internat. Bezeichn.	Besatzung	Startdatum	Flugdauer	Einsatzzweck
1	1967-37A	W. Komarow (†)	23. 4. 1967	24 h 17 min	erste bemannte Erprobung des Raumschiffs, Defekt im Fallschirmsystem – tödlicher Absturz
2	1968-93A	—	25. 10. 1968	70 h 27 min	pass. Zielsat. f. Annäherungsrendezvous mit Sojus 3
3	1968-94A	G. Bregowoi	26. 10. 1968	94 h 51 min	Erprobung Annäherungsverfahren und vervollkommener Bordsysteme
4	1969-04A	W. Schatalow	14. 1. 1969	71 h 14 min	Kopplung am 16. 1. 1969 (gemeinsamer Flug 4 h 31 min), Außenbordarbeiten und Umstieg; Landung von Jelisjew u. Chrunow in Sojus 4.
5	1969-05A	B. Wolynow A. Jelisjew	15. 1. 1969	72 h 46 min	
6	1969-85A	G. Schonin W. Kubassow	11. 10. 1969	118 h 41 min	
7	1969-86A	W. Wolkow A. Filipschenkow	12. 10. 1969	118 h 42 min	Gruppenflug mit Annäherungsrendezvous, Erprobung autonomer Flugführungssysteme fotografische u. spektroskopische Untersuchung der Erdoberfläche; in Sojus 6 erste Schweißversuche.
8	1969-87A	W. Gorbatko W. Schatalow	13. 10. 1969	118 h 41 min	
9	1970-41A	A. Jelisjew A. Nikolajew W. Sewastjanow	1. 6. 1970	424 h 59 min (17 d 16 h 59 min)	
10	1971-34A	W. Schatalow A. Jelisjew N. Rukawischnikow	22. 4. 1971	47 h 46 min	raumfahrtmedizinische Langzeituntersuchungen, vis. u. fotogr. Erdbeobachtungen
11	1971-53A	G. Dobrowolski (†) W. Wolkow (†) V. Pajajew (†)	6. 6. 1971	570 h 22 min	Rendezvousmanöver u. Anknüpfung an Salut 1 (5 h 30 min Verbundflug) am 24. 4. 1971
12	1973-67A	W. Lasarew O. Makarow	27. 9. 1973	47 h 13 min	Anknüpfung an Salut 1 u. Umstieg der Besatzung am 7. 6. 1971, gemeinsamer Flug bis 29. 6. 1971; Erfüllung eines umfangreichen Forschungsprogramms in der 1. bemannten Orbitalstation; Besatzung verunglückte bei der Landung tödlich.
13	1973-103A	P. Klimuk W. Lebedew	18. 12. 1973	188 h 55 min	Test der zweiseitigen Variante mit einer zusätzlichen Raumanzug-Lebenssicherungs-ausrüstung.
14	1974-51A	P. Popowitsch J. Artjuchin	4. 7. 1974	377 h 30 min	Teleskop Orion 2 für astrophysikalische Untersuchungen u. biochem. Laboranlage Oasis 2.
15	1974-67A	G. Sarafanow L. Djomini	26. 8. 1974	48 h 12 min	Überprüfung einer neuen Raumschiff-(Energieversorgung m. ehem. Batt.) u. Raumstations-Version; Arbeit in Salut 3.
16	1974-96A	A. Filipschenkow N. Rukawischnikow	2. 12. 1974	143 h 00 min	Überprüfung verbesserter Annäherungs- u. Navigationssysteme (an Salut 3) u. von Rückkehr- u. Bergungsverfahren.
17	1975-01A	A. Gubarew G. Gretschko	10. 1. 1975	709 h 20 min	Erprobung des neuen Kopplungsstatutens für „Sojus-Apollo-Test-Projekt“
(18)	—	W. Lasarew O. Makarow	5. 4. 1975	20 min (ballist. Flug)	Zubringerraumschiff für Salut 4; etwa 30 d Forschungstätigkeit in Salut 4.
18	1975-44A	P. Klimuk W. Sewastjanow	24. 5. 1975	1511 h 20 min	Zubringerraumschiff für Salut 4, Startabbruch, Fehler in der Trägerrakete.
19	1975-65A	A. Leonow W. Kubassow	15. 7. 1975	142 h 31 min	Zubringerraumschiff für Salut 4; etwa 63 d Forschungstätigkeit in Salut 4
					„Sojus-Apollo-Test-Projekt“ (1. internationales bemanntes Raumflugunternehmen UdSSR-USA).

SOJUS-Varianten [1]

Erarbeitung/Grafik:
Dietmar Röttler

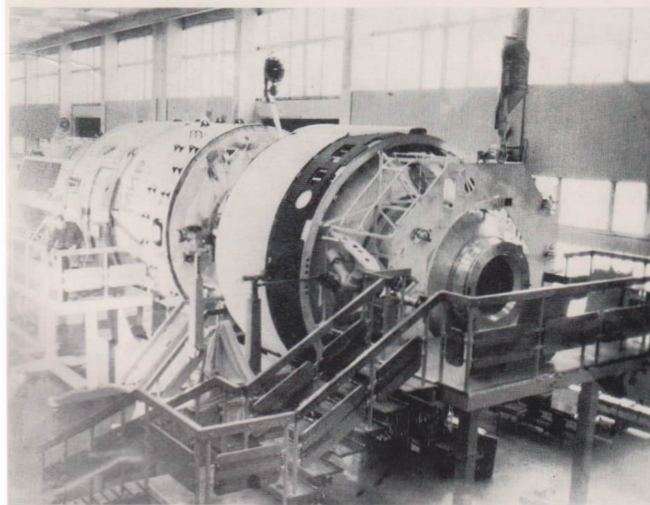
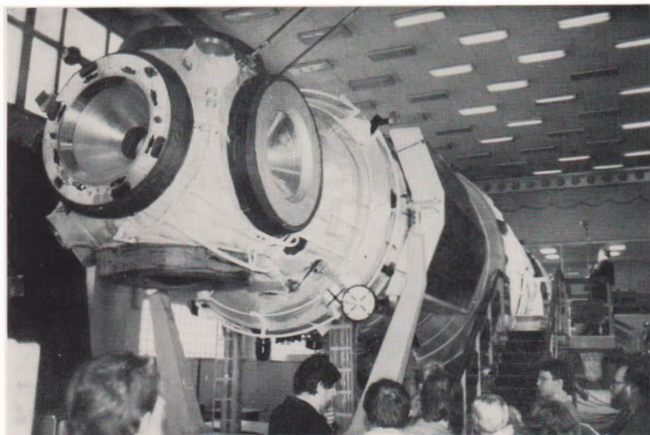


Das sowjetische Raumschiff SOJUS 4 (oben) mit aktivem und SOJUS 5 (Detail links darunter) mit passivem Kopplungsstutzen.

In der Mitte-links: die Orbitalsektion von SOJUS 10/11 und rechts von SOJUS 13.

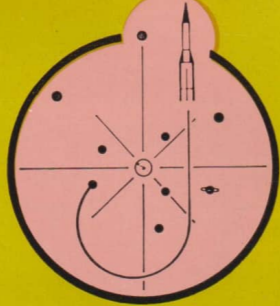
Observatorium Visier
„Orion II“
Verkleidung Schleusen-
kammern für Filmkassetten Steuerpult f.
Teleskopfern-
bedienung

Aufbau der Raumschiffe SOJUS 16 und 19 zur Vorbereitung und Durchführung des SATP.





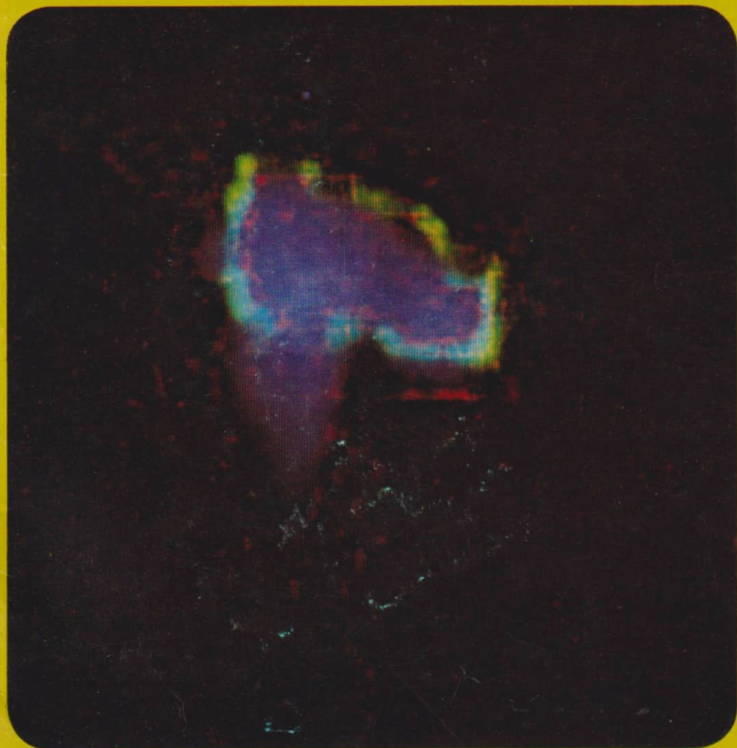
Astronomie UND Raumfahrt



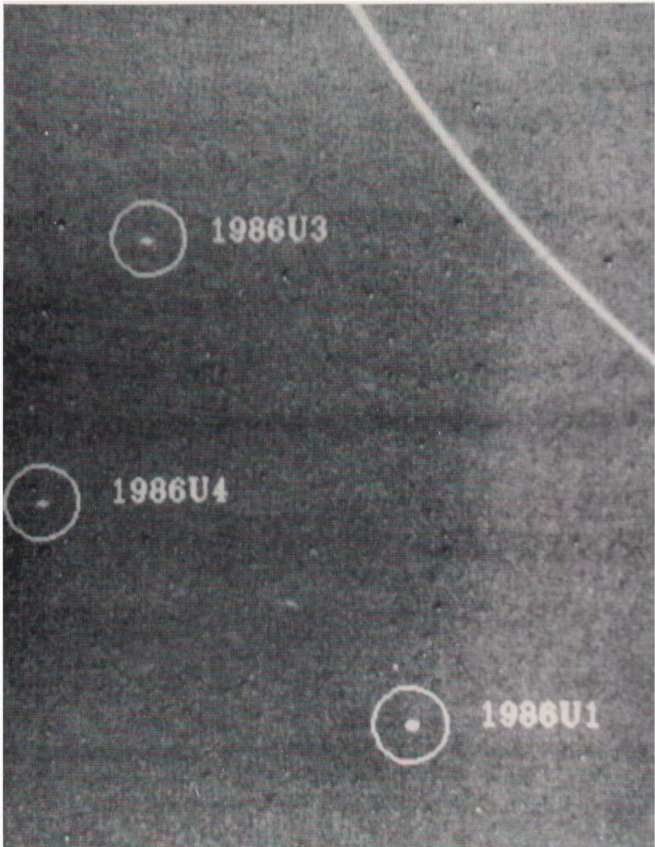
ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1986 5



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Neuentdeckte Uranusmonde durch Voyager 2-Aufnahmen.

Mond	Entdeckung am	Entfernung vom Uranuszentrum	Umlaufzeit
1986U1	3. Jan. 1986	66090 km	12 h 19 min
1986U3	9. Jan. 1986	61750 km	11 h 06 min
1986U4	13. Jan. 1986	69920 km	13 h 24 min

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, B. Zill; - **Aus der Lit.:**

J. Gasiecki; - **Rezensionen:** Dipl.

Phys. M. Woche; **Red.-Sekr.:**

Ing. W. Pohl

Zeichn.: M. Schreiter]]

Redaktionsstz:

9630 Crimmitschau, Pionier-

und Jugendsternwarte „Johan-

nes Kepler“, Straße der Jugend 8

Fernsprecher 3730.

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“

erscheint 1986 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:

Roland 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

24. Jahrgang (1986) Heft 5

D. Möhlmann: Ergebnisse der Erstbearbeitung der Daten der VEGA-Missionen	130
F.-E. Rietz: „Mir“ steht für Frieden im All	132
T. Boller: Quasare als ... Phase der Galaxienentwicklung (II)	133
A. Koeckelenbergh: Sonnenfleckenrelativzahlen Mai/Juni 86	137
M. Reichstein: Teilkomplettiertes Satellitensystem Uranus	138
E. Litroth: Zum Aufbau des Sonnensystems	139
H.-D. Naumann: Sicherheit und Rettung in der Raumfahrt	145
F.-E. Rietz; U. Schmaling: Die Katastrophe war vermeidbar	148
J. Hamel: Zwischen Mittelalter und Neuzeit (Regiomontanus)	151
H.-D. Naumann: 15 Jahre Interplanetar	153
F.-E. Rietz: Er schrieb die Geschichte der Rakete (W. Ley)	154
W. Götz, S. Marx: Halley im Bild	BS II, III

Kurzberichte

Jahreszusammenkunft des AKV • Amateurbearbeitungen veränderlicher Sterne in Ungarn	155
Aufruf zu Schülerwettbewerb der GWR/DDR • Bericht: Die Strategie der USA zur Militarisierung des Weltraums und der Kampf der Friedenskräfte	156
Statut über die Verteilung von Ehrennadeln des Kulturbundes	157

Rezensionen	157
-------------	-----

Anzeigen • Unsere Autoren	144, 158
---------------------------	----------

Typenblatt: Sojus 20-31	159
-------------------------	-----

Redaktionsstz: 12. Juli 1986

Auslieferung an den PZV: 27. Okt. 1986

Bildseiten

Titelbild: Das EDV-bearbeitete Bild der Kerngebiete des Kometen Halley der Aufnahme von VEGA 2 (s. a. 4. Umschl.-S.). Der helle Saum um den Kern deutet die Randgebiete an. Auf dem Kern sind deutlich linienartige und ringförmige Strukturen sowie dunkle Gebiete erkennbar. - Fotos d. 1. u. 4. Umschl.-Seite: Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR ©.

2. Umschl.-S.: Auf der Voyager 2-Aufnahme vom 18. 1. 1986 sind drei der neuen Uranusmonde zu sehen. Zur Aufnahmezeit war die Sonde noch 7,7 × 10⁶ km vom Planeten entfernt. Alle drei Monde befinden sich außerhalb der neun bekannten Ringe. Der ε-Ring (äußerster) ist am rechten oberen Bildrand noch zu sehen. Der Mond 1986U1 ist der größte (Ø ca. 90 km) der drei Monde. Durch die Relativbewegung der Sonde zu den Monden während der Aufnahme erscheinen die Monde etwas länglich.

3. Umschl.-S.: Die Uranusmonde 1986U7 und 1986U8 und die Ringe des Uranus auf einer Voyager 2-Aufnahme. Lesen Sie auch unsere Beiträge auf den Seiten 138 und 139!

4. Umschl.-S.: Die kernnahen Gebiete des Kometen Halley, fünf Sekunden vor der größten Annäherung durch VEGA 2 aus ca. 8030 km Entfernung aufgenommen. Die Sonne steht unten links (hinter dem Betrachter). Mehrere „jets“ sind erkennbar, z. B. auf der linken Seite nach unten gehend und am linken oberen Rand nach hinten zeigend. Das Bild ist richtig orientiert, wenn der linke Rand des Heftes nach unten weist. Lesen Sie ab S. 130!

Vorschau auf Heft 6/1986

Planeten und -familien 1985 • Raumfahrtbilanz 1985 (I) • Von Salut 1 bis MIR • Eine Astrokamera für Weitwinkelaufnahmen • AuR-Kalender für 1987 • Jahresinhaltsverzeichnisse der Jahrgänge 21 (1983) bis 24 (1986)

Ergebnisse der Erstbearbeitung der Daten der VEGA-Missionen*)

DIEDRICH MÖHLMANN

Vorbemerkungen

Die Entwicklung der Raumfahrt machte es erstmals möglich, während der diesmaligen Sonnennähe (im Gebiet des absteigenden Knotens) des Kometen Halley mit Hilfe speziell ausgerüsteter Sonden einen Vertreter dieser Gruppe der kosmischen Kleinkörper aus großer Nähe zu untersuchen. Erste Ergebnisse der Missionen liegen inzwischen vor; die vollständige Auswertung wird noch viele Monate in Anspruch nehmen.

Neben Untersuchungen der chemischen Zusammensetzung der Kometennmaterie in Kopf und Schweif und deren großräumiger Struktur standen plasmaphysikalische Untersuchungen in Kometennähe und die direkte Untersuchung des festen Kometenkerns im Mittelpunkt. Die Astronomen, die Halley 1910 beobachtet hatten, sprachen damals von einer z. T. rötlichgelben Färbung der Kerngebiete. Natürlich war der Kern selbst nicht zu sehen, da er in eine ausgedehnte Gas- und Staubbülle eingebettet ist, deren Durchmesser ca. 40000 km beträgt. Die Halley-Sonden vermochten erstmals tief in diese Hülle einzudringen und dadurch Details der Geometrie des Kerns abzubilden, obwohl auch diese Beobachtungen stark durch das Streulicht des kernnahen Gas-Staub-Gemisches gestört wurden.

Das Ziel der Sonden, tief in den Streulichtbereich einzutauchen und bei dieser geringen Entfernung eine gute geometrische Auflösung zu ermöglichen, wurde erreicht. Die geringsten Abstände zum Kern betrugen 8889 km für VEGA 1, 8030 km für VEGA 2 und 540 km für die Giotto-Sonde.

Gas und Plasma

Das bisher favorisierte Modell des Kerns war das eines „schmutzigen Schneeballs“ oder „Eisberges“. Es sollte sich um einen mehr oder weniger regelmäßigen Körper handeln, der von der Sonne angestrahlt und aufgeheizt wird und dadurch Gas abgibt. Auch auf der Nacht-

seite sollten Gasausbrüche stattfinden. Diese Vorstellungen waren darin begründet, daß die nur einige Kilometer großen Kometenkern eine Koma von einigen 10^4 km aus eben diesem Gas ausbilden. Der Kern sollte, von einigen kleineren Störungen abgesehen, relativ regelmäßig sein. Auf diese Störungen hatten z. B. Radarbeobachtungen des Kometen IRAS-Araki-Alcock hingedeutet, die Anhaltspunkte für Oberflächenunebenheiten mit charakteristischen Längen größer als 10 cm brachten. Als Grundsubstanzen des Kerns wurden Wassereis, CO_2 -Eis und gesteinsartige Beimengungen vorwiegend silikatischer Zusammensetzung angenommen.

Diese Vorstellungen basierten auf spektroskopischen Beobachtungen von der Erde aus. Dabei war die innere Koma bisher sowohl in ihrer Struktur, als auch ihrer chemischen Natur nach weitgehend unbekannt. Was von der Erde aus an chemischen Verbindungen in Kometen beobachtet wurde, waren nicht die primären Muttermoleküle (die direkt von der Oberfläche kommen), sondern bereits die aus Umwandlungen hervorgegangenen, weiter außen sichtbaren Tochtermoleküle. Zur Untersuchung der dem Kern entströmenden Substanzen hatten die drei Sonden mehrere, z. T. identische Spektrometer an Bord.

Es sei erwähnt, daß die Analysen der Gesteinskomponenten die Modellvorstellungen im wesentlichen bestätigen. Im Staub fand man unterschiedliche Teilchengruppen: Partikel aus organischen Substanzen (Verbindungen mit viel H, C, O, N), Partikel mit silikatischen und organischen Anteilen (Greenberg-Partikel?) sowie direkte silikatische Partikel. Allerdings sind diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

Zu den ersten vorliegenden plasmaphysikalischen Ergebnissen ist festzustellen, daß die im Hinblick auf die Umströmung durch das Sonnenwindplasma die bisherigen auch am IKF durchgeführten Modellrechnungen bestätigen, wobei insbesondere die Rolle der Elektronenstoß-Ionisation in kernnahen Gebieten erkannt wurde. Die mit den Modellrechnungen vorausgesagte weichere Struktur der Stoßfront an den Flanken konnte z. B. durch magnetometrische Messungen ebenfalls bestätigt werden. Allerdings sind die plasmaphysikalischen Detailauswertungen noch in vollem Gange. Abschließende Ergebnisse können hier noch nicht vorgestellt werden.

Bilddaten

Für eine effektive Bildverarbeitung wird seit einiger Zeit die Falschfarbenbildbearbeitung in der Fernerkundung und zur Untersuchung astro-

*) Bearbeitete Fassung eines Vortrages an der Archengold-Sternwarte Berlin-Treptow am 17.4.1986. Unser Autor und Redaktionsmitglied ist Bereichsleiter im Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR (IKF) und nahm an der Erstausswertung der VEGA-Daten in Moskau teil.

nomischer Objekte mit Erfolg angewendet. Mit dieser Methode können aus schwarz/weiß-Aufnahmen wesentlich mehr Informationen herausgelesen werden. Der Grund liegt darin, daß das menschliche Auge nur ca. 30 Graustufen, aber 250 Farben unterscheiden kann. Werden die in schwarz/weiß-Bildern enthaltenen Graustufen nach einer Digitalisierung in Farbstufen umgesetzt, sind Details sichtbar, die vorm verborgen waren. Insbesondere sind benachbarte Graustufen dadurch deutlich darstellbar, daß sie in stark kontrastierende Farben, wie blau und rot, umgesetzt werden.

Dieses Verfahren wurde bei der Visualisierung der von den Kameras der Sonden gewonnenen Bilder verwendet, um die wegen des Streulichtes erwarteten geringen Strukturunterschiede klarer erkennen zu können.

Die für die Sonden verwendeten Kameras waren CCD-Kameras, bei denen der Bildaufbau nicht (wie z. B. in der Fernsehkamera) durch zeilenweises Abtasten erfolgt, sondern durch einzelne, in der Bildebene flächenhaft angeordnete, sehr kleine lichtempfindliche Halbleiterdetektoren (in der Größenordnung von ca. 10 µm). Die von dieser CCD-Matrix aufgenommenen und dann digitalisierten Signale wurden in einem Computer zu einem Bild zusammengesetzt.

Die Matrix bestand aus 512 × 512 Bildpunkten. Die zur Übermittlung dieser Datenmenge bei Bildfolgen in ca. 15 Sekunden Abstand notwendige Telemetrierate stand, auch im Hinblick auf die anderen Experimente, nicht zur Verfügung. Deshalb wurde bei VEGA 1 bei jedem Bild elektronisch aus der großen Matrix ein kleines 128 × 128-Element-Fenster für die Übertragung auf die Erde ausgewählt. Die Auswahl des Fensters wurde durch einen Mikroprozessor gemäß der größten Helligkeit vorgenommen. Dabei ging man davon aus, daß der Kern in diesem Gebiet zu vermuten ist. Bedauerlicherweise hat dieser Mikroprozessor bei VEGA 2 am letzten Tag unregelmäßig gearbeitet, weshalb diese Sonde im Rahmen eines anderen Arbeitsregimes nur große 512 × 512-Bilder in ca. 1,5 Minuten Abstand übertrug. Von den kernnahen Gebieten konnten so nur zwei verwertbare Bilder erhalten werden.

Wegen der hohen Relativgeschwindigkeit von 79 km/s bzw. 76 km/s bei VEGA 1 und 2 konnte nur für wenige Minuten vor und nach der engsten Begegnung damit gerechnet werden, den Kern mit genügender Detailliertheit aufnehmen zu können. Leider hatte der Kamerateil der aus einem anderen Winkel den Kern anfliegenden Giotto-Sonde bei einer Entfernung von ca. 1000 km einen Treffer eines Staubeilchens er-

halten und war deshalb in der Phase des geringsten Abstandes und in der ersten Zeit danach nicht funktionsfähig (der „passive Nutationsdämpfer“ benötigte 35 min, um den Flugkörper wieder in eine stabile Lage zu bringen; Bilder des Kometen wurden jedoch nicht mehr übermittelt). Mit den VEGA-Sonden konnte gleichermaßen Annäherung und Entfernung verfolgt werden, so daß der Kern insgesamt aus sehr unterschiedlichen Blickwinkeln erfaßt wurde. Auf den von den VEGA-Sonden ankommenden Aufnahmen auch aus den kernnahen Bereichen war der Kern selbst sehr schwer festzustellen. Es war zwar vorhersehbar, daß an der der Sonne zugewandten Seite der intensivere Auswurf an Gas und Staub erfolgt, an dem das Sonnenlicht dann am stärksten gestreut wird. Demzufolge waren auf dieser Seite der Kernumgebung die hellsten Gebiete zu erwarten. Die Bilder der Kernumgebung waren aber viel stärker asymmetrisch und zeigten, daß der Kern sehr verstärkt zur Sonne hin ausragt (s. Titelbild und 4. Umschlagseite).

Bemerkenswert war weiterhin, daß bereits auf frühen Bildern aller Sonden eine Ausbuchtung in der Kernumgebung zu erkennen war, die z. B. ein abgeplatztes Stück des Kerns oder auch eine stark gebündelte Ausgasung sein konnte. Der Vergleich von VEGA 1 und 2 aus verschiedener Perspektive zeigte dann, daß dieses Gebiet direkt zum Kometen gehört und sich nicht von ihm wegbewegte. Was diese „Nase“ genau darstellte, blieb weiterhin unklar. Es ist z. B. möglich, daß das dunklere Gebiet zwischen der Nase und dem hellsten Gebiet eine Ausbuchtung darstellt (ein sehr instabiles Gebilde!) und die Nase ein zweites aktives Gebiet anzeigt. Andererseits könnte diese Erscheinung auch dadurch entstehen, daß zwischen zwei helleren Gebieten ein Bereich geringerer Reflexion der Kernoberfläche oder ein Schattengebiet oder auch nur ein Gebiet ohne starke Ausgasung liegt. Dann wäre diese Ausbuchtung nur vorgetäuscht. Nach dem ersten Sichten der VEGA-Bilder blieb es unklar, ob der Kern durch den Schleier aus Gas und Staub überhaupt deutlich genug erkennbar ist. Mit unserem Bildbearbeitungssystem (im wesentlichen ein vom VEB Kombinat Robotron geschaffener Gerätekomplex, als dem wesentlichen DDR-Beitrag zu den VEGA-Experimenten) war es möglich, zwei oder mehrere Bilder zu überlagern. Da nun auf mehreren Bildern unterschiedlicher Spektralbereiche (Filter) in den Farbstufen unterschiedliche Details zu sehen waren, von denen nicht klar war, ob es sich um Störungen oder reale Strukturen handelt, wurde durch Bildüberlagerungen geprüft, ob sie sich auf jeweils anderen Bildern

wiederholen. Störungen müssen sich bei der Überlagerung mehrerer Bilder im Mittel auflösen, während sich reale Objekte bei Addition der Bilder ebenfalls addieren, also verstärken. Dieses Verfahren brachte die Bestätigung, daß in den Bilddaten Informationen über den Kern enthalten sind. Z. B. waren die Umrisse des Kerns, auch mit der zuvor berechneten Terminatororientierung erkennbar. (Die im Moskauer Leitzentrum anwesenden Fachleute, unter ihnen Fred Whipple, beglückwünschten uns zu diesen Ergebnissen.)

Wie schon erwähnt, gelangen von VEGA 2 im wesentlichen nur zwei, zur Untersuchung des Kerns verwertbare Aufnahmen, jedoch wissenschaftlich sehr bedeutsame Bilder der inneren Koma und kernnahen Gebiete, welche die Dynamik der kernnahen Koma besser abbildeten, als die im ursprünglichen Programm vorgesehenen Bilder.

Erste Ergebnisse

Die Form des Kometenkerns, wie sie aus dem Vergleich aller inzwischen z. T. sehr intensiv verarbeiteten Bilder resultiert, ist bemerkenswert unregelmäßig und mit einem Faustkeil vergleichbar (s. Titelbild). Die Länge beträgt ca. 15 km, der Durchmesser am dicken „Kopfende“ ca. 7,5 km und am dünnen Ende ca. 5 km. Die Ausgasung erfolgt nicht nur stark asymmetrisch verstärkt allein von der Tagessseite aus, sondern auch dort nur in relativ kleinen aktiven Gebieten, von denen viele unterschiedliche und gut identifizierbare „jets“ ausgehen. Ansonsten ist die Oberfläche relativ dunkel (Albedo rd. 5 %, wodurch der Kometenkern zu den dunkelsten Körpern unseres Sonnensystems gehört). Die Ausgasung erfolgt diffusiv durch diesen dunklen Staubbmantel hindurch. Dieser Staubbmantel ist vermutlich nur wenige Zentimeter stark. Bei seinem lokalen Abplatzen werden zeitweilig neue aktive Gebiete freigelegt, von denen dann jets ausgehen können. Der hierbei freiwerdende Staub fällt in den Randgebieten des jet wegen der (zwar geringen, aber nicht unmerklichen) Gravitation des Kerns wieder auf die Oberfläche zurück, wenn die Teilchen eine Größe von einigen Millimetern oder Zentimetern haben.

Für den weiteren Entwicklungsweg eines Kometenkerns gibt es zwei Möglichkeiten: Die Staubb Oberfläche könnte immer stärker werden und dem Kometen einen „sanften Tod“ bringen. Möglich ist auch, daß sich die aktiven Gebiete langsam durch den Kometenkern hindurchfressen und es zu Teilungsphänomenen kommt, wie z. B. bei den Kometen West und Biela beobachtet.

Die Existenz des Staubbmantels, dessen Eigenschaften ganz wesentlich die Entwicklung eines Kometenkerns beeinflussen, wurde indirekt auch mit Temperaturmessungen im Infraroten bestätigt. Die gefundenen Temperaturwerte liegen bei (330 ± 30) K und damit um über 120 K über der Sublimationstemperatur des Wassereises, wie sie aus der Ausgasungsrate des Kometen mit ca. 30 t/s folgt. Offenbar heizt sich die dunkle Staubb Oberfläche auf diese Temperaturen auf, leitet aber die Wärme schlecht nach innen weiter, da sie sehr locker gepackt ist.

Bemerkenswert ist auch, daß aus dem Vergleich der Beobachtungen am 6. 3. 1986 (VEGA 1), 9. 3. 1986 (VEGA 2) und 14. 3. 1986 (Giotto) die Lage der Rotationsachse des Kometenkerns und seine Rotationszeit von ca. 52 Stunden bestimmt werden konnten.

*

„Mir“ steht für Frieden im All

FRANK-E. RIETZ

Am 20. Februar begann eine neue Etappe in der bemannten sowjetischen Raumfahrt. Mit der mächtigen Trägerrakete „Proton“ wurde die Raumstation „Mir“ auf eine Umlaufbahn um die Erde gebracht. „Mir“ stellt eine völlig neue Art von Raumstationen dar. Als Basisblock, ausgerüstet mit einem Mehrfachkopplungsaggregat, gestattet er den Aufbau großer modularer Orbitalkomplexe. „Mir“ ist die dritte Generation sowjetischer Raumstationen. Mit Salut 1 bis 5 begann die Sowjetunion in den Jahren 1971 bis 1976 mit der Stationierung zeitweilig bemannter „Wohninseln“ im All. Durch nur eine Kopplungsmöglichkeit am Bug war allerdings die Aufenthaltsdauer und die Größe der Besatzung wesentlich begrenzt. Erst die Ausrüstung von Salut 6 und 7 mit einem weiteren Kopplungsaggregat am Heck brachte eine Steigerung der Aufenthaltsdauer. Am Heck der Station konnten Raumtransporter vom Typ Progreß andocken, Lebensmittel, wissenschaftliche Materialien und Treibstoffe für Bahnhebungsmanöver zur Station bringen. Auch der Empfang von Gastmannschaften war möglich geworden. Die Effektivität der Stationen konnte somit um ein Vielfaches erhöht werden und die Kosmonauten ein umfangreiches Langzeit-Forschungsprogramm abwickeln.

Mit „Mir“ wurden die Arbeitsmöglichkeiten erweitert. Das würfelförmige Kopplungsaggregat gestattet das Docken von fünf Raum-

flugkörpern an diese Station, wobei eine sechste Möglichkeit nach wie vor am Heck besteht.

In der üblichen Weise koppeln die Raumschiffe in axialer Richtung am Hauptkopplungsstutzen und können dann mit einem Manipulator auf einen seitlichen Kopplungsring umgelagert werden. Neuartige Raumflugkörper, als Module bezeichnet, sollen hier zum Einsatz gelangen. Sie zeichnen sich durch ihren speziellen Einsatzzweck aus. So wird der Mediziner oder Biologe im mediobiologischen Modul arbeiten, der Astrophysiker in einem Astro-Modul Sterne und ferne Galaxien beobachten, der Werkstofffachmann im Technologie-Modul neue Kompositionswerkstoffe entwickeln und der Geograph aus dem Geo-Modul die Erde fotografieren. Übrigens soll in einem derartigen Baustein eine verbesserte Version der Multispektralkamera aus der DDR zum Einsatz kommen. Mit „Mir“ beginnt der Übergang von Forschungen und Versuchen zu einer umfangreichen Produktionstätigkeit im Weltraum, betonte der stellvertretende Leiter des Kosmonauten-Ausbildungszentrums Alexej Leonow.

Neu ist an „Mir“ die in ihrer Grundkonfiguration an Salut 7 angelehnt ist, daß der Basisblock lediglich den Wohnbereich der Kosmonauten bildet und im vorderen Bereich, in der Arbeitssektion, die vollautomatisierte Kontroll- und Steueranlage untergebracht ist. Erstmals stehen den Kosmonauten sechs Appartements, ausgestattet mit Tisch, Sessel und Schlafsack, zur Verfügung. Für die sportlichen Übungen ist ein in den Boden eingelassenes Laufband sowie ein neu konstruiertes Fahrrad-Ergometer an Bord. Eine Dusche und sogar eine Sauna erhöhen den sozialen Komfort. Die großzügige Gestaltung und die Verlegung der experimentellen Arbeiten in dafür vorgesehene Module, werden die psychologischen Belastungen der Kosmonauten wesentlich abbauen.

Mit Sojus T 15 gelangte die erste Besatzung mit Kommandant Leonid Kisim (der inzwischen auf über ein Lebensjahr an Bord von Raumflugkörpern bzw. -Stationen zurückblicken kann) und Bordingenieur Wladimir Solowjow zur Station „Mir“. Sie haben die Aufgabe, die Station zu entkonservieren, die Systeme auf „Herz und Nieren“ zu testen und weitere Geräteeinheiten, die durch die Raumtransporter Progreß 25 und 26 zur Station gebracht wurden, zu installieren.

„Mir“ – Frieden, steht für das sowjetische Raumfahrtprogramm, betonen Kisim und Solowjow in einer internationalen Pressekonferenz von Bord der Station aus. Sie steht allen Ländern, die Interesse an der friedlichen Kosmosforschung haben, offen. Sie haben auch ihr

Bedauern über das Bestreben der USA geäußert, im Rahmen des „SDI“-Programms den Weltraum zum Gefechtsfeld zu machen. Es müsse alles unternommen werden, um die Schönheit der Erde, wie sie sich aus dem Kosmos darstellt, erhalten bleibt.

*

Quasare als leuchtkräftigste Phase der Galaxienentwicklung (II)

THOMAS BOLLER

Modelle der Entwicklung der LF von Quasaren

Modell 1 – Veron und Veron (1983)

Ausgehend von der von Schmidt und Green (1983) abgeleiteten lokalen LF (Leuchtkraftfunktion) postulieren Veron und Veron (1983) eine leuchtkraft- und z-abhängige LF folgender Gestalt:

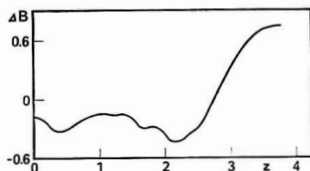
$$N(>L) = \frac{1}{\left(\frac{L'}{L_0}\right)^{2.7} + \left(\frac{L'}{L_0}\right)^{4.8}} [\text{Mpc}^{-3}]$$

mit $L' = L'(L, z) = [L_1 + (L - L_1) \cdot 10^{-z(z)}] \times 10^{-0.4 \cdot \Delta B(z)}$ und $z(z) = k \times z/(1+z) \times [1 - (z/2.3 - 1)^2]$; (für $q_0 = 0$ und $M_B \leq -24^m$). L_1 entspricht einer absoluten Helligkeit von $M_1 = -21^m$. Der Term $B(z)$ berücksichtigt den Einfluß der Emissions- und Absorptionslinien eines Quasarspektrums auf die B -Helligkeit des Objektes. Die z -Abhängigkeit dieses Einflusses ist in Abb. 7 dargestellt.

Folgende Anmerkungen zum Modell von Veron und Veron erscheinen angebracht:

1. Die Entwicklung der LF ist leuchtkraftabhängig. Leuchtkraftstarke Quasare entwickeln

Abb. 7: Korrektur der B -Helligkeit eines Quasars in Abhängigkeit von z .



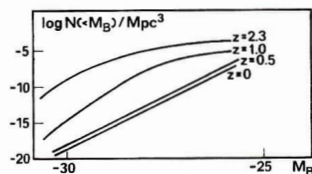


Abb. 8: Graphische Darstellung der LF von Veron und Veron (1983).

sich schneller als leuchtkraftschwache. Dies steht im Einklang mit den bisherigen Beobachtungsergebnissen der Quasarpopulation. Die leuchtkraftabhängige Entwicklung der LF ist in Abb. 8 dargestellt.

2. Die aus dem Modell resultierende $\lg(N \cdot m)$ -Beziehung stimmt gut mit den Beobachtungsergebnissen überein. Abb. 9 zeigt Rechnerimulationen und Beobachtung.

3. Das vorgeschlagene Modell der Entwicklung der LF von Quasaren ist eine rein mathematische Darstellung. Es ist physikalisch nicht untermauert und stellt somit nur eine mögliche Entwicklung der betrachteten Quasare für $M_B \leq -24^m$ und $z < 2.3$ dar.

Modell 2 – Schmidt und Green (1983)

Von dem Beobachtungshinweis ausgehend, daß die Entwicklung der LF von Quasaren von der absoluten Helligkeit M_B abhängig ist, postulieren Schmidt und Green folgenden Ansatz für die Entwicklung der LF $\Phi = \Phi(M_B, z)$:

$$\Phi(M_{B,z}) = \Phi(M_{B,0}) \times \exp \times [k(M_0 - M_B) \times \tau(z)]$$

mit: $M_0 = \text{const.}$

$$k = \begin{cases} \text{const.} & \text{für } M_B \leq M_0 \\ 0 & \text{für } M_B > M_0 \end{cases}$$

$$\tau(z) = \begin{cases} 1 - (1+z)^{-\frac{3}{z}} & \text{für } q_0 = 0,5 \\ 1 - \frac{g(z)}{g(0)} & \text{für } q_0 = (0, 0.5) \end{cases}$$

$$\text{mit: } g(z) = a(z) - \frac{1}{a(z)} - 2 \ln a(z)$$

$$a(z) = \frac{q_0^{-1} - 1 + z}{1 + z} + \left[\frac{q_0^{-1} - 1 + z}{(1 + z)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Zu diesem Ansatz der Entwicklung der LF von Schmidt und Green sind die folgenden Bemerkungen zu machen:

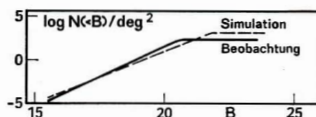


Abb. 9: Beobachtete und simulierte $(N - m)$ -Relation des Modells 1.

1. Die Entwicklung der LF ist von der absoluten Helligkeit M_B abhängig.

2. Der Exponentialansatz wurde zuerst von Rowan-Robinson (1970) vorgeschlagen.

3. Die Richtigkeit des Ansatzes kann mit den vorliegenden Beobachtungsdaten noch nicht bewiesen werden, d. h., die Anzahl der Datenpunkte in der $(z-B)$ -Ebene ist noch zu gering.

Unter dem Begriff der $(z-B)$ -Ebene versteht man die Darstellung der Ausgangsbeobachtungsdaten, also der Rotverschiebung z und der scheinbaren Blauhelligkeit B , in einem Diagramm mit der Abszisse z und der Ordinate B .

Aus den in der $(z-B)$ -Ebene verfügbaren Datenpunkten, d. h., aus den vorhandenen Beobachtungsdaten, leiten Schmidt und Green die Konstanten k und M_0 des Ansatzes ab.

Da bei einer scheinbaren Helligkeit $B \approx 21^m$ die integrale Flächendichte nur ungenügend durch die Beobachtung gestützt ist, werden die Konstanten k und M_0 für den vermuteten minimalen (30 deg^{-2}) und maximalen (60 deg^{-2}) Wert der integralen Flächendichte abgeleitet. Die Ableitung erfolgt außerdem für die Fälle $q_0 = 0.1$ und $q_0 = 0.5^*$. Daraus resultieren vier verschiedene Kombinationen für die Konstanten K und M_0 .

Folgerungen:

1. Aus den für k abgeleiteten Werten folgt, daß sich leuchtkraftstarke Objekte schneller entwickeln als leuchtkraftschwache.

2. Die Abgrenzung der Quasarpopulation am leuchtkraftschwachen Ende liegt in einem absoluten Größenklassenbereich von -20^m bis -23^m .

Für die vier verwendeten Kombinationen der Werte für q_0 und der integralen Flächendichte N erhalten Schmidt und Green folgende Werte für die differentielle lokale LF:

Mit Hilfe der abgeleiteten Parameter k und M_0 und der resultierenden lokalen LF kann die LF $\Phi(M_B, z)$ des Exponentialansatzes von Schmidt und Green berechnet werden. Für die

* q_0 ist der Beschleunigungsparameter der kosmischen Expansionsbewegung.

Tabelle 1

Parameter	$N(<21) = 60 \text{ deg}^{-2};$ $q_0 = 0.1$	$N(<21) = 30 \text{ deg}^{-2};$ $q_0 = 0.1$	$N(<21) = 60 \text{ deg}^{-2};$ $q_0 = 0.5$	$N(<21) = 30 \text{ deg}^{-2};$ $q_0 = 0.5$
M_0	-21.87	-23.26	-20.12	-22.01
k	3.13	4.19	2.18	3.14

Tabelle 2

$\log \Phi(M_{B,0})/\text{Gpc}^3 \text{ mag}$					
M_B					
-30.5	-10.12	-11.08	—	—	—
-29.5	-7.84	-8.41	-8.01	-8.97	—
-28.5	-5.97	-6.23	-5.88	-6.40	—
-27.5	-3.70	-3.75	-4.46	-4.04	—
-26.5	-1.89	-1.71	-2.32	-2.29	—
-25.5	-0.65	-0.42	-1.15	-1.04	—
-24.5	0.52	0.74	0.33	0.50	—
-23.5	1.45	1.63	1.28	1.45	—

Kombination $q_0 = 0.1$ und $N(<21^m) = 60 \text{ deg}^{-2}$ ist die lokale LF und deren Entwicklung in Abb. 10 dargestellt. Man erkennt deutlich die leuchtkraftabhängige Entwicklung der LF.

Für die vier von Schmidt und Green berechneten LF kann man nun die resultierenden $(N-m)$ -Relationen simulieren und diese mit den Beobachtungsbefunden der Quasarpopulation vergleichen. Simulierte und beobachtete $(N-m)$ -Relationen stimmen auch bei diesem Modell gut überein.

Modell 3 – Braccisi (1980)

Braccisi versucht die Beobachtungsergebnisse durch die Annahme einer reinen Dichte- bzw. reinen Leuchtkraftentwicklung der LF zu erklären. Sein Entwicklungsmodell der LF ist nur noch z -abhängig und nicht mehr leuchtkraftabhängig.

Reine Dichteentwicklung bedeutet bei Braccisi eine leuchtkraftunabhängige Verschiebung der

lokalen LF in Richtung der Dichteachse. Reine Leuchtkraftentwicklung bedeutet eine leuchtkraftunabhängige Verschiebung der lokalen LF in Richtung der Achse der absoluten Helligkeit.

Ein Kriterium für die Richtigkeit eines Modells zur Entwicklung der LF ist immer die Übereinstimmung zwischen beobachteter und berechneter $(N-m)$ -Relation. In Abb. 11 sind diese Ergebnisse dargestellt. Braccisi und Mitarbeiter ziehen daraus zwei Schlußfolgerungen:

1. Das Modell einer reinen Dichteentwicklung führt auf eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungsergebnissen.
2. Die Übereinstimmung ist im Falle einer reinen Leuchtkraftentwicklung weniger gut. Die Überprüfung eines Ansatzes zur Entwicklung der LF muß jedoch anhand von zwei Hauptkriterien erfolgen:

- Übereinstimmung der berechneten mit der beobachteten $(N-m)$ -Relation;
- Abschätzung des Beitrages zum Röntgenhintergrund.

Die sich aus der reinen Dichteentwicklung von Braccisi ergebenden Flächendichten stehen jedoch im Widerspruch zum beobachteten Röntgenhintergrund. Das zeigt sich anhand einer von Marshall (1983) vorgenommenen Abschätzung. Marshall findet außerdem, im Gegensatz zu Braccisi, daß ein Modell der reinen

Abb. 10: Graphische Darstellung der LF von Schmidt und Green (1983).

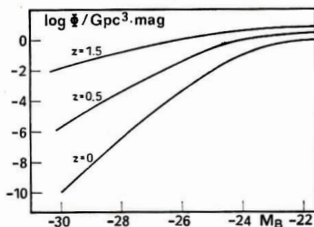
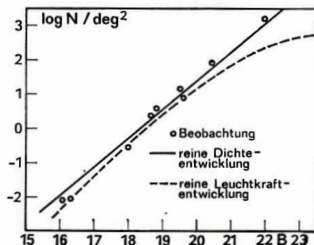


Abb. 11: Beobachtete und simulierte $(N-m)$ -Relation des Modells 3.



Dichteentwicklung nicht nur im Widerspruch zum beobachteten Röntgenhintergrund steht, sondern auch nicht mit der beobachteten ($N-m$)-Relation übereinstimmt. Eine reine Leuchtkraftentwicklung hält Marshall demgegenüber für möglich.

Interessant sind nicht so sehr die einzelnen Modelle, sondern die Erkenntnisse, die man aus ihnen ableiten kann.

1. Mehrere verschiedene Entwicklungsmodelle der LF können das gleiche Beobachtungsergebnis reproduzieren.

2. Es kann mit den vorhandenen Beobachtungsdaten nicht entschieden werden, durch welches Modell die Entwicklung der LF von Quasaren beschrieben wird.

3. Weitere Durchmusterungen von Feldern zur Vervollständigung des Datenmaterials sind unerlässlich.

4. Die theoretischen Modelle der Entwicklung der LF sollten mehr in die Diskussion einbezogen werden.

Theorie der Entwicklung der LF

Auf die Theorie der Entwicklung der LF soll hier nur kurz eingegangen werden. Interessierte Leser möchte ich auf die Veröffentlichung von Cavaliere et al. (1983) hinweisen.

Grundlage der Theorie der Entwicklung der LF bildet eine als Kontinuitätsgleichung bezeichnete partielle Differentialgleichung der Gestalt

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial L} (\dot{L}N) = S(L, t)$$

N ist dabei eine Funktion der Leuchtkraft L und der Zeit t und bezeichnet die Raumdichte von Objekten, in unserem Fall von Quasaren, pro Leuchtkraftintervall. $\dot{L}$ bedeutet dL/dt und soll explizit nur von L abhängen: $\dot{L} = f(L)$. $\dot{L}$ beschreibt hier die zeitliche Leuchtkraftänderung eines Einzelobjektes. $S(L, t)$ stellt eine Quellfunktion dar und bedeutet das Entstehen von Objekten im Raum.

Diese Kontinuitätsgleichung enthält alle die Terme, die man bei der Entwicklung der Quasarpopulation berücksichtigen muß. Der Term $\partial/\partial L (\dot{L}N)$ beschreibt die Leuchtkraftentwicklung der Quasarpopulation, der Term $S(L, t)$ berücksichtigt das „Entstehen“ von Quasaren. Lösungen der Kontinuitätsgleichung stellen mögliche mathematische Entwicklungen der LF von Quasaren dar. Mit der Kontinuitätsgleichung hat man damit ein Mittel zur sauberen mathematischen Behandlung der Entwicklung der LF von Quasaren in der Hand.

Lösungen der Kontinuitätsgleichung setzen jedoch die Vorgabe der Funktionen $\dot{L} = f(L)$ und $S = f(L, t)$ voraus. Während die Vorgabe von $\dot{L}$ aus Akkretionsmodellen als physikalisch begründet angesehen werden darf, wird S noch relativ willkürlich angegeben. Dies muß ich an dieser Stelle ohne Beweis angeben. Interessenten seien nochmals auf Cavaliere (1983) hingewiesen.

Vermutungen zur möglichen Natur von Quasaren

Während die kosmologische Natur der Rotverschiebung von Quasaren als gesichert angenommen wird, ist über ihre astrophysikalische Natur noch wenig bekannt. Zwei gegensätzliche Auffassungen werden gegenwärtig diskutiert:

● Das Quasarpheänomen ist ein Phänomen, das in den Kernen von Galaxien auftritt. Es ist den Erscheinungen in Seyfertgalaxien ähnlich, jedoch von geringerer Größenordnung. Entsprechend definiert Rowan-Robinson einen Quasar wie folgt:

Ein Quasar ist eine aktive Galaxie, in welcher der optische Kern die Galaxie überstrahlt.

● Eine zweite Auffassung geht davon aus, daß Quasare eine eigenständige Klasse astrophysikalischer Objekte darstellen, die nichts mit Galaxien zu tun haben. In diesem Fall würden ähnliche astrophysikalische Erscheinungen bei verschiedenen Objektklassen auftreten, bei Quasaren und Seyfertgalaxien.

Die größten Chancen werden gegenwärtig der ersten Annahme gegeben. Nach dieser hängt das Phänomen der Quasare mit einem anderen häufig beobachteten Phänomen zusammen, nämlich mit der Kernaktivität von Galaxien. Nach dieser Vorstellung sind Quasare nichts anderes als besonders leuchtkraftstarke Galaxienkerne. Es kann somit sein, daß in fast allen großen Galaxien ein inzwischen still gewordener Quasar sitzt.

Innerhalb dieser Auffassung werden wiederum mehrere Quasarmodelle diskutiert und zum Teil mit großer Überzeugung vertreten.

Die erste behauptet, daß es sich um riesige Schwarze Löcher handelt, die Sterne und Gaswolken in sich aufsaugen. Diese Theorie kann wohl am besten erklären, wo die erforderlichen großen Energiemengen herkommen.

Die zweite spricht von sogenannten *Magnetoiden*. Das sind supermassive Riesensterne mit starken Magnetfeldern.

Eine dritte Hypothese geht davon aus, daß ein Quasar nicht gleichmäßig in alle Richtungen strahlt, sondern seine Energie gebündelt in eine

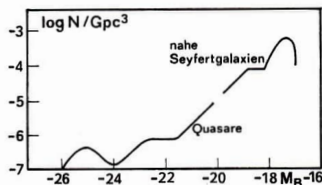


Abb. 12: LF von Quasaren und Seyfertgalaxien.

Richtung abstrahlt. Dies soll bewirkt werden durch eine Art Gravitationslinse, die durch die den Quasar umgebende Galaxie erzeugt wird.

Es gibt mehrere Hinweise, die die Auffassung stützen, daß Quasare die leuchtkraftstärkste Phase der Galaxienentwicklung darstellen:

- Die Schwierigkeit der Zusammenfassung verschiedener Klassen von kompakten Galaxien, die Aktivität zeigen, besteht darin, daß man im Falle der Seyfertgalaxie sicher ist, daß es sich um den Kern einer Galaxie handelt. Bei Quasaren ist es zunächst unklar, ob man den Kern einer Galaxie vor sich hat oder etwas ganz anderes. Deswegen vergleicht man zunächst nur die Kerne von Seyfertgalaxien mit Quasaren. Für diese Auffassung spricht, daß die Verlängerung der lokalen LF von Quasaren auf die LF der Kerne von Seyfertgalaxien führt (Abb. 12). Notni und Richter haben dies 1972 nachgewiesen.

- Bei den Seyfertgalaxien ist die Aktivität im optischen Spektralbereich erkennbar: Verbotene Linien des einfach und zweifach ionisierten Sauerstoffs, von Stickstoff, aber auch des vierfach positiv ionisierten Neons oder sogar des sechsfach positiv ionisierten Eisens erscheinen in Emission und deuten auf sehr wirksame Ionisations- und Anregungsprozesse hin. Daneben werden auch Wasserstofflinien emittiert. Die Linien weisen eine große Breite auf. Die zugehörigen Geschwindigkeiten gehen bis zu 5000 km s^{-1} .

Bei nahen Quasaren werden ähnliche Spektren beobachtet, was einen weiteren Hinweis auf die Verbindung des Quasarsphänomens mit der Kernaktivität von Galaxien darstellt.

- Man vermutet, daß in frühen kosmologischen Epochen Quasare in elliptischen Galaxien auftraten, da starke Radioquellen im allgemeinen mit großen elliptischen Galaxien oder Quasaren identisch werden.

Abschließend seien die Aufgabenstellungen genannt, die zu lösen sind, um der Frage nach der tatsächlichen Entwicklung der Quasar-

population näher zu kommen. Die Reihenfolge stellt gleichzeitig eine zeitliche Folge der Abarbeitung dar.

1. Man durchmustere weitere Felder, um das Datenmaterial zu vervollständigen.

2. Man versuche, zu leuchtkraftschwächeren Objekten ($B \approx 23^m$) vorzustoßen, da sich die meisten bereits existierenden Modelle erst bei diesen Helligkeiten wesentlich voneinander unterscheiden. Dadurch könnte eine Entscheidung zwischen vorhandenen Modellen möglich werden.

3. Man versuche, die Quellfunktion $S(L, t)$ zu bestimmen. Dies kann erfolgen durch die Anwendung der Beziehung $\partial/\partial L(L\dot{N}) = \partial/\partial t(N)$ auf die Beobachtungsdaten. Sobald Abweichungen von dieser Gleichheit auftreten, muß die Quellfunktion ungleich Null sein.

4. Man finde Lösungen der Kontinuitätsgleichung, die die Beobachtungsergebnisse reproduzieren.

Lit.: Abati and Lorenz (1984), *Astron. Nachr.* **305**, 105. – Barbieri and Rosino (1972), *Astrophys. Space Sci.* **16**, 324. – Bolton and Savage (1978), *IAU Symp.* no 79. – Braccisi et al. (1980), *Astron. Astrophys.* **85**, 80. – Cavaliere et al. (1983), *Astrophys. J.* **269**, 57. – Koo and Kron (1982), *Astron. Astrophys.* **105**, 107. – Kron and Chiu (1981), *Publ. astr. soc. Pacific* **93**, 397. – Longair and Scheuer (1970), *Monthly Notices Roy. Astr. Soc.* **151**, 65. – Marshall et al. (1983), *Astrophys. J.* **269**, 35. – Notni and Richter (1972), *Astr. Nachr.* **294**, 95. – Savage (1978), Ph.D. thesis, University of Sussex. – Savage and Bolton (1979), *Monthly Notices Roy. Astr. Soc.* **188**, 559. – Schmidt and Green (1983), *Astrophys. J.* **269**, 352. – Setti and Woltjer (1982), *Annals N.Y. Acad. Sciences* **224**, 8. – Steppe (1978), *Astron. Astrophys. Suppl.* **31**, 209. – Steppe et al. (1979), *Astron. Astrophys.* **78**, 125. – Veron and Veron (1983), *European Southern Observatory scientific preprint* no. 265. – Weistrop (1973), *Astron. Astrophys.* **23**, 215.

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen Mai/Juni 1986

Tag	Mai	Juni	Tag	Mai	Juni
1	15	7	16	11	0
2	23	0	17	13	0
3	12	0	18	22	0
4	9	0	19	27	0
5	10	0	20	23	0
6	0	0	21	30	0
7	0	0	22	27	0
8	0	0	23	20	0
9	0	0	24	24	0
10	0	8	25	22	8
11	0	0	26	25	0
12	0	0	27	18	0
13	0	0	28	18	0
14	0	0	29	17	0
15	9	0	30	13	0
			31	10	
Mittel			13,1	0,8	

A. KOECKELNBERGH

Teilkomplettiertes Satellitensystem des Uranus

Prognosestand bis Ende 1985*

MANFRED REICHSTEIN

Bereich Miranda bis Oberon

Bisher bekannt: 5 Monde im Abstandsspielraum von 130 000 bis 586 000 km (vgl. Abb.). Abgeleitete Massen bei Dichte um $1,3 \text{ g/cm}^3$ sollen bei $2 \times 10^{19} \text{ kg}$ (= Miranda) bis $3 \times 10^{21} \text{ kg}$ für Titania und Oberon liegen (sehr unsicher). Nach Brown 1984 und Veillet 1983 soll die Dichte (von Miranda abgesehen) bei den ferneren Uranusmonden höher sein können, evt. 2,5 bis 2,7 bei Titania und Oberon.

Mögliche Auffüllung

Nach Erfahrungswerten beim Jupiter- und Saturnsystem sind zur Zeit vorrangig neue Mondpositionen dort zu erwarten, wo sich dadurch Umlaufzeitverhältnisse zu den Nachbartrabanten von 1:2 oder 2:3 ergeben.

Für die (2:3)-Resonanzen, auf die ich teilweise auf Seite 126 von *Astronomie und Raumfahrt*, Heft 6/1985 eingegangen bin, nenne ich ergänzend die Abstände von

76 000 km
99 000 km
330 000—350 000 km sowie
768 000 km

*) Dr. M. Reichstein schrieb das Manuskript für AuR bereits am 18. 1. 1986 und übersandte es uns unter diesem Datum zusammen mit einem Begleitbrief, aus dem wir mit seiner freundlichen Erlaubnis zitieren:

.... Angeregt durch die Entdeckung eines neuen Uranus-Mondes, von dem ich etwa um den 10. Januar erfuh und der inzwischen provisorisch U₁ 85 benannt wurde, wollte ich ... kurz schreiben, um ... zum Satellitensystem des Uranus einige ergänzende Bemerkungen zu machen. Ich hatte ja auf Seite 126 des Heftes 6/1985 Ihrer Zeitschrift auf weitere mögliche Monde des Uranus aus Resonanzgründen - speziell in der Nähe einer Bahn mit ± 6 Tagen Umlaufzeit - aufmerksam gemacht.

Die üblichen Abhaltungen ... ließen dieses Vorhaben vorübergehend verfallen, bis ich durch die nächsten Pressemeldungen endgültig motiviert wurde, Ihnen nunmehr wenigstens in Kurzform einige ergänzende Informationen zum Uranussystem zu schicken.

Noch hat die Voyager-Sonde den Uranus nicht passiert, und noch kenne ich selbst keinerlei Bahnparameter über die inzwischen entdeckten, bis jetzt insgesamt sieben neuen Uranusmonde. Von den letzten sechs, also U 1 bis U 6/86, erfuh ich ebenfalls durch eine Pressemeldung, u. zw. durch das heutige ND vom 18./19. Januar. Aus Zusatzinformationen geht daraus noch hervor, daß die neuen Monde alle mehr oder weniger 320 bis 400 km Durchmesser haben sollen und daß man - wie Agenturen berichten - mit insgesamt 30 Monden im Uranussystem rechnet. (Wie sich später herausstellte, sind die Durchmesser der neuen Uranusmonde in Wirklichkeit viel geringer, denn sie liegen nach den neueren Angaben nur

als besonders „höfliche“ Bereiche, wo also neue Satellitenfunde weniger überraschen sollten.

Dabei deckt sich die uranusnahe Umlaufbahn eines Satelliten im 76 000 km-Abstand (fast) mit dem schon von R. French geforderten Satelliten, der im Abstand von rund 3 Uranus-Radien als $\pm 200 \text{ km}$ -Körper hier kreisen soll. French postulierte diesen Mond als Hauptverursacher der „perturbations“ im äußersten Ring der Mittelgruppe (= 8. Ring von innen, auch Deltaring genannt). 1985 wurden hier auch von Elliot durch Vergleich von Sternbedeckungen Schwankungen in der Breite des Deltarings erkannt (maximale Breite jetzt etwa 20 km).

Kleinmonde (moonlets) im Ringbereich des Uranus

Entsprechend den Bedingungen im äußeren Schmalring-Bereich Saturns (besonders F-Ring) werden schon seit einiger Zeit auch für die „dünnen“ Uranusringe flankierende Monde erwartet. Nach Goldreich und Tremaine mindestens 10, die aber alle wegen des Aufenthalts innerhalb der Rocheschen Grenze von nur geringer Größe (kaum einige 10 km im Durchmesser) sein sollten.

Nach den ersten Informationen über die Durchmesser von 300 bis 400 km für U 1 bis U 6/86 sollten diese Monde eigentlich nicht für solche Positionen innerhalb der Rocheschen Grenze infrage kommen.

zwischen 20 bis etwa 160 km, - Die Red.) Ich selbst wollte Ihnen nach meinen speziellen Literaturstudien und einigen möglichen Analogieschlüssen zum Saturnsystem nicht ganz so viele mögliche oder wahrscheinliche Monde für das Uranussystem als Bilanz nach Voyagers Nearencounter anbieten, doch wollte ich mich dabei natürlich auf keine endgültige Zahl festlegen.

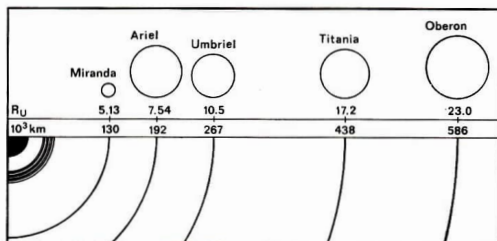
Über die Gesamtzahl zu spekulieren, ist auch völlig überflüssig. Was mich dennoch, sozusagen 5 Minuten vor 12, noch bar jeglicher Informationen über die Bahnverhältnisse der neuen Monde zu den folgenden Darstellungen reizt, ist der nur jetzt noch mögliche unbefangene Test, ob, bzw. bis zu welchem Grade auch das Uranussystem regelrecht nach den jüngeren und jüngsten Erkenntnissen der Planetologie aufgebaut ist. Daß das Uranussystem so, wie es bisher bekannt war, mit den postulierten Satellitenmassen unerklärliche Störungen und gegenseitige Beeinflussung der Satelliten auswies, hat ja in den letzten Jahren vor allem Dermott (z. B. 1984/2 Astr. Abstr. 101.034) mit seinen Kollegen mehrfach herausgestellt. Man könnte also fast sagen, es geht mir hier für den Prüfungsfall darum, das Satellitensystem des Uranus im Gedankenexperiment so aufzufüllen, daß alle „Schwingungen im Gefüge“ besser harmonisieren.

Was sich da an möglichen Bahnkorridoren für größere und kleinere Satelliten nach dem Endstand der Uranus-Vorerkundung bis 1985 vermuten läßt, sei ... wenigstens in den Hauptzügen zusammengestellt.

Ich bin gespannter Erwartung, wie ähnlich oder wie anders die Trabantenfolge des bleichen Uranus nun wirklich aussieht.“

Abb. 1: Die Uranusmonde.

(Aus: P. Moore, Atlas des Planetensystems; 1985)



Außenbereiche des Uransystems

Die uranuserfernen Räume außerhalb der Bahn des Oberon, also jenseits von 600 000 km Entfernung, sehe ich als das Hauptreservoir für weitere Mondentdeckungen an. Hier sollten sich eventuell auch die relativ größten Objekte vom Typ U 1 bis U 6/86 finden lassen. Und es sollte nicht verwundern, wenn in Distanzen über 1 bis 2 Mill. km die resonanten Beziehungen immer undeutlicher werden.

Entsprechend der Massen-Abstands-Beziehung des Uranus zur Sonne reicht sein „gravitatives Hoheitsgebiet“ mit rund 50 Mill. km ja ähnlich weit in den Raum, wie das des Jupiters; und damit wären wohl bis mindestens 20 Mill. km Abstand vom Uranus Trabanten über Jahrmilliarden verweilfähig. Zahlenangaben über mögliche Satelliten in solchen Distanzen wären wohl zu diesem Zeitpunkt viel zu spekulativ. Allerdings glaube ich auch, daß sich selbst mit Voyager hier nur eine recht unvollständige erste Bestandsaufnahme vollziehen läßt.

Ko-orbitale Kleinmonde

Ebenfalls auf der Basis der Erfahrungen im Saturnsystem glaubt man, auch auf die mögliche Existenz evtl. sogar zahlreicher ko-orbitaler Kleinmonde im Uransystem schließen zu können (1984 bereits von Dermott diskutiert).

Die Erfahrung muß zeigen, inwieweit die Lagrangepunkte L_4 und L_5 vor allem der bisherigen fünf Uranusmonde ähnlich den Verhältnissen bei Mimas, Tethys oder Dione des Saturnsystems auch von Kleinkörpern besetzt sind.

(Anmerkung der Red.: Eine tabellarische Übersicht zum Satellitensystem des Uranus bringen wir in einem der nächsten Hefte.)

Zum Aufbau des Sonnensystems

ERICH LITZROTH

Leider können wir den Beitrag unseres Autors aus technischen Gründen erst jetzt veröffentlichen, obwohl uns das Manuskript bereits Anfang April 1985 vorlag. Viele Leser werden die von AuR bereits früher veröffentlichten Arbeiten E. Litzroths kennen. Auch bei dem vorliegenden Aufsatz sind sich Autor und Redaktion bewußt, daß es sich um Standpunkte des Autors handelt die noch keineswegs anerkannte, gültige Lehrmeinung sind. Die hier geäußerten Gedanken und Prognosen können u. E. der weiteren Diskussion der angesprochenen Probleme und Fragenkomplexe nur nützen.

Wir weisen auch darauf hin, daß der Autor durchaus nicht dem Lager der Professionellen, vielmehr dem Lager der Amateure zugehörig ist.

Die Red.

Die Masse der Zentralkörper und die kinematische Struktur ihrer Satellitensysteme

Außer der Sonne als Zentralkörper des Planetensystems sind auch die großen Planeten Jupiter, Saturn und Uranus Zentralkörper mehrgliedriger Satellitensysteme. Diese Mondsysteme weisen dieselben himmelsmechanischen Merkmale auf, wie wir sie vom Planetensystem her kennen:

- die kreisnahe Ellipsenform der meisten Satellitenbahnen ($e < 0,1$),
- die Übereinstimmung der einzelnen Bahnebenen und der Äquatorebene des zugehörigen Zentralkörpers ($\Delta i < 4^\circ$, Sonne 7°),
- der gleiche Drehsinn der Zentralkörper und des Umlaufs der Satelliten.

Diese Merkmale, die zugleich ein Kriterium für „reguläre“ Satelliten sind, wurden schon vor zwei Jahrhunderten erkannt und zählen seitdem zu den Grundprämissen kosmogonischer Theorien. Schwieriger ist es, das strukturelle Anordnungsprinzip der Satelliten innerhalb

ihrer Systeme herauszufinden. Solange es noch nicht gelingt, die Anordnung aus kosmogonischen Theorien physikalisch widerspruchsfrei und überzeugend abzuleiten, sind wir darauf angewiesen, dem Gliederungsprinzip durch Analyse der wirklichen Verhältnisse auf die Spur zu kommen, in der Hoffnung, daß damit auch eine physikalische Ableitung und Begründung erleichtert wird.

Anordnungsregeln gibt es zwar viele – hier sei nur an Keplers „Mysterium Cosmographicum“ und an die berühmte Titius-Bode-Abstandsregel für die Planeten erinnert (vgl. AuR 6/1985) – doch diese Regeln sind entweder ungenau, nicht signifikant oder nicht auf alle Mehrfachsysteme anwendbar. Mit vielgliedrigen Formeln läßt sich natürlich jede gewünschte Genauigkeit erreichen. Doch hängt die Relevanz einer empirischen Formel auch noch wesentlich von ihrer mathematischen Einfachheit, physikalischen Deutbarkeit und generellen Anwendbarkeit auf alle Varianten einer Naturerscheinung sowie von der Erklärbarkeit von Abweichungen ab. Diese Forderungen werden von der im folgenden vorgestellten Strukturformel weitgehend erfüllt.

Im allgemeinen wird der Begriff „Anordnung“ mit der anschaulichen, räumlichen Struktur gleichgesetzt. Im Fall der Planetenanordnung wurden deshalb meistens die Beziehungen der Bahnabstände untersucht. Ein Vergleich der gravitationsabhängigen Parameter und eine Differenzanalyse der Mehrfachsysteme ergab jedoch, daß sich mit den kinematischen Werten die einfachsten und damit eindeutigsten Verhältnisse ergeben müßten [1], [2].

Entsprechend der Kepler-Newton-Beziehung $v = \sqrt{GM/a}$ hat ein Satellit eine umso höhere Geschwindigkeit v , je geringer sein Abstand a zum Zentralkörper der Masse M ist (G = Gravitationskonstante). Aus dem Gesetz läßt sich zwar sehr genau die Geschwindigkeit als Funktion der großen Halbachse bestimmen, also

Tabelle 1: Geschwindigkeiten der Planeten

v = wirkliche, v_i = berechnete (in km/s)

$M_{\text{S}} = 1,988 \cdot 10^{30}$ kg

i	Planet	v	v_i
—1	Pluto	4,7	4,8
0	Neptun	5,4	5,5
1	Uranus	6,8	6,8
2	Saturn	9,6	9,6
3	Jupiter	13,1	13,1
4	Planetoiden	18,5	18,6
5	Mars	24,1	24,1
6	Erde	29,8	29,7
7	Venus	35,0	35,2
8	Merkur	47,9	—

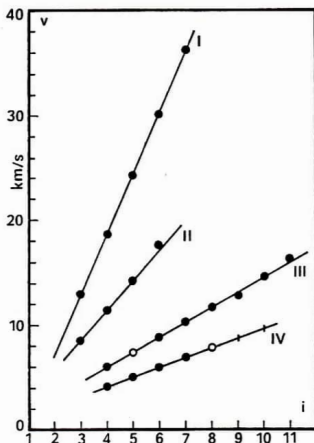


Abb. 1: Mittlere Bahngeschwindigkeiten v der Planeten und Monde. Planetensystem (I, ohne $i < 3$), Satellitensystem des Jupiters (II), Saturns (III) und Uranus (IV); i = Ordnungsnummer.

$v = f(a)$, jedoch nicht die Geschwindigkeitsstufung an sich. Das wird erst möglich, wenn man untersucht, wie sich die Geschwindigkeit von Satellit zu Satellit ändert, also in Abhängigkeit von der Ordnungsnummer i der Satelliten, d. h. durch $v = f(i)$.

Trägt man über der Reihenfolge der regulären Satelliten ihre mittleren Bahngeschwindigkeiten auf, so bietet sich das überraschende Bild einer Schar von Geraden (Abb. 1). Das Geschwindigkeitsdiagramm zeigt evident, daß die meisten Satelliten in gleichmäßigen Geschwindigkeitsabständen angeordnet sind, so daß sich die lineare Struktur der Systeme durch die einfache Reihenformel

$$v_i = d(i + i_0) \quad (1)$$

beschreiben läßt, wobei d eine systemspezifische Geschwindigkeitsdifferenz darstellt. Die gleichmäßige Stufung geht in den Systemen von den relativen Großsatelliten aus ($i = 3/4$) nach innen. Im Planetensystem sind demnach die äußeren Planeten Saturn bis Pluto anscheinend in fast gleichen Bahnabständen bzw. in degressiven Geschwindigkeitsabständen angeordnet. Der Zu-

Tabelle 2: Geschwindigkeiten der regulären Monde der Satellitensysteme des Jupiter, Saturn und Uranus
 v – wirkliche, v_1 – berechnete (in km/s)

Jupitersystem $M_{J_0} = 1,9 \cdot 10^{27}$ kg				Saturnsystem $M_{S_0} = 0,509 \cdot 10^{27}$ kg			Uranussystem $M_{U_0} = 0,087 \cdot 10^{27}$ kg		
i	Mond	v	v_1	Mond	v	v_1	Mond	v	v_1
3	Kallisto	8,2	8,2	Japetus	3,3	(4,3)	Oberon	3,2	2,8
4	Ganymed	10,9	11,0	Titan	5,6	5,7	Titania	3,7	3,7
5	Europa	13,7	13,7	—	—	7,1	Umbriel	4,7	4,7
6	Io	17,3	16,5	Rhea	8,5	8,5	Ariel	5,5	5,6
7				Dione	10,0	10,0	Miranda	0,7	0,6
8				Tethys	11,4	11,3	U0?	7,5	7,5
9				Enceladus	12,6	12,8	X ₁	?	8,4
10				Mimas	14,3	14,2	X ₂	?	9,4
11				Janus AB	15,8	15,6			

sammenhang zwischen beiden Reihen ist durch den Parameter d gegeben, dessen Wert in beiden Fällen gleich ist.

In den Mondsystemen befinden sich nur Japetus und Oberon außerhalb des linearen Bereichs. Merkur, Pluto und Japetus zählen nach den obigen Kriterien nicht zu den regulären Satelliten.

Der markante „Strukturknick“ bei den Großsatelliten scheint auf den Einfluß großer Massekonzentrationen bei der Strukturbildung hinzuweisen. Noch auffälliger ist dieser Zusammenhang beim Vergleich der Lage und Steigung der einzelnen Geraden im Geschwindigkeitsdiagramm mit den Massen der Zentralkörper, denn je tiefer die Lage und je flacher die Steigung einer Geraden ist, desto kleiner ist auch der zugehörige Zentralkörper.

Beim Versuch, hier eine quantitative Korrelation zu finden, stößt man auf eine enorme Disproportion: Beträgt das Masseverhältnis zwischen Jupiter, Saturn und Uranus etwa eine Zehnerpotenz, so fällt die Sonne mit 1000 fach größerer Masse völlig aus dem Rahmen. Da es sich bei der Entstehung der Anordnung um einen evolutionären Prozeß mit den verschiedenartigsten Einflüssen und Veränderungen handelt, erhebt sich die Frage, ob hier überhaupt mit einer qualitativen Gleichwertigkeit der Zentralmassen gerechnet werden darf.

Nachweislich hat sich die Masse der Sonne seit ihrem Bestehen infolge von Kernprozessen, Sonnenwind oder einfallender Materie nur unwesentlich verändert. Dagegen kann der Masseverlust der protoplanetaren Körper, besonders an leichtflüchtigen Substanzen, durch energetische Prozesse, wie Sonnenstrahlung, Erwärmung infolge Verdichtung, Reibung oder Radioaktivität, sehr groß gewesen sein. Die präplanetare Masse betrug nach Schätzungen das 10- bis 1000fache der heutigen Planetenmasse. Während der großen Masseänderung entstanden

die Satellitensysteme. Somit sind für das Planetensystem und die Mondsysteme unterschiedliche Strukturformeln erforderlich.

Für die drei großen Mondsysteme läßt sich die Korrelation zwischen dem strukturellen Parameter d und der Masse M des entsprechenden Planeten durch die einfache Beziehung

$$d_m = 0,848 + z \cdot M \quad (2)$$

angeben. Die erste Zahl könnte eine kosmogonisch bedingte Dispersionskonstante darstellen; die Größe z ist eine Proportionalitätszahl und beträgt

$$\text{für die Planeten } z_p = 10^{-22} \left(\frac{\text{km/s}}{\text{kg}} \right),$$

$$\text{für die Sonne } z_s = 2,36 \cdot 10^{-36} \left(\frac{\text{km/s}}{\text{kg}} \right).$$

Die ursprüngliche Proportionalität der Struktur blieb bei Massereduzierung erhalten, denn nach E. W. Brown gilt bei Änderung der Masse $Ma(1 - e^2) = \text{const.}$, bei Konstanz der Exzentrizität $Ma = \text{const.}$ und wegen $a = GM/v^2$

$$Ma = \frac{GM^2}{v^2} \triangleq \frac{M}{v} = \frac{M}{\Delta v} = \text{const.}$$

Nach Bestimmung von i_0 durch Regressionsanalysen ergibt sich für die *Mondsysteme* die einfache Strukturformel

$$v_i = d_m \cdot i \text{ (km/s)}, \quad (i \geq 3) \quad (3)$$

für das *Planetensystem*

$$v_i = d_m \cdot (i - 0,664) \text{ (km/s)}, \quad (i \geq 3) \quad (4)$$

$$v_i = d_m \cdot (1 - i/3)^{-0,5} \text{ (km/s)}, \quad (i < 3) \quad (5)$$

Die mit (2) und (3) für die Satellitensysteme des Jupiter, Saturn und Uranus und mit (2), (4) und (5) für das Planetensystem errechneten Geschwindigkeitswerte v_i sowie die wirklichen Werte v sind in Tabelle 1 und 2 aufgeführt. Eine merkbare Differenz tritt nur bei Io auf und ist anscheinend eine Folge energiedissipa-

tiver Resonanzwirkungen (Vulkanismus) auf Kosten des Bahnpotentials. Die Lücke im Saturnsystem bei $i = 5$ könnte durch Störungen des Riesenmondes Titan entstanden sein. Im Uranussystem „warten“ U6, der bisher nur aus Störungen berechnet wurde [3], und Minimonde oder Ringe bei $i = 9$ und 10 auf ihre Entdeckung durch Voyager 2.

Die relative Gesamtabweichung Δ zwischen den realen und theoretischen Werten beträgt noch nicht 1 %. Dieses bisher unerreichte Ergebnis auf Grund einfachster Reihenformeln, die im wesentlichen nur noch von den Zentralmassen bestimmt werden, spricht für sich und ist ein starker Hinweis auf die kosmogonische Relevanz der Geschwindigkeitsstrukturen.

Die materielle Struktur der Satellitensysteme

Das auffälligste Merkmal der materiellen Struktur des Planetensystems und der Mondsysteme der großen Planeten ist die gruppenweise Gliederung in erdartige und jupiterartige Planeten, bzw. in Gesteins- und Wasser-Eis-Monde. Untersuchungen des Autors über die Struktur des Planetensystems und der vielfältigen Mondsysteme der Planeten Jupiter, Saturn und Uranus ergaben, daß weitere physische Hauptmerkmale bestehen, die geeignet sind, neues Licht in das kosmogonische Dunkel zu bringen [1], [2].

Betrachten wir zunächst ein regelmäßig aufgebautes Satellitensystem, das *Mondsystem des Saturn*. Es ist ziemlich umfangreich und besteht nur aus einer „Sorte“ von Monden, aus Eismonden. Dadurch lassen sich Tendenzen in der physischen Systemstruktur leichter erkennen. In Anlehnung an die Untersuchungsergebnisse über das kinematische Ordnungsprinzip in den Systemen sind an der Abszisse des Diagramms (Abb. 2) die Anordnungsstellen nach den Geschwindigkeiten der Monde mit deren Kurzbezeichnung angegeben und darüber ihre Durchmesser markiert. Die Durchmesser wurden als physische Kenngröße gewählt, weil ihre Werte zuverlässiger sind als die der Mondmassen.

Das Diagramm zeigt visuell, was schon früher festgestellt wurde, daß die Satelliten innerhalb der Bahn des Riesenmondes Titan in gleichmäßigen Geschwindigkeitsabständen angeordnet sind [1]. Die gleichmäßigen Anordnungsstufen gehen bis in das Ringsystem und fallen dort mit den Mitten der Hauptringe zusammen. (Die Lücke im B-Ring wurde erst 1981 mittels Radar entdeckt. [4])

Die Haupttendenz in der physischen Struktur des Saturnsystems ist klar erkennbar: Die Größe

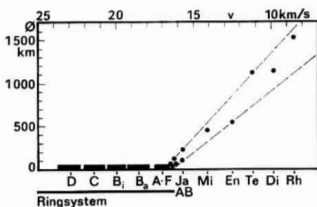


Abb. 2: Geschwindigkeiten v und Durchmesser $\varnothing$ der Saturnmonde innerhalb der Titanbahn.

der Monde nimmt im System von außen nach innen ab. Der wahrscheinlichste Streubereich ist durch Strichlinien eingegrenzt. An der Stelle, wo der Durchmesser statistisch Null wird, beginnt das Ringsystem. Ring- und Mondsystem sind also nur in ihrem äußeren Erscheinungsbild zwei verschiedenartige Phänomene – nach der Systemstruktur gehören sie zusammen. Das zeigt sich auch im Übergangsbereich, wo sich mehrere massearme Objekte auf fast gleichen Bahnen bewegen (S14/15, S13/F-Ring, Janus AB) und damit das Ring- und Mondprinzip vermengen.

Die Außengrenze des A-Ringes liegt am äußeren Rand der Rocheschen Zone, in der ein (nicht-fester) Körper der Dichte $0,9 \text{ g/cm}^3$ (Dichte der kleinen Eismonde) durch das differentielle Kraftfeld des Zentralkörpers aufgelöst wird. Die Kraftwirkung hört natürlich außerhalb der Zerstörungszone nicht auf, sondern zeitigt nur ein anderes kosmogonisches Resultat: die nach dem Kraftzentrum hin abnehmende Größe der Monde. Die Singularität am „Nullpunkt“ der Durchmesser stellt somit einen dialektischen Sprung in der Strukturierung der Systeme dar. Im Diagramm fällt noch eine bisher unbeachtete Erscheinung auf: Von den zehn im Diagramm enthaltenen Monden können acht wegen ihrer ähnlichen Größe und nachbarlichen Anordnung als Paare angesehen werden; und zwar S14/15, Janus AB, Mimas/Enceladus, Tethys/Dione und – in der nachbarlichen Anordnung durch Titan gestört – Rhea/Japetus. Die Komponenten eines Zwillingspaars unterscheiden sich zwar etwas in der Größe, doch sind die Unterschiede zwischen den Paaren entschieden größer. Der Zwilling- bzw. Paarbegriff soll hier die Ähnlichkeit der materiellen Hauptmerkmale, der Größe und Hauptsubstanz, im Vergleich zu den nächsten Nachbarkörpern kennzeichnen, nicht aber eine bis ins Detail gehende Übereinstimmung z. B. der Atmosphären oder Oberflächen.

Die paarweise Anordnung ist im *Uranussystem*

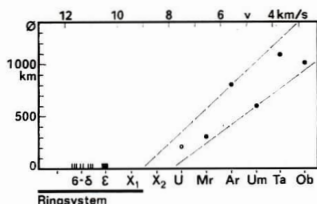
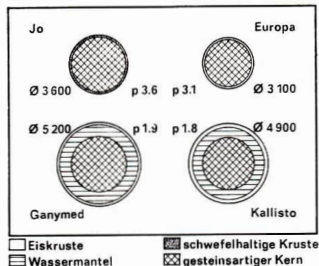


Abb. 3: Geschwindigkeiten v und Durchmesser $\varnothing$ der Uranusmonde.

Abb. 4: Der innere Aufbau der Galileischen Jupitermonde. Durchmesser $\varnothing$ in km, Dichte ρ in g cm^{-3} . Nach M. Reichstein, in: *Sterne* 57 (1981) 13.



noch deutlicher zu erkennen, denn innerhalb eines jeden Paares kehrt sich hier die Grundtendenz der Größenstufung sogar um (Abb. 3). Mit dem aus Störungen errechneten Mond U6 [3] gäbe es bis jetzt drei Mondpaare. Die angegebenen Durchmesser der Uranusmonde sind noch unsicher. Neuere Werte des Mauna-Kea-Observatoriums differieren zwar zu den bisherigen, doch die Paarigkeit tritt bei ihnen noch deutlicher hervor.

Über die substantielle Beschaffenheit der Uranusmonde ist noch zu wenig bekannt, und man kann nur hoffen, daß Voyager 2 bei der Passage des Uranussystems 1986 unser Wissen darüber erweitern wird. Vielleicht werden außer U6 auch an den Stellen X_1 und X_2 (Bahnradius $r_1 \approx 66$, $r_2 \approx 82$ (10^3 km)) noch Ringe oder Kleinstmonde entdeckt.

Im Jupitersystem entfallen 99,99 % der gesamten Satellitenmasse auf die vier großen Galileischen Monde. Ihre nach neuesten Erkenntnissen modellierte Innenstruktur bestätigt in eindringlicher

Weise die paarweise Zusammengehörigkeit von Io-Europa und Ganymed-Kallisto (in Reihenfolge nach außen) (Abb. 4). Innerhalb der Paare tritt wieder die merkwürdige Umkehrung der generellen Größtentendenz auf, wie wir sie schon vom Uranussystem her kennen.

Diese merkwürdige Erscheinung kann wegen ihres systematischen und paarweisen Auftretens kaum auf einer Häufung zufälliger Streuungen beruhen. Eine plausible Erklärung scheint möglich, wenn man annimmt, daß die fallende Größtentendenz zum Systeminneren eine Folge von Masseverlusten bereits existierender, größerer Protomonde war, die durch entfernungsabhängige, energetische Einwirkungen des Zentralkörpers verursacht wurden. Wenn die Paare unter diesen Bedingungen zunächst Satelliten-Doppelsysteme bildeten, so unterlagen die beiden Komponenten eines Systems durch ihr Umeinanderkreisen längere Zeit abwechselnd den gleichen Einwirkungen des Zentralkörpers und erlitten demzufolge einen ähnlichen Masseverlust, der sich jedoch wegen der Entfernungsabhängigkeit von der Verlustrate anderer Doppelsysteme stark unterscheiden mußte. Zugleich dehnten sich die Doppelsysteme allmählich aus, ihre Umdrehungszeit verlängerte sich, bis sie mit der Umlaufzeit um den Zentralkörper übereinstimmte. Beim schließlich „kraftlosen“ Auflösungsvorgang des Doppelsystems mußte aus himmelmekanischen Gründen, deren Erläuterung hier zu weit führen würde, die leichtere, zuletzt innenlaufende Komponente auf die äußere Bahn gelangen und umgekehrt, was die Umkehrung der Größenstufung erklären würde.

Falls die Körper bis dahin noch nicht die nötige Konsistenz erlangt hatten, ging ihr „Verschleiß“ an leichtflüchtigen Substanzen noch eine Weile weiter, so daß die Größenumkehrung evtl. wieder ausgeglichen wurde (Saturnmonde). Im Jupitersystem unterlag die Io den nun ständig höheren energetischen Wirkungen des nahen Jupiter, was zum völligen Verlust ihrer restlichen Wasserhülle und zum Vulkanismus führte.

Betrachten wir zum Schluß die physische Struktur des Planetensystems. Die bekannte Zerteilung in erdartige und jupiterartige Planeten kann durch eine feinere Unterteilung systematisch fortgesetzt werden. Jede dieser Gruppen besteht nämlich wiederum aus zwei Untergruppen mit feineren Unterschieden; und endlich enthält jede dieser Untergruppen wieder zwei ähnliche Teile. Diese stets zweiteilige Gruppierung führt konsequenterweise auf ein duales Strukturschema (Abb. 5).

Die erdartigen Planeten lassen sich untergliedern in die Eisenplaneten mit dem Planetenpaar

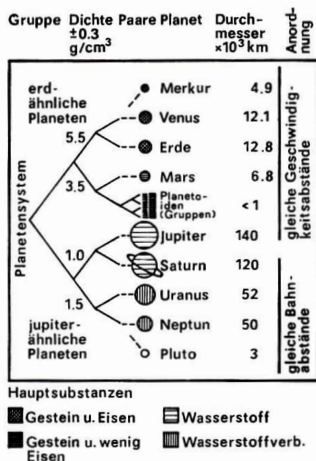


Abb. 5: Strukturschema des Planetensystems.

Venus und Erde, deren Dichte bei 5,4 g/cm³ liegt, und in die überwiegend aus Gestein bestehenden kleineren Planeten mit Dichten von etwa 3 bis 4 g/cm³. Der jupiterähnliche Hauptzweig enthält die großen Planeten mit geringeren Dichten (0,7 bis 1,6 g/cm³) und differenziert sich in einen Zweig mit den riesigen Wasserstoffplaneten Jupiter und Saturn sowie in einen Zweig der aus Wasserstoffverbindungen, wahrscheinlich überwiegend aus Wasser bestehenden Zwillingplaneten Uranus und Neptun. Die Paarung Mars-Planetoiden, die gut in das Dualschema paßt, beruht zunächst nur auf der Substanzähnlichkeit, denn die Frage der ursprünglichen Gesamtmasse und der Entstehung der Planetoiden ist noch ungeklärt. Als „Einzelgänger“ bleiben nur noch die mondgroßen Planeten Merkur am Innenrand und Pluto am Außenrand des Planetensystems übrig. Ihre auffallend geringe Größe gegenüber ihren Nachbarn und ihre Abweichung von den Hauptmerkmalen der regulären Planeten durch ihre stark exzentrischen und geneigten Bahnen weisen auf große Störungen während der frühen Entwicklung hin, was bereits Anlaß zu der Vermutung gegeben hat, daß sie evtl. gar keine ursprünglichen Planeten, sondern ehemalige

Monde ihrer großen Nachbarn gewesen sein könnten. Bedenkt man die komplizierten Verhältnisse und gegenseitigen Störungen in der Zeit der Doppelsysteme, so ist diese Vermutung nicht allzu abwegig.

Trotz dieser geringen Unregelmäßigkeiten in der Dualstruktur, die zudem nur relativ kleine Körper betreffen, überwiegt auch im Planetensystem die paarweise Gliederung. Natürlich darf man nicht erwarten, daß die ursprünglichen materiellen Verhältnisse während der Milliarden Jahre während der Entwicklung unverändert erhalten geblieben sind. Vielmehr ist anzunehmen, daß besonders in der ersten Entwicklungszeit durch die verschiedenen starke Erwärmung der Protoplaneten und -monde unterschiedliche Verluste an leichtflüchtigen Substanzen eingetreten sind, so daß mit Abweichungen von der idealen Paarigkeit gerechnet werden muß.

Trotzdem ist bei einem Vergleich aller Systeme die Anordnung ganzer „Ketten“ von Paaren nicht zu übersehen. Die physikalischen Ursachen dieser Dualstruktur, die in gewisser Hinsicht an die stellaren und galaktischen Doppel-, Mehrfach- und besonders Kettenstrukturen erinnern, sind noch unbekannt. Ihre Aufdeckung wird eine interessante Aufgabe der künftigen Forschung sein und sicher zu völlig neuen Erkenntnissen in der Kosmogonie führen.

Lit.: [1] Litzroth, E.: Das Gliederungsprinzip des Sonnensystems. AuR 17 (1979) 3, 74. – [2] ders.: Eine Analyse der geometrischen, kinematischen und materiellen Struktur des Sonnensystems. Gerlands Beitr. Geophys. 92 (1983) 509. – [3] Steigmann, G. H. in: Monthly Not. roy. astron. Soc. 186 (1976) 4, 19. – [4] Ostro, S. J. u. a.: Radar-Observations of Saturn's Ring. Icarus 49 (1982) 367.

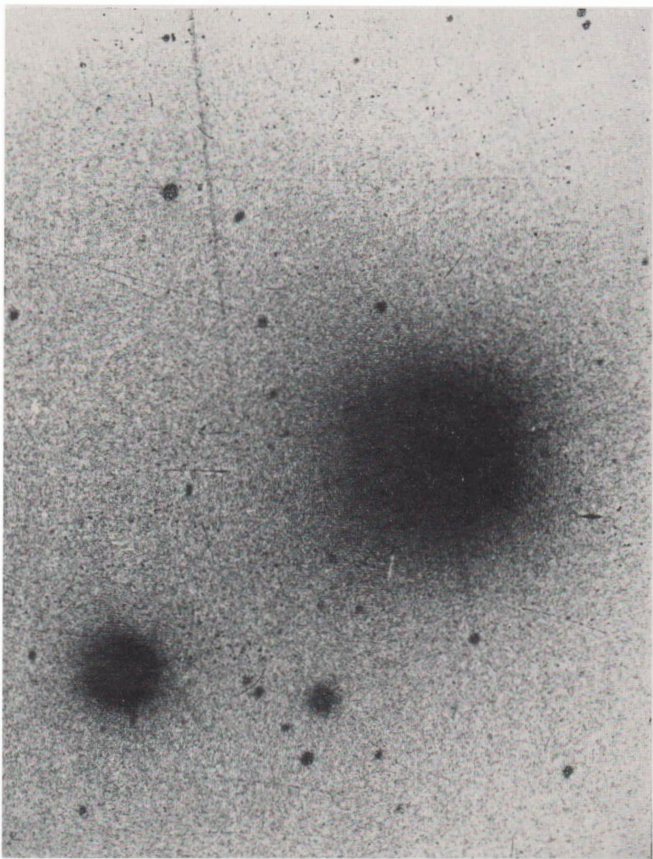
Techniker zum baldmöglichen Dienstantritt gesucht. Bewerbungen sind zu richten an: Schulsternwarte „W. Bykowski“, H.-Heine-Straße, Schneeberg, 9412

Suche parallakt. Montierung m. Säulenstativ u. elektr. Nachführung zu kaufen. – Knut Schäffner, W.-Pieck-Str. 14, Sömmerda, 5230.

Verkaufe Prismenmehrsatz (150 M) u. Zenitprisma (100 M), bei des neuwertig. – St. Casper, Hanoier Str. 4, Halle, 4070.

Verkaufe Telemotor 2, orig.-verp., Holzdrehbeinstativ, Montierung T, Okulare 10, 25, 40 mm, Chromsonnenfilter, Halterung f. Kleinbildkamera. Preis: 1000 M. – Beinroth, A.-Becker-S. 29, Straßburg, 2150.

Druckerei berichtigt Anzeige in Heft 4/86, S. 126. Die vorletzte Anzeige muß lauten: Suche Ruhla-Quarz-Stoppuhr ... Gerhard Lehmann, Wilh.-Pieck-Ring 27, Herzberg, 7990.



Das schöne Amateurfoto von Frank Schäfer, Zittau. Er schreibt dazu: „Durch Zufall ist mir am 23. 06. 1986 die Aufnahme vom Doppelstern Mizar und Alkor gelungen. Etwa drei Minuten nach Beginn der Aufnahme konnte ich das Auftauchen eines Meteors zwischen Mizar und Alkor beobachten. Da das Meteor auf dem Negativ gerade noch so abgebildet ist, habe ich es auf FU 5 umkopiert und davon Abzüge gemacht. Als schwarzer Strich auf weißem Grund ist die Erscheinung wesentlich besser zu erkennen als umgekehrt. Ich habe die Aufnahme im Fokus des 400/2000 mm-Newtonspiegels der Zittauer Sternwarte erhalten. Belichtet wurde von 23.57 bis 0.07 MESZ auf NP 27.“



Die weltweite koordinierte erdgebundene Beobachtung hat aber viele neue wissenschaftliche Erkenntnisse gebracht, die insbesondere im Zusammenhang mit den erhaltenen Sondendaten einerseits das Bild des Kometen klarer erscheinen lassen, andererseits aber auch neue Fragen aufwerfen.

An den erdgebundenen Beobachtungen haben sich natürlich auch die Astronomen der Sternwarte Sonneberg des Zentralinstitutes für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR beteiligt. Die hier wiedergegebenen Aufnahmen wurden von W. Götz mit dem 50/70/172 cm Schmidt-Teleskop gewonnen. Die Aufnahmedaten sind in der Tabelle zusammengestellt.

Halley im Bild

W. GÖTZ, S. MARX

Der Komet Halley wurde vor und nach seinem Periheldurchgang von allen Sternwarten auf der Erde beobachtet, unabhängig davon, ob die Kometen Forschungsthema der Institution sind oder nicht. Sicher waren viele Menschen enttäuscht von seiner Erscheinung, denn er war oft als brillantes Objekt angekündigt und in Erinnerung an sein großartiges Auftreten aus dem Jahre 1910 erwarteten viele Menschen einen mit bloßem Auge klar erkennbaren Kometen mit ausgeprägtem Schweif am Himmel. Tatsächlich war er in unseren geographischen Breiten mit dem bloßen Auge praktisch nicht sichtbar.





Datum	Belichtungszeit	Fotomaterial Filter	Vergrößerung
1985 Nov. 15	18 Min.	ZU 21 + b	6fach
1985 Nov. 17	20 Min.	ZU 21 + b	6fach
1985 Dez. 05	20 Min.	ZU 21 + b	2fach
1986 Mai 12	16 Min.	ZU 21 + b	2.8fach

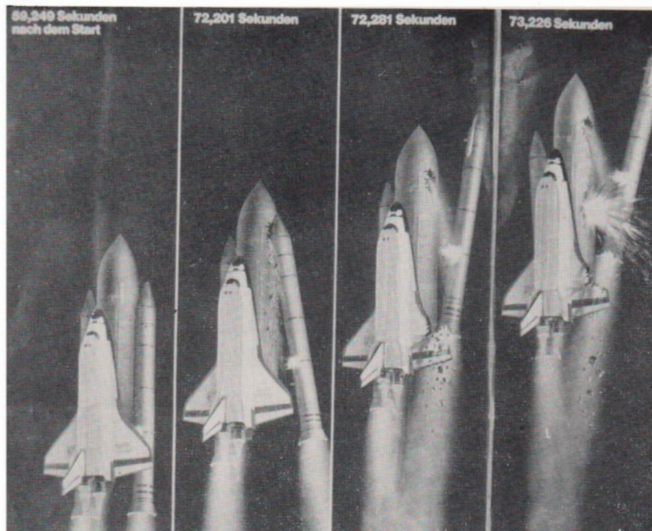
Eine hochinteressante Aufnahme ist die vom 15. November 1985. Aus dem Kopf des Kometen kommt ein schmaler, scharfer, nach Norden gerichteter Strahl heraus. Dabei handelt es sich nicht um den Beginn eines ausgeprägten Kometenschweifes, sondern um einen kurzzeitigen sogenannten „jet“ oder Auswurf. Die Aufnahme vom 17. November 1985 zeigt von diesem „jet“ keine Spur mehr, obwohl deutlich zu erkennen ist, daß die Belichtungszeit etwa die gleiche ist und auch die Beobachtungsbedingungen waren dieselben. Einem Autor sind Aufnahmen vom 15. November 1985 bekannt, die mit dem 2m-Teleskop des Bulgarischen Astronomischen Nationalobservatoriums gewonnen wurden, die diesen scharfen „jet“ ebenfalls deutlich zeigen.

Die Aufnahme von 5. Dezember 1985 läßt einen Schweifansatz erkennen, der nach Osten gerichtet ist.

Eine ausgezeichnete Aufnahme des Kometen mit einem schmalen, aber lang ausgeprägten Schweif gelang W. Götz nach dem Periheldurchgang des Kometen am 12. Mai 1986.

Die hier gezeigten Aufnahmen stellen nur eine kleine Auswahl aus dem Beobachtungsmaterial dar, das an der Sternwarte Sonneberg vom Kometen Halley erhalten wurde.





Sicherheit und Rettung in der Raumfahrt

H.-D. NAUMANN

Die Gewährleistung höchster Sicherheit für den Menschen ist oberstes Gebot bei bemannten Raumflügen. Sie unterscheiden sich diesbezüglich nicht von anderen Aktivitätsbereichen menschlicher Tätigkeiten, jedoch sind die Anforderungen, die für eine mit beispielsweise terrestrischen Transportsystemen vergleichbare Zuverlässigkeit erforderlich sind, potentiell höher. Hinzu kommt, daß die Rettungsmöglichkeiten im Havariefall in der Reihe der Tätigkeitssphären Festland – Wasser – Luft – Weltraum abnehmen, in gleicher Reihenfolge der technische Aufwand für Transportsysteme und damit ihre Komplexiertheit und Störanfälligkeit steigen. Gleichfalls steigen in dieser Reihenfolge die Anforderungen, die für den Erhalt der natürlichen Umwelt- und Lebensbedingungen des Menschen getrieben werden müssen.

Raumfahrtgefahren

Die Vielzahl möglicher Gefahren für einen bemannten Raumflug kann in drei Gruppen eingeordnet werden:

1. Systembedingte Gefahrenquellen des Raumtransport- und Raumflugsystems (innere, technische Gefahrenquellen);
2. Umweltbedingte Gefahrenquellen (äußere Gefahrenquellen);
3. Durch menschliche Unvollkommenheiten verursachte Gefahrenquellen (subjektive Gefahrenquellen).

Zur Bildseite IV

oben: Die Raumfähre Challenger der USA explodierte am 28. 1. 1986 kurz nach dem Start in Cape Canaveral. Die Abbildung zeigt die Rekonstruktion des Ablaufs dieser Katastrophe bis 73,226 Sekunden nach dem Start.

unten: Die Challenger-Besatzung, die am 28. 1. 1986 ums Leben kam. Ihr gehörten an (obere Reihe von links): Missionsspezialist Allison Onizuka, Lehrerin Christa McAuliffe, Nutzlastexperte Gregory Jarvis, Missionsspezialistin Judith Resnik; (untere Reihe von links): Pilot Michael Smith, Kommandant Francis Scobee, Missionsspezialist Ronald McNair. (Fotos: AP, ADN-ZB)

25 Jahre bemannte Raumfahrt zeigen, daß der ersten Gruppe absolute Priorität beizumessen ist. Vier Raumfahrtunfälle bei 110 bemannten Unternehmen – darunter ein Unfall bei einem Bodentest –, die 14 Menschen das Leben kosteten, waren ausschließlich auf technische Ursachen zurückzuführen. Die zur Challenger-Katastrophe vom 28. 1. 1986 Anlaß gebenden technischen Mängel hatten allerdings ihre Ursache in menschlichen Verhaltensweisen, nicht jedoch der Astronauten, sondern im Managementbereich. Überschätzt wurden ursprünglich nicht beeinflussbare umweltbedingte Gefahrenquellen, wie die Meteoritengefahr. Unmittelbares menschliches Versagen von Raumfliegern hat bisher zu keinem Unfall geführt.

Oberstes Gebot: Höchste Systemzuverlässigkeit

Oberstes Gebot für die bemannte Raumfahrt ist es deshalb, von vornherein eine so hohe technische Systemzuverlässigkeit zu sichern, daß die Möglichkeiten des Entstehens gefährlicher Situationen weitestgehend minimiert sind und bei auftretenden Fehlern und Gefahrensituationen eine systeminterne Kompensation möglich ist. Die Systemzuverlässigkeit ist dabei die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Raumflugkörper die vorgesehene Flugmission in einem bestimmtem Zeitraum ohne Verlust der Besatzung erfüllt. Sie sinkt mit steigender Komplexität der Systeme und wachsender Flugdauer. Die Systemzuverlässigkeit setzt sich zusammen aus den Zuverlässigkeiten der Komponenten, wobei jeweils das schwächste Glied insgesamt bilanzierend wirkt. In der Praxis gestaltet sich die Ermittlung äußerst problematisch, da es sich um eine Vielzahl unterschiedlicher Komponenten mit differenziertem Zuverlässigkeitsverhalten handelt. Die folgenden Beispiele, die vereinfacht für gleichartige Komponenten gelten, sollen deshalb nur Größenordnungen verdeutlichen.

Die mittlere Lebensdauervorgabe für eine Komponente eines Systems, das aus n gleichartigen Komponenten besteht und zur Zeit t_1 eine geforderte Funktionswahrscheinlichkeit p_n hat, ergibt sich zu

$$T = \frac{n t_1}{\ln 1/p_n}$$

Bei einer Systemzuverlässigkeit von 90 %, 1 Jahr Missionsdauer und (nur) 100 Komponenten ergibt sich daraus eine erforderliche mittlere Komponentenlebensdauer von 1000 Jahren. Für 99,9 %, 10 Tage Missionsdauer und 200 Komponenten ergeben sich 5500 Jahre. Diese Zahlen

machen die Schlußfolgerung deutlich, daß in der Raumfahrt konventionelle Prüf-, Fertigungs-, Konstruktions- und Konzeptionsmaßstäbe nicht mehr ausreichend sind. Vielmehr ist bemannte Raumfahrt nur mit „Sondermaßnahmen“ überhaupt möglich, die die Erfordernisse terrestrischer Reproduktion wesentlich übersteigen. Zu ihnen gehören (ohne im Rahmen dieser Übersicht auf Details eingehen zu können):

- Sorgfältigste Material- und Bauelementeauswahl, -prüfung und -handhabung bei der Verarbeitung,
- Härteste Qualitäts- und Funktionsprüfungen an Einzelkomponenten und Komplexsystemen in Mehrphasenprogrammen,
- Schaffung hinreichender Betriebsbedingungen für Komponenten und Systeme (Ventilation, Strahlenschutz);
- Einfache Systemauslegung (nach dem Prinzip des Notwendigen, nicht des maximal Machbaren) mit wenigen kritischen Komponenten;
- Festlegung unterkritischer Arbeitspunkte und -bereiche für Materialien und Bauelemente unterhalb ihrer Grenzbelastbarkeit;
- Redundante Auslegung von Komponenten und Systemen.

Die redundante, d. h. mehrfache Auslegung kann dabei komponenten- oder funktionsbezogen erfolgen, d. h. es können Teile mehrfach angeordnet werden, so daß bei Ausfall eines Teiles ein parallel dazu angeordnetes dessen Funktion übernimmt. Es kann auch bei Ausfall eines Teiles ein für eine primär andere Aufgabe vorgesehenes Teil dessen Funktion zumindest soweit übernehmen, daß die Sicherheit der Besatzung bis zur sofortigen Rückkehr gewährleistet ist. Ein Beispiel liefert das Triebwerkskonzept der sowjetischen Sojus-Raumschiffe. Neben dem Haupttriebwerk ist ein Reservetriebwerk vorhanden. Für den Fall, daß beide versagen, ist das Triebwerksystem für die Lagesteuerung ausreichend für die Einleitung des Bremsvorganges für die sichere Landung. Deshalb darf in der operationellen Phase der Treibstoff dieses Steuerungssystems nie unter einen kritischen Wert sinken, der eben die sichere Rückkehr noch gewährleistet. Diese Bedingung war z. B. der Grund für das Absetzen von verschiedenen Kopplungsmanövern mit Salut-Stationen aus Sicherheitsgründen.

Sicherheitsaspekte bei der Bahnfestlegung

Neben der technischen Systemzuverlässigkeit stellen sich in der bemannten Raumfahrt prophylaktische sicherheitssteigernde Maßnahmen auch in vielerlei anderer Gestalt. Neben der

ständigen bodenseitigen Kontrolle und Überwachung, der Stationierung von Such- und Rettungstrupps in potentiellen Notlandegebieten u. a. m. spielt z. B. auch die Bahnlage bzw. die Festlegung des Flugmissionsprofils eine nicht unbedeutende Rolle. So wurde bei den amerikanischen Apollo-Mondflügen das Raumschiff durch die Transferstufe auf eine solche Bahn gebracht, die beim Versagen des Haupttriebwerks die Kapseln nach Umliegen des Mondes auf eine Rückkehrbahn zur Erde geführt hätten. Dieser Tatbestand spielte beim Flug des havarierten Mondflugunternehmens Apollo 13 eine nicht unwesentliche Rolle.

Bei bemannten Missionen in Erdumlaufbahnen ist in heutigen Flughöhenbereichen der Tatbestand einkalkuliert, daß bei Versagen aller Bremstriebwerke unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit besteht, daß ein Raumschiff durch aerodynamische Bremsung nach einer bestimmten Zeit zur Erde zurückgelangt. Bereits bei den Wostock-Flügen gewährleistete die Bahn, daß das Raumschiff nach etwa 10...12 Tagen durch die Bremswirkung der Erdatmosphäre in eine Abstiegsbahn eingetreten wäre. Für die Sojus-Raumschiffe gilt Ähnliches. Für diesen Zeitraum werden deshalb die Versorgungssysteme ausgelegt, ebenso die Vorräte bemessen. Bei den Sojus-Raumschiffen betrug dieser Sicherheitszeitraum rund 30 Tage.

Höhere Sicherheit durch Reparaturen

Eine große Bedeutung für die Erhöhung der Sicherheit in der bemannten Raumfahrt kommt der Reparatur von Raumflugkörpern im All zu. Das Salut-Programm hat hierfür offenkundige Beweise erbracht, gleichzeitig künftige Tendenzen angedeutet. Die Reparatur im All setzt zwangsläufig einen bestimmten Stand voraus, der es von der Größe und dem Volumen eines bemannten Raumflugkörpers her überhaupt gestattet, Reparaturmöglichkeiten zu schaffen. Dieser Stand wurde mit den Salut-Raumstationen erreicht. Gleichzeitig verlangt die Reparatur im All ein technisches Konzept, das eine Reparatur wesentlicher Funktionsblöcke ohne Außerbetriebsetzung ermöglicht. Ein totales „Black out“, wie es bei Salut 7 zu verzeichnen war, kann nur bei gründlicher Vorbereitung auf der Erde und unter Sondermaßnahmen beseitigt werden. Wäre es plötzlich während des bemannten Betriebes aufgetreten, hätte das mit Sicherheit zur zunächst sofortigen Rückkehr der Besatzung geführt.

Rolle und Bedeutung von Reparaturen werden mit wachsender Funktionsdauer von Raumstationen steigen. Das Schergewicht liegt hier

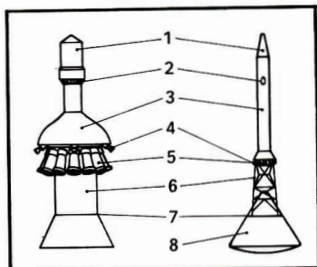


Abb. 1: Die Rettungsraketen- und -kapsel-Systeme der Sojus (links) und Apollo-Raumsciffe.

1 Verkleidung der Rettungssysteme; - 2 Triebwerke zum Abtrennen der Rettungsraketensysteme nach Erreichen der Umlaufbahn; - 3 Verkleidungen; - 4 Steuerdüsen; - 5 Haupttriebwerke; - 6 Verkleidung (bei Sojus) und Gittermast (bei Apollo); - 7 Trennstelle Rettungssystem - Raumkapsel; - 8 Mannschaftskapsel.

bei prophylaktischen Reparaturen, die die Systemzuverlässigkeit auf geforderten Werten halten.

Rettung in der Startphase

Besonders kritisch bei einem bemannten Raumflug ist die Startphase, da das System der Antriebskomponenten hochexplosiven Charakter hat. Deshalb muß praktisch vom Zeitpunkt des Beginns des bemannten Count Downs an bis zu dem Zeitpunkt, da das Raumschiff eine Bahnhöhe erreicht hat, aus der es eigenständig landen kann, ein Rettungshilfssystem vorhanden sein, das das Raumschiff kurzfristig aus dem Gefahrenbereich einer eventuell explodierenden Trägerrakete herausbringt und auf die für eine Landung erforderliche Höhe befördert. Bei an der Spitze von Trägersystemen angeordneten Raumschiffen sind derartige Rettungssysteme konzeptionell einfach durch Hilfsraketen-Systeme zu verwirklichen, die in der Startphase an der Spitze des Gesamtsystems angeordnet sind und das Raumschiff in Flugrichtung vom Träger weg katapultieren. Zum Einsatz kommen dabei Feststoffraketen, die eine kurzzeitig hohe Beschleunigung bis zu 20 g bewirken. Solche Rettungssysteme kommen bei den sowjetischen Sojus-Raumsciffen unter der Bezeichnung SAS (Systema Awarinowo Spasenija - Rettungssystem im Havariefall)

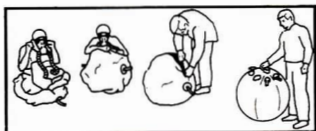


Abb. 2: Rettungskugelkonzept, mit dem nach Vorstellungen der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA Raumflieger in Havarie-situationen von Raumflugkörpern entfernt werden können. (Zeichn.: NASA)

zum Einsatz. Auch alle amerikanischen Raumschiffe der Serien Mercury, Gemini und Apollo verwendeten ähnliche Systeme. Abb. 1 zeigt Anordnung und Aufbau der Sojus- und Apollo-Systeme. Das sowjetische System SAS trat bisher einmal, am 26. 9. 1983 in Funktion. Wenige Sekunden vor dem Start des zehnten Sojus T-Raumsciffes entstand ein Brand am Fuß der Trägerrakete. Sofort trennte sich die Rettungseinrichtung mit der Sojus-Kapsel, in der sich die Kosmonauten V. Titow und G. Strekalow befanden, vom Trägergerät. Infolge der extrem hohen Beschleunigung mußten die Kosmonauten kurzzeitig mehr als das Zwanzigfache ihres Körpergewichtes ertragen. Aber sie landeten sicher einige Kilometer entfernt von der inzwischen explodierten Rakete.

Für das Konzept des amerikanischen Shuttle-STS-Systems sind derartige Rettungsmöglichkeiten nicht vorgesehen und nicht möglich. Die Anordnung des bemannten Orbiters im potentiellen Explosionszentrum minimiert für diesen Katastrophenfall Rettungsmöglichkeiten ohnehin. Die Notwendigkeit, den Shuttle auf über 100 km Bahnhöhe zu bringen, aus der heraus eine Gleitlandung möglich ist, schließt den Einsatz eines Rettungsraketen-Systems nahezu aus, da es etwa 50 % der Leistungsfähigkeit des primären STS-Systems haben müßte. Es sei an dieser Stelle angeführt, daß die Fallschirmlandetechnik, wie sie von der UdSSR auch für die Modellflüge eines Raumgleiters praktiziert wurde, auch unter Sicherheitsaspekten beim heutigen Stand der Technik das idealere Konzept verkörpert.

Rettung im Orbit

Im Orbit selbst bestehen vielerlei Gefahrenquellen. Eine kurzfristige Enthermetisierung eines Raumflugsystems bietet wegen der zeitlichen Kürze kaum Überlebenschancen. Defekte im Orientierungs- und Lageregelungs-

system, ebenso im Bremsraketen-system, erfordern den Einsatz von Rettungsraumschiffen, die kurzfristig startbereit sein müssen. Die ausgereifte sowjetische Koppeltechnik bietet auch gute Voraussetzungen für Rettungsaktionen. Zu welchen Leistungen die bemannte Raumfahrt der UdSSR heute fähig ist, hat die Ankopplung von Sojus T13 an Salut 7 im Jahre 1985 gezeigt.

In weiterer Ferne liegen heute zweifellos noch mit utopischem Nimbus versehene spezielle Rettungshilfen an Bord von Raumflugkörpern. Bereits in den 60er Jahren wurde im Rahmen des Projektes MOOSE in den USA ein individuelles Rettungssystem diskutiert, bei dem sich ein Raumflieger in eine Polyurethanschaumhülle einbetten sollte, die mit einem Hitzeschild aus Silikonkautschuk für den Wiedereintritt versehen war. Mit Hilfe von Kaltgasdüsen war die Einleitung der Landephase der aerodynamisch stabilen Kugel vorgesehen, die Landung selbst am Fallschirm. Dieses „Rettungskugelkonzept“ fand in jüngster Zeit in einer anderen Form eine Wiedergeburt. Vorge schlagen wurde eine zusammenfaltbare Kunststoffkugel als Mini-Raumschiff von etwa 1 m Durchmesser, in das der Raumflieger hineinklettert und von innen verschließt (Abb. 2). Die Kugel verfügt über Sauerstoffvorrat und Temperaturregelung für etwa eine Stunde. Innerhalb dieser Zeit muß ein Rettungsraumschiff verfügbar sein. Für den sich in den USA in Entwicklung befindlichen Mini-Shuttle – vorrangig für militärische Einsätze bestimmt – wurde auch deshalb die Prämisse vorgegeben, daß jeder Punkt im erdnahen Raum, in dieser Zeit erreichbar sein muß.

*

Die Katastrophe war vermeidbar

FRANK-E. RIETZ, UWE SCHMALING

„Sollte das NASA-Management nicht die Größe haben, das Space Shuttle-Programm zu stoppen, wann immer es aus Sicherheitsgründen nötig ist, dann wird es nicht überleben!“ So der Chef-astronaut der US-amerikanischen Weltraumbehörde NASA und sechsfache Raumflieger John Young in seinem 12seitigen Memorandum vom 4. März zur Explosion der Raumfähre Challenger. In einer langen Liste bemängelt er die Flugsicherheit des Systems und damit die Gefährdung von Menschenleben.

Die Explosion der Challenger am 28. Januar, 73 Sekunden nach dem Start, war eine Folge

von Fehlentscheidungen der NASA-Führung bei der Vorbereitung des Fluges wie auch beim gesamten Shuttle-Programm. Hierbei spielen drei Komplexe hinsichtlich einiger Entscheidungen bereits im Entwicklungsprogramm dieses teilweise wiederverwendbaren Systems eine wichtige Rolle.

1. Einer der verhängnisvollsten Fehler war, mit möglichst geringem Kostenaufwand zu bauen. Um 500 Mill. Dollar zu sparen, setzte man beim Space Shuttle Feststoffraketen ein, ordnete diese noch neben einem hochexplosiven Sauerstoff-Wasserstofftank an und setzte gleich daneben noch die Kabine für die Besatzung. Unmittelbar neben dem Wirkungsherd gibt es keine Rettungsmöglichkeit für die Besatzung, wie beispielsweise bei den Trägerraketen der früheren Saturn-Serie.

2. Eine längst bekannte Schwachstelle wurde jahrelang ignoriert. Spätestens seit 1982 war den NASA-Experten bekannt, daß die Feststoffraketen (auch Booster genannt) ein kritisches Element im gesamten System darstellen. Erst im April 1985 entging die damalige Besatzung der Challenger 51-B nur knapp einer Katastrophe. Beim Verbrennungsprozeß des festen Treibstoffes in der Startphase hatten die 3000 °C heißen Gase den ersten Dichtungsring zwischen den Treibstoffsegmenten ganz und den zweiten zu 80 % zerstört. Analysen der Herstellerfirma Morton Thiokol resümierten das Durchbrennen als „äußerst gefährlich“ und zeigten 43 Möglichkeiten der Verbesserung auf; für die NASA allerdings zu aufwendig. Man sah eher ein Budgetproblem als ein Sicherheitsproblem.

3. Die NASA stand unter Erfolgs- und Zeit-zwang. Immerhin hatten verschiedene technische Schwierigkeiten in der Shuttle-Entwicklung zu erheblichen Verspätungen im bemannten und auch unbemannten Raumfahrtprogramm der USA geführt. Auch der Aufbau einer permanent bemannten Station im All, für Anfang der 90er Jahre geplant, erforderte eine hohe Startrate, um die einzelnen Konstruktionselemente zu testen (für 1986 waren 15 Flüge vorgesehen und ab 1987 pro Jahr 24). Und nicht zuletzt der Druck der Militärs für die Verwirklichung des „SDI“-Programms brachte die NASA in eine mißliche Lage.

Zur Aufklärung der Ursache des Unglücks berief Präsident Reagan eine 12-köpfige Untersuchungskommission. Als Vorsitzender fungierte der ehemalige Außenminister William Rogers. Weitere Mitglieder waren Neil Armstrong, der am 21. Juli 1969 als erster Mensch den Mond betrat, die erste US-Amerikanerin

im All, Sally Ride (STS 7, STS 41-G) und der Luftwaffengeneral und Extestpilot Charles Yaeger. Berge von Akten, Daten-, Film- und Fotomaterial mußten durchgesehen werden, hunderte Zeugen – Angehörige der NASA und der Herstellerfirmen – wurden vernommen. Was dabei insgesamt an Mängeln im Bereich der Flugsicherheit zu Tage gefördert wurde, riß den Ausschußvorsitzenden sogar einmal zu der Bemerkung hin: „Sie haben ja ihren gesunden Menschenverstand abgeschaltet!“ Und Astronaut Henry Hartsfield (STS 4, STS 41-D, STS 61-A) erklärte: „Ich bin im höchsten Grade beunruhigt, daß man uns so im Dunkel gelassen hat.“

Erste Feststellung der Untersuchungskommission: „Der Start hätte nicht erfolgen dürfen.“ Welche direkten Mängel führten nun zur Explosion der Raumfähre?

1. Die Challenger stand 37 Tage an der Startrampe in Cape Canaveral im Freien und war der Witterung ausgesetzt. Eine genaue Inspektion, wie sie nach dieser langen Standzeit erforderlich gewesen wäre, unterblieb. Die einzelnen Segmente der Feststoffraketen – jede Hilfsrakete besteht aus vier sternförmig gegossenen Feststofftreibsätzen – können bei längerer Lagerung reißen und somit Ursache einer Explosion werden.

2. Nachdem viermal der Start verschoben wurde, sollte der 28. Januar nicht ungenutzt verstreichen. In der Nacht vor dem Start herrschten Minustemperaturen, verschiedene Teile der Startanlage und des Shuttle waren vereist. Ingenieure der Herstellerfirma der Booster meldeten Sicherheitsbedenken an: Die Kunststoffdichtungen – zwei Gummiringe – zwischen den einzelnen Segmenten könnten durch die Kälte Schaden genommen haben. Auf Druck der NASA – Morton Thiokol erwartete einen Nachfolgeauftrag in Milliardenhöhe – gab das Management eine Unbedenklichkeitserklärung ab. Vom Hersteller wird jedoch eine Mindesttemperatur von plus 10°C gefordert.

3. Der Count Down hätte abgebrochen werden müssen als eine letzte Inspektion durch ein sog. „Eisteam“ am Starttag Temperaturen von minus 13°C am rechten Booster maß. Man glaubte an einen Meßfehler und teilte lediglich mit, das Eis werde den Start nicht beeinträchtigen. Erst die Rekonstruktion der Bedingungen am Starttag belegten, daß es sich nicht um einen Meßfehler handelte. In der Nacht vor dem Start herrschte Nordwestwind, der am tiefgekühlten Treibstofftank vorbeistrich, sich weiter abkühlte und den rechten Treibstoffbooster unterkühlte.

4. Die letzte Chance wurde vertan, als der Lieferant der Raumfähre, Rockwell International, sich gegen einen Start bei derart schlechten Wetterbedingungen aussprach: „Rockwell kann nicht für die Sicherheit des Fluges garantieren“, so der Chef der Raumfahrtabteilung des Konzerns, Rocco Petrone. Kommentar der NASA dazu vor der Untersuchungskommission: „Rockwell hat sich zwar besorgt geäußert, aber kein eindeutiges ‚Nein‘ ausgesprochen“.

Somit nahm die größte Katastrophe der bemanneten Raumfahrt ihren Lauf.

Die Rekonstruktion der Computerdaten und der Filmaufnahmen ergab, auf tausendstel Sekunden aufgeschlüsselt, folgenden Ablauf des verhängnisvollen Starts (vgl. Bild-S. IV).

0,059 Sekunden nach $T = 0$ verläßt Challenger die Plattform.

0,2 Sekunden: Weißer Dampf quillt aus dem unteren Verbindungssegment des rechten Boosters, möglicherweise Überreste von Eis, das schlagartig durch die hohen Temperaturen der 3000°C heißen Gase verdampft.

0,445 Sekunden: Schwarzer Rauch tritt an der Segmentverbindung aus, vermutlich Abgabe der verbrannten Gummiringe.

12 Sekunden: Es sind keine Rauchwolken mehr sichtbar.

58,774 Sekunden: Wiederum wird Rauchaustritt am rechten Booster festgestellt.

59,249 Sekunden: Eine Flamme ist an der rechten Innenseite der rechten Feststoffrakete auszumachen.

60,164 Sekunden: Infolge des Lecks sinkt der Brennkammerdruck in der Feststoffrakete, die Flamme wird größer.

62,484 Sekunden: Der Autopilot reagiert auf den Schubabfall der Hilfsraketen und schwenkt das Ruder und die Haupttriebwerke.

66,174 Sekunden: Der Flammenausbruch am Hilfsaggregat verstärkt sich.

72,201 Sekunden: Die rechte Feststoffrakete bohrt sich mit der Spitze in den großen Treibstofftank und reißt ein Loch.

72,281 Sekunden: Das untere Ende des Boosters schlägt zurück und beschädigt den rechten Flügel der Challenger. Aus der Spitze der Hilfsrakete quillt einer der Bremsfallschirme.

72,884 Sekunden: Aufgrund des Verlustes von flüssigem Sauerstoff und Wasserstoff sinkt der Förderdruck der Treibstoffpumpen.

73,175 Sekunden: Riesige Mengen Wasserstoff und Sauerstoff strömen aus dem aufgerissenen Außentank.

73,200 Sekunden: Zwischen Raumfähre und Außentank blitzt Feuer auf, Bruch der Sauerstoffleitung.

73,226 Sekunden: Durch die Vermischung von Sauerstoff und Wasserstoff entsteht das hochexplosive Knallgas, was in 16 km Höhe zu einer riesigen Explosion führt.

73,399 Sekunden: Die Computer registrieren in den Haupttriebwerken eine unregelmäßige Verbrennung, die Förderpumpen erreichen ihre oberen Temperaturwerte.

73,534 Sekunden: Das Haupttriebwerk Nr. 1 wird automatisch abgestellt, bevor es explodiert. Die Challenger bricht auseinander.

73,605 Sekunden: Die Datenübermittlung bricht ab.

Ob die Astronauten die Explosion überlebten ist unwahrscheinlich. Zwar tauchte nach der Explosion die Kabine der Challenger kurz aus der Explosionswolke wieder auf, dann detonier-

ten aber die etwa 1000 Kilogramm Treibstoff der Lageregulierungsdüsen. Aufgefundene Wrackteile lassen auch die Vermutung zu, daß die Astronauten erst nach Aufprall der Kapsel auf der Meeresoberfläche den Tod fanden. Sterbliche Überreste der Astronauten wurden am 7. 3. 1986, 28 km nordöstlich von Cape Canaveral in 30 m Wassertiefe gefunden.

Die 45,5 m langen Hilfsraketen waren schon lange auf der Liste der Schwachstellen. Nicht nur, daß bereits nach dem zweiten Start der Columbia (STS 2) im November 1981 Probleme mit den Dichtungen an den Treibstoffsegmenten auftraten, sondern bereits mit dem Bekanntwerden der endgültigen Shuttle-Konfiguration kamen von verschiedenster Seite Bedenken. Als Wernher von Braun (1912—1977), ehemaliger technischer Chef des Apollo-Projektes, vom Einsatz der Feststoffstarthilfen beim Space Shuttle hörte, war er entsetzt. Diese größten Feuerwerkskörper, einmal gezündet, können in ihrem Abbrand nicht mehr gestoppt werden und stellen ein Sicherheitsrisiko für Fährte und Besatzung dar.

Über 3000 Starts verschiedener Raketentypen in den USA brachten eine Ausfallrate von jeder 30. bis 60. Feststoffrakete. Für den Shuttle errechnete man eine Wahrscheinlichkeit von 1:71. Da er mit zwei Boostern ausgerüstet ist, kann eine Fehlfunktion bei jedem 35. Start auftreten. Das Unglück ereignete sich beim 25. Start einer Raumfähre und es sollte der 10. Flug der Challenger werden!

Seit November 1981 traten an insgesamt 30 Boostern Beschädigungen auf. Bereits im Dezember 1982 konnte man in einem internen NASA-Papier lesen, daß ein Durchbrennen der Dichtungsringe das Fahrzeug wie die Mannschaft gefährden könne.

Die aus Kosten- und Zeitgründen unelegante Lösung des Einsatzes von Feststoffraketen kostete sieben Menschen das Leben. Für die Suche nach den Überresten der Raumfähre investierte die NASA über 200 Millionen Dollar, fast 50 % der Summe, die für eine günstigere und sichere Startvariante notwendig gewesen wäre.

Die Raumfahrtbehörde NASA ist in den letzten Jahren mehr und mehr durch die aufgetretenen Mängel und Fehler im Shuttle-Programm in Mißkredit geraten. Dazu trug wesentlich der Druck durch Regierung und Pentagon bei, ein System der schnellen Wiederverwendbarkeit zu schaffen, um die lange Pause der Untätigkeit der USA im Weltraum – außer dem Apollo-Sojus-Testprojekt 1975, fanden seit 1973 keine bemannten Raumflüge statt – zu beenden. Andererseits sollte der Shuttle helfen, die mili-

tärische Präsenz der USA im Weltraum zu gewährleisten. Hierfür stellt bekanntlich der Space Shuttle ein wichtiges Element dar (vgl. AuR 4/83, S. 99 ff).

Unter dem Erfolgs- und Zeitzwang wurden Mängel ignoriert, wurde den Astronauten eine nicht vorhandene Sicherheit vorgespielt. Der Leiter des Unterausschusses für Weltraumfragen im Kongreß, William Nelson, der selbst mit einer Fähre ins All flog (STS 61-C), resümierte: „Die NASA ging bis an den Rand des Zumutbaren, was Flugrisiken betrifft.“ Und der stellvertretende Astronautenchef Paul Weitz (Skylab SL-1, STS 6) stellte fest: „Unter den Astronauten hat sich tiefes Mißtrauen ausgebreitet, viele sind verärgert und enttäuscht.“ Kein Wunder, bei einer derartigen Flugsicherheit. Hinzu kommt, daß bei erneuter Aufnahme der Flüge die militärische Priorität vorangestellt wird. Lag die militärische Einsatzrate vor der Challenger-Katastrophe bei etwa 30 %, sollen bei Wiederaufnahme 70—75 % der Flüge dem Pentagon vorbehalten bleiben. „Unter diesen Umständen werden viele Astronauten das Handtuch werfen und sich nach einer anderen Tätigkeit umsehen“ (Weitz).

Mit der Explosion der Challenger kam auch wieder die Diskussion um die Rettungsmöglichkeiten der Astronauten auf, die in der Startphase gleich Null sind.

Auffällig war, daß in fast allen westlichen Medien das Problem der Sicherheit nur kurz behandelt wurde, denn alle danach Befragten bezeichneten Space Shuttle als eine äußerst risikoarme Konfiguration. Alle wichtigen Systeme seien dreifach vorhanden und fünf Computer überwachen den Startablauf. Sie würden jede Unregelmäßigkeit sofort signalisieren und ggf. den Countdown unterbrechen.

Aber für explosionsartige Havarien besitzt der Shuttle kein Rettungssystem. Computer können zwar Messungen vornehmen und Aggregate abschalten, aber nie direkt Menschen aus der Gefahrenzone bringen. Die amerikanische Schwesterfähre Columbia war für die ersten vier Flüge noch mit zwei Schleudersitzen ausgestattet, die die Besatzung in Gefahrensituationen aus dem Cockpit katapultiert hätten. Vor dem fünften Einsatz der Columbia wurde diese Notfall-einrichtung ausgebaut. Da nun vier Astronauten an Bord waren, hätten zwei weitere Schleudersitze (später noch mehr) installiert werden müssen. Nach NASA-Angaben war dafür der technische Aufwand zu hoch.

Aus Kosten- und Gewichtsgründen wurden nach und nach auch verschiedene Meßfühler ausgebaut, die das Computersystem mit Daten versorgen, u. a. aus den Feststoffboostern.

Ebenso unzulänglich ist das sog. Förderkorbprinzip für den Fall, daß die Astronauten noch vor dem Start zum Verlassen der Fähre gezwungen wären. Dazu muß die Mannschaft die Pilotenkabine verlassen, auf die Plattform des Startturmes laufen, sich in einen feuerfesten Korb hocken, der sie an einer Seilwinde aus dem kritischen Bereich trägt. Dieser Vorgang dauert 40–60 s. Daß es für Augenblicke, wo Bruchteile von Sekunden über Leben und Tod von Raumfahrern entscheiden, Rettungsmöglichkeiten gibt, bewies das sowjetische Havariesystem SAS am 26. 9. 1983. Dieses Beispiel zeigt auch, daß sich das Risiko in der Raumfahrt nie ganz ausschließen läßt, maximale Sicherheitsvorkehrungen die Überlebenschancen der Raumfahrer in Notfällen aber beträchtlich erhöhen.

Wie die NASA die Sicherheit der Besatzungen bei den nächsten Flügen garantiert, ist noch nicht entschieden. Eine generelle Neukonzipierung des Shuttle werden schon die Militärs nicht zulassen, denn sie drängen auf einen schnellen möglichen Wiedereinsatz der Raumfähren, da das SDI-Programm von ihnen mit aller Konsequenz weitergeführt werden soll.

Unmittelbar nach der Katastrophe räumte USA-Verteidigungsminister Weinberger ein, daß es einen Rückschlag für das SDI-Programm gegeben hat. Es werde jedoch alles unternommen, dies auszugleichen. Das Pentagon kündigte an, man werde beim Einsatz von Weltraumfähren voraussichtlich auf den Vorrang vor zivilen Einsätzen bestehen. Von den in den Jahren 1986/87 geplanten 33 Einsätzen sollten ohnehin schon mindestens sechs ausschließlich für das Pentagon starten. Bei weiteren 12 Flügen plante man 15 militärische Satelliten mitzuführen. Nicht berücksichtigt sind einzelne Experimente militärischen Charakters. Experten schätzen, daß ab 1988 bei jeder Mission Pentagonnutzlasten mitfliegen werden.

Der ehemalige Astronaut und neuberufene Direktor des Shuttle-Programms Richard Truly (STS 2, STS 8) erklärte, daß es keine neuen Fährtenstarts mehr geben werde, bevor nicht alle Sicherheitsprobleme im gesamten NASA-System überprüft worden sind. Ist nur im Interesse der Astronauten zu hoffen, daß nicht nur überprüft wird, sondern die Mängel auch abgestellt werden, um derartige Katastrophen zu verhindern. Es wäre jedoch zu hoffen, daß die gesamte inhaltliche Ausrichtung des Shuttle-Programms mit ihren militärischen Prioritäten einer kritischen Revision unterzogen werden würde – im Interesse der Sicherung einer friedlichen Erforschung des Kosmos.



Abb. 1: Vorsatzblatt der von Regiomontanus abge-
schlossenen Bearbeitung des Almagest, „Epi-
tome in Almagestum“, Venedig 1496. Ptolemäus
und Regiomontanus sitzen unter einer Armillar-
sphäre, die die wichtigsten Kreise und Punkte
der Himmelskugel darstellt. Das Bild Regiomon-
tans wird für ein authentisches Porträt gehalten.

Zwischen Mittelalter und Neuzeit

Johannes Regiomontanus zum 550. Geburtstag

JÜRGEN HAMEL

Der gestirnte Himmel hatte auch während des Mittelalters das Interesse der Menschen erweckt. Die Gelehrten dieser Zeit hatten aus einigen wenigen, vom Wissen der Antike kündenden Schriften Kenntnisse kosmischer Erscheinungen. Sie kannten die Ursachen der Sonnen- und Mondfinsternisse, die Sternbilder, die Umlaufzeiten der Planeten, die scheinbare Jahresbahn der Sonne und wußten, daß ihre Größe die der Erde um ein Vielfaches übertrifft. Auch die Kugelgestalt der Erde war vielen von ihnen, entgegen häufigen Darstellungen in der Literatur, die ohne genügende Quellenstudien verfaßt wurden, nicht fremd.

Aus den Schriften der alten Römer war im Mittelalter die Astrologie bekannt und sie wurde ein wichtiges Motiv für die Beobachtung des Himmels, glaubte man doch, aus der Stellung der Gestirne die Zukunft erkunden zu können. Schriftliche Mitteilungen über Finsternisse und Kometen finden wir in der Literatur des Mittelalters in großer Zahl.

Sehr genau waren sie in der Mehrzahl nicht (obwohl vereinzelt auch sehr präzise Angaben überliefert sind). Meistens begnügte man sich mit der bloßen Anführung ihres Geschehens. In typischer Weise heißt es in den Quedlinburger Annalen über eine zudem falsch datierte Sonnenfinsternis vom Jahre 786: „Eclipsis solis facta est 15. Calend. Octobris ab hora diei prima usque ad horam quintam.“ (Am 17. September hatte sich von der ersten bis zur fünften Stunde eine Sonnenfinsternis ereignet.) Für einfache astrologische Deutungen mochte dies genügen, für eine wissenschaftliche Betrachtung natürlich nicht.

Eine der Hauptbeschäftigungen der Gelehrten bestand im Kommentieren der überlieferten Schriften oder im Abfassen enzyklopädischer Schriften aus Exzerpten spätantiker Autoren. Für eigene Forschungen war die Zeit noch nicht gekommen. Erst seit dem 13. Jh. begannen die besten Köpfe der Völker Mittel-, Nord- und Westeuropas über ihre Lehrmeister hinauszuwachsen. Bis dahin waren sie die getreuen Schüler, deren gesellschaftliche Verfassung noch keiner ausgedehnten wissenschaftlichen Forschungsbedurft. Wenn auch die astronomischen Kenntnisse seit dem 12. Jh. einen beachtlichen Aufschwung nahmen, woran die Schriften arabischer Astronomen einen erheblichen Anteil hatten, brachte erst das 15. Jh. eine neue Phase astronomischer Forschung. Der Gelehrte, der daran den größten Anteil hatte, war Johannes Regiomontanus. Regiomontanus wurde am 6. Juni 1436 in Königsberg/Franken geboren. Entsprechend der damaligen Sitte latinisierte er seinen Namen nach der Heimatstadt in „Regio Monte“, woraus später Regiomontanus(us) wurde. Schon im Alter von 11 Jahren bezog er die berühmte Universität Leipzig. Das war selbst für damalige Verhältnisse, wo die jungen Studenten 15 oder 16 Jahre alt waren, sehr früh (das zunächst zu absolvierende Studium der „Sieben freien Künste“, darunter Grammatik, Rhetorik, Musik, Mathematik und Astronomie ersetzte in gewissem Sinn die heute Hochschulreife zu nennende Ausbildung).

Regiomontanus studierte Philosophie, Mathematik und Astronomie – mit so großem Erfolg, daß er schon 1448 einen Kalender berechnen konnte, dessen Angaben für den Planetenlauf

besser waren, als die seiner Zeitgenossen, darunter ein Kalender aus der Druckerei Johannes Gutenbergs.

Ab 1450 setzte Regiomontanus seine Studien in Wien, der Hochburg mathematischer Wissenschaften, fort. Von seinem dortigen Lehrer Georg Peurbach wurde er auch in die astronomische Beobachtungskunst eingeweiht. Er selbst verwendete den von Ptolemäus her bekannten „Dreistab“ und den auf den jüdischen Astronomen Levi ben Gerson zurückgehenden „Jakobsstab“. Seine Arbeiten bezogen sich vor allem auf die tägliche Messung des Sonnenortes und die Stellung der Planeten, gelegentlich auf Kometen. Für seine Zeit ungewöhnlich war die Angabe der genauen Beobachtungszeit mit Stunde und Minute, wodurch sich der Wert seiner Arbeiten erheblich vergrößerte – für heute eine Selbstverständlichkeit, damals ungewöhnlich und nur bei höheren Anforderungen an die Astronomie erforderlich. Regiomontanus in Nürnberg angestellte Beobachtungen werden als die erste, modernen Maßstäben genügende Beobachtungsreihe bezeichnet. Sie sollten ihm zur besseren Berechnung des Planetenlaufs dienen, eine vor allem aus astrologischer Motivation verständliche Forderung.

Ehtgegen gelegentlicher Behauptungen war Regiomontanus ein engagierter Vertreter der Astrologie. Von nachhaltiger Wirkung wurde seine Methode der Bestimmung der Häusergrenzen im Horoskop. Hierbei ist freilich zu beachten, daß die gelehrte Sterndeutung durchaus kein Aberglaube war, sondern Ausdruck des objektiv begrenzten Wissensstandes seiner Zeit. Bahnbrechend auf dem Gebiet der praktischen Astronomie wurden Regiomontanus sorgfältige Beobachtungen des Kometen von 1472. Aus den Ortsbestimmungen mittels Armillarsphäre und Jakobsstab schlug er vor, Abstand und Größe zu berechnen. Die zugehörigen Rechnungen hat er nicht vollendet. Ein Zeitgenosse wandte sie an und kam zu einem Wert des Abstandes von 8200 Meilen über der Erdoberfläche, einem Durchmesser des Kopfes von 16 Meilen und einer Schweiflänge von 4000 Meilen. Die offensichtliche Falschheit der Ergebnisse darf uns nicht hindern, den großen methodischen Fortschritt zu sehen, der in dieser Anwendung exakter Meßverfahren auf die Kometen liegt. Auf eine nur annähernde Bahnbeschreibung, wie sie zuvor und noch später vielfach üblich war, wäre eine Weiterentwicklung der Kometenforschung nicht zu gründen gewesen. So war aber ein Weg beschritten, auf dem später Peter Apian, Brahe, Kepler und Hevelius sowie viele andere eine neue Sicht auf die Kometen gewannen.

Der Fortschritt der Wissenschaften vollzieht sich oft in kleinen, fast unmerklichen und leicht übersehbaren Schritten. Der astronomischen Beobachtung gab Regiomontan den Stellenwert, den die Entwicklung der Astronomie benötigte. Nicht Buchgelehrsamkeit, sondern die Himmelsbeobachtung sollte Richter in astronomischen Dingen sein. In seiner Zeit, in der es Wissenschaftler gewöhnt waren, eher in dick-leibigen Folianten nachzuschlagen, als im „Buch der Natur“, war dies ein gewaltiger Fortschritt. Durch seine Betonung der Beobachtung ebnete er den Weg zu späteren Umwälzungen der Astronomie durch Copernicus und Kepler. Die Verehrung der Antike machte ihn nicht blind für die Notwendigkeit eigenen Tuns.

Auch theoretisch war Regiomontan tätig. Sehr bedeutend war die von ihm vollendete Bearbeitung des „Almagest“ von Ptolemäus (vgl. Abb. 1). Bis dahin war dieses wichtigste Werk der antiken Astronomie nur fehlerhaft bekannt. Gestützt auf seine Sprachkenntnisse unternahm es Regiomontan, die vielen Fehler zu korrigieren, die sich aus Unkenntnis der Übersetzer und Schreiber eingeschlichen hatten und gab damit der Astronomie wichtige Impulse. Nun war man in der Lage, seinen Studien ein exaktes Lehrbuch zugrunde zu legen. Mit dieser Arbeit steht Regiomontan würdig in der Reihe bedeutender Renaissancegelehrter, die in der Wiederentdeckung der antiken Wissenschaft und darauf aufbauenden eigenen Forschungen das Ziel ihres Wirkens sahen.

Nach einem längeren Aufenthalt in Italien und Ungarn ließ sich Regiomontan 1471 in Nürnberg nieder, um die günstige Lage der Stadt für den Umgang mit Gelehrten, der Herstellung wissenschaftlicher Instrumente und den Buchdruck zu nutzen. Um den Gelehrten die wichtigsten Schriften der griechischen und römischen Autoren in korrigierten Ausgaben, z. T. nach eigenen Übersetzungen zugänglich zu machen, richtete er sich in Nürnberg eine Druckerei ein. Sein Programm umfaßte Werke des Ptolemäus, Euklid, Archimedes, Apollonius von Perge, Manilius, Proclus und Hyginus sowie zeitgenössischer Autoren (Peurbach) und eigene Schriften. Das war eine gewaltige Arbeit, deren Ausführung ihm nur zum geringen Teil gelang: Im Sommer 1475 reiste er nach Rom, um wahrscheinlich auf Wunsch des Papstes an der Kalenderverbesserung zu arbeiten. Dort starb er, erst 40jährig, wohl an der Pest.

Sein früher Tod riß eine empfindliche Lücke in den Kreis der Gelehrten. Viele Pläne blieben unerfüllt. Doch seine Werke übten auf die Wissenschaft des 15. und 16. Jh. einen nachhaltigen Einfluß aus. Sie wurden u. a. von Nicolaus

Copernicus benutzt, der, aufbauend auf den Leistungen der Antike, die Grundlagen der modernen Astronomie schuf.

Lit.: Zinner, E.: Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg, genannt Regiomontanus, München 1938.

*

15 Jahre INTERSPUTNIK

H.-D. NAUMANN

Am 15. November 1971 wurde das Abkommen über die Schaffung des internationalen Systems und der Organisation für kosmische Fernmeldeverbindungen INTERSPUTNIK unterzeichnet. Damit wurde der Grundstein für die Schaffung eines weltweiten satellitengestützten Nachrichtenübertragungssystems gelegt, das nach 15 Jahren auf eine dynamische Entwicklung und erfolgreiche Bilanz verweisen kann. Mit der Ratifizierung und Hinterlegung der Ratifizierungsurkunden beim Depositär in Moskau durch 6 Regierungen trat das Abkommen am 13. Juni 1972 in Kraft. 1974 wurde das INTERSPUTNIK-System nach zahlreichen Test- und Erprobungsarbeiten mit der Strecke Moskau-Havanna eingeweiht. INTERSPUTNIK ist eine offene internationale Organisation, die auf der Basis der Gleichberechtigung und völkerrechtlicher Universalitätsprinzipien arbeitet. Mitglied kann die Regierung eines jeden Landes werden, das die Ziele und Prinzipien der Organisation und die sich aus dem Abkommen ergebenden Pflichten anerkennt. Entsprechend dem Abkommen können die Dienstleistungen von INTERSPUTNIK auch Länder nutzen, die nicht Mitglied der Organisation sind. Die Prinzipien von INTERSPUTNIK waren durch die UdSSR erstmals als Entwurf anlässlich der I. UNO-Weltraumkonferenz 1968 unterbreitet worden.

Höchstes Organ von INTERSPUTNIK ist der Rat, der in der Regel jährlich tagt und alle Grundsatzfragen der Tätigkeit der Organisation behandelt. Jedes Mitgliedsland verfügt im Rat über eine Stimme und hat damit volle Gleichberechtigung. Ständiges ausführendes Organ ist die Direktion, der ein Generaldirektor vorsteht. Er wird vom Rat für vier Jahre gewählt. Sitz der Direktion ist Moskau.

Das von INTERSPUTNIK betriebene Fernmeldesystem umfaßt zwei Komponenten:

– den kosmischen Komplex, der Eigentum der Organisation ist oder von der Organisation gemietet wird. Als ökonomischste Variante wurde bisher die zweite Variante genutzt.

– den Erdfunkstellen, die Eigentum der jeweiligen Länder sind.

In der ersten Etappe wurden umlaufende Satelliten der Typen Molnija 2 und 3 genutzt. Seit 1979 werden geostationäre Satelliten vom Typ Stationar von der UdSSR gemietet. Im Einsatz sind derzeit die Satelliten Stationar 4 und 13, über die folgende Länder Fernmeldeverbindungen abwickeln:

- Stationar 4 (Atlantik-Region): VR Bulgarien, DVR Algerien, Ungarische VR, DDR, Republik Irak, Republik Kuba, VR Polen, UdSSR, ČSSR, Nicaragua
- Stationar 13 (Indik-Region): DR Afghanistan, MVR, SRV, VDR Laos, UdSSR

In jedem Versorgungsgebiet ist die Übertragung von Hör- und Fernsehfunfprogrammen, Fernsprech-, Fernschreib-, Faksimile- und Datensignalen möglich. Eine besondere Dienstleistung des Systems ist der ständige Aktualität austausch zwischen den Fernsehorganisationen der beteiligten Länder.

INTERSPUTNIK hat heute 15 Mitgliedsländer: Afghanistan, Bulgarien, ČSSR, DDR, Kuba, VDR Jemen, KVDR, Laos, MVR, Polen, Rumänien, UdSSR, Ungarn, Nicaragua und Vietnam. In weiteren Staaten entstehen Erdfunkstellen, so Syrien. Darüber hinaus werden die Dienstleistungen von einer Reihe von Nichtmitgliedstaaten genutzt, so Frankreich, Österreich, Spanien, Japan, Algerien, Angola und den USA.

Zu den Entwicklungsvorhaben der Organisation gehören die Erhöhung der Übertragungskapazitäten sowie die Verbesserung von Qualität und Zuverlässigkeit der Übertragungen, wozuseit 1986 das von ungarischen Wissenschaftlern entwickelte System INTERSCHAT in den Erdfunkstellen installiert wird. Perspektivisch wird die Nutzung höherer Frequenzbereiche diskutiert.

*

Er schrieb die Geschichte der Rakete

FRANK-E. RIETZ

Als am 5. Juli 1927 der Verein für Raumschiffahrt gegründet wurde, war ein Zwanzigjähriger dabei, der sich bereits ein Jahr zuvor durch sein Buch „Die Fahrt ins Weltall“ einen Namen gemacht hatte. Es war der Wissenschaftspublizist Willy Ley. Geboren am 2. Oktober 1906 in Berlin, besuchte er nach Abschluß des Gymnasiums als Gasthörer die Universitäten in Berlin und Königsberg (heute Kaliningrad). Sein



Willy Ley 1954 (Foto: Sammlung Rietz).

Interesse galt den Fächern Biologie, Paläontologie und Astronomie.

Durch Oberths Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“ wurde er inspiriert, sich dem Problem der Raumfahrt zu widmen. Allgemeinverständlich warb er in Tageszeitungen und Zeitschriften für den Flug ins All. Doch im Gegensatz zu Valier schrieb er nicht im überschwenglichen Ton der Begeisterung, sondern sachlich und technisch reell (siehe AuR 3/85). Seine tiefgründige Beschäftigung mit den physikalischen Grundlagen der Raketentheorie, ließen ihn zu einem Gegner der Realisierung des Raumfluges über bodengebundene raketengetriebene Fahrzeuge werden. Ley gehört zu den großen Sachkennern der Raketenhistorie.

In seinem Werk „Grundriß der Geschichte einer Rakete“ behandelte er erstmals umfassend die Geschichte der Rakete. Er war es auch, der mit dem Band „Die Möglichkeit der Weltraumfahrt“ (1928) als Herausgeber eine Sammlung von allgemeinverständlichen Beiträgen bekannter Raketen- und Raumfahrtspioniere wie Oberth, Hohmann, Esnault-Pelterie und anderen, veröffentlichte. Als stellvertretender Vorsitzender des Vereins für Raumschiffahrt prägte er entscheidend das Vereinsleben mit. Zudem war er verantwortlicher Redakteur des Unterhaltungsblattes des Vereinsorgans „Die Rakete“. Auf-

grund von Unstimmigkeiten im Vorstand trat er 1933 aus dem Verein aus.

Nachdem sämtliche privaten Aktivitäten auf dem Raketengebiet im faschistischen Deutschland eingestellt werden mußten – 1934 wurde auch der von Rudolf Nebel 1930 gegründete Raketenflugplatz Berlin-Reinickendorf geschlossen, auf dem Ley zu den Stammgästen zählte – verließ er 1935 Deutschland und ging in die USA. Neben verschiedenen wissenschaftlichen Tätigkeiten in unterschiedlichen Institutionen führte er auch praktische Raketenversuche bei der American Rocket Society durch.

Nach wie vor war seine Arbeit auch durch eine umfangreiche schriftstellerische Tätigkeit gekennzeichnet. Nicht nur zur Raumfahrtproblematik sondern auch zu Themen aus der Biologie, Paläontologie und Geologie veröffentlichte er Publikationen. Als Science Fiction-Autor machte er sich ebenfalls einen Namen. Weit über 60 Bücher und einige hundert Zeitungsartikel dokumentieren sein umfangreiches publizistisches Schaffen. Mit Recht kann man ihn als wissenschaftlichen Publizisten zu den Pionieren der Raumfahrt zählen.

Ley starb am 24. Juni 1969 an den Folgen eines Herzanfalls in Jackson Heights, New York.

KURZBERICHTE



Jahreszusammenkunft des AKV

Trotz Pfingstfeiertage konnte der Unterzeichnende 26 AK-Mitglieder und 3 Gäste zur diesjährigen Jahreszusammenkunft am 17. Mai 1986 begrüßen. Haupttagungsordnungspunkt war die 13. Auswertung der Beobachtungsergebnisse von 34 Beobachtern. Ihnen allen sprach der Leiter der Zentrale des AKV den herzlichsten Dank aus. Für langjährige aktive Mitarbeit konnte wiederum eine Reihe Mitglieder mit Diplomen und Ehrenurkunden ausgezeichnet werden.

Durch die recht ungünstigen Witterungsbedingungen gingen die Reihenbeobachtungen an kurzperiodischen Sternen weiter zurück. Immer mehr Beobachter konzentrieren sich auf Mira-Sterne und halbregelmäßige Veränderliche. Doch letztere erfordern Erfahrung und sind für fachneue Mitglieder ungeeignet. Darum wurden in der Zusammenkunft diese Fragen hervorgehoben. Mehr Beachtung werden wir künftig der Auswertung der Beobachtungen schenken, denn seit Beginn unserer Tätigkeit (1972) sind fast 200000 Beobachtungen erhalten worden. Sogenannte (beobachterisch) „passive“ Mitglieder werden sich verstärkt daran beteiligen.

Auch in diesem Jahr wurden Kurzvorträge gehalten (Bericht über die Teilnahme an der Zusammenkunft der tschechoslowakischen Veränderlichenbeobachter in Brno – H. Busch –, Selbstbau eines Sternphotometers – U. Witt –, Entwicklung der Rechentechnik für die Veränderlichenbeobachtung – P. Kroll –).

Im Punkt „Verschiedenes“ wurden solche Fragen, wie der Druck der AKV-Beobachtungsanleitung, der geplante Lehrgang für Anfänger in der Beobachtung Veränderlicher (Februar 1987) und die Weiterentwicklung der AKV-eigenen Umgebungskartenserie besprochen.

Erstmals fand ein Astrobasar statt, der auch bei künftigen Veranstaltungen wieder stattfinden soll.

Das vergangene Beobachtungsjahr erbrachte, trotz ungünstiger Sichtverhältnisse, insgesamt 19066 Einzelbeobachtungen, die 326 Ergebnisse lieferten.

Es wurden 3019 Einzelschätzungen mit 115 Ergebnissen an Kurzperiodischen, 5199 Beobachtungen mit 211 Ergebnissen an Mira-Sternen und 10848 Beobachtungen an halb- und unregelmäßigen Veränderlichen erhalten. Außerdem sind rd. 400 lichtelektrische Messungen (D. Böhme – 364; H. Busch – 30) zu verzeichnen. Diese Beobachtungstechnik wird sich künftig weiter entwickeln.

HELMUT BUSCH

Amateurbeobachtungen Veränderlicher Sterne in Ungarn

Die Beobachtung Veränderlicher Sterne in Ungarn hat Tradition. Bereits im August 1855 beobachtete Berta Degenfeld-Schomburg erstmalig die – heute S Andromedae genannte – extragalaktische Supernova. Aus unserem Jahrhundert stammen noch zwei Nova-Entdeckungen ungarischer Beobachter: die Nova Aquilae 1918 (V 603 Aql) und die Nova Cygni (V 476 Cyg.). Erstere wurde am 7. Juni 1918 von Endre Komaromi-Katz entdeckt ($m = 2^m$); wahrscheinlich die Erstbeobachtung). Dennoch gab es in Ungarn vor 1918 keine wesentliche Beobachtungsarbeit.

Am 27. März 1948 wurde in der Urania-Sternwarte Budapest die erste Beobachtung durch die Veränderlichen-Sektion der neugegründeten Ungarischen Astronomischen Gesellschaft durchgeführt. Schon bald brachte die Aktivität mehr als 5000 Beobachtungen; aber die Zahl der Beobachtungen ging zurück. Es ist möglich, daß das Interesse der Beobachter nachließ.

Seit Wiederaufnahme der Arbeit in der Urania-Sternwarte liegen für den Zeitraum 1957 bis 1972 kontinuierliche Beobachtungen vor (jährlich etwa 1000). 1972 wurde von Sándor Keszthelyi die Veränderlichen-Sektion der Amateurastronomischen Gesellschaft Albireo ins Leben gerufen und am 4. August 1979 wurden die beiden Gruppen (Albireo und Urania) vereinigt als Pleione Veränderliche Sterne-Beobachtungsnetzwerk (Pleione Változócsillagészlelő Hálózat, PVH).

Die Publikation der Ergebnisse erschien im System des AAVSO Circular in der – durch die Urania-Sternwarte monatlich herausgegebenen – Zeitschrift „Meteor“. Wir schicken die Angaben unserer Beobachtungen an die AAVSO und die AFOEV sowie an die Redakteure des Sternberg Institutes Moskau. Unsere Ergebnisse erscheinen in den PVH Report-Ausgaben. Darin sind jährlich Lichtkurven über Halbregelmäßige, Unregelmäßige, RV Tauri- und Mira-Sterne veröffentlicht, die gewöhnlich vom Computer gezeichnet sind. Die Beobachtungen werden (seit 1983) von unserem Computerspezialisten István Tepliczky bearbeitet. Bisher erschienen zehn Hefte. Die neue Publikation der PVH, die Vierteljahrszeitschrift „Pleione“ erscheint seit 1984. In dieser Zeitschrift sind alle Beobachtungsdaten unserer Mitglieder (nach Computerbearbeitung) publiziert.

Wir haben ungefähr 60–70 aktive Mitglieder und wir erhalten Beobachtungsergebnisse auch aus dem Ausland (z.B. England, Österreich, BRD, DDR, Spanien,

Türkei, Frankreich u. a.), deren Arbeit für uns sehr wichtig ist, weil unsere Instrumente meist kleiner sind. Unsere Ergebnisse rühren hauptsächlich von Beobachtungen mit Feldstechern oder kleineren Instrumenten her, sodaß wir unsere Ergebnisse vervollständigen können.

Die Leiter unserer Organisation sind Attila Miszer, Balázs Szöke und Czaba Mezösi. Fünf bis zehn Mitglieder helfen uns bei der Bearbeitung der Beobachtungen.

Wir hatten vor, ein photoelektrisches Instrument zu bauen, aber die Bestandteile sind sehr teuer, auch die komplizierte Beschaffung hindert uns. Trotzdem wurde unser erstes Instrument durch Gyula Sári angefertigt. Er benutzte ein sowjetisches Multiplier-Rohr mit einem Objektiv von 8 cm Durchmesser.

Unsere Organisation hat einen guten Kontakt zur Konkoly Sternwarte Budapest, und wir erhalten viel Hilfe und Ratschläge für unsere Arbeit. Die Zahl der Beobachtungsdaten der PVH ist schon auf mehr als 250.000 angewachsen.

Es gibt noch zwei Beobachtergruppen für Veränderliche Sterne in Ungarn. Eine ist die „Algol“, die sich nur mit Bedeckungsveränderlichen beschäftigt und 1974 von Tibor Juhász ins Leben gerufen wurde. Bis 1985 wurden mehr als 11.000 Beobachtungen durchgeführt. Diese Organisation wird jetzt (1986) mit der „Albireo“-Amateurastronomischen Organisation vereinigt.

Die Veränderlichen-Sektion der „Draco-Amateurastronomischen Gesellschaft“ beschäftigt sich nur mit hellen Veränderlichen, z. B. a Cas, γ Ori usw.

BALAZS SZÖKE

(Mit freundlicher Genehmigung dem PVH-Zirkular Nr. 18, Budapest, 1. 3. 1986, entnommen, geringfügig bearbeitet und gekürzt. – H. A.)

*

Aufruf zu Schülerwettbewerb

Die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR ruft die Schüler der oberen Klassen von Oberschulen und Berufsschulen der DDR zu einem Wettbewerb aus Anlaß des 25. Jahrestages des ersten bemannten Raumfluges durch Juri Gagarin auf.

Der Schülerwettbewerb soll einen Beitrag dazu leisten, daß der Nutzen der friedlichen Raumfahrt zum Wohle der Menschheit verdeutlicht wird. Er ist geeignet, die Tätigkeit von außerschulischen Arbeitsgemeinschaften und besonders von fakultativen Kursen nach dem Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ zu unterstützen und wendet sich besonders an die dort erfaßten Schüler.

Gesucht sind Entwürfe, Modelle, Arbeits- und Anschauungsmittel zur Raumfahrt sowie Vorschläge für Experimente, die z. B. im Unterricht oder in der außerschulischen Arbeit (besonders in fakultativen Kursen) von Nutzen sein können.

Die Wettbewerbsbeiträge sind bis zum 12. April 1987 einzureichen: Pionierpalast „Ernst Thälmann“, 1170 Berlin, PSF 25, Kennwort „Wettbewerb Raumfahrt“. Bei größeren Objekten können Fotos mit Beschreibungen eingereicht werden.

Die Auswertung des Wettbewerbs erfolgt zum 30. Jahrestag des Starts von Sputnik 1 im Oktober 1987.

GESELLSCHAFT FÜR WELTRAUMFORSCHUNG UND RAUMFAHRT DER DDR

KOMMISSION FÜR BILDUNGSFRAGEN

Prof. Dr. R. Joachim
Präsident

OSR E. Otto
Leiter der Kommission

Die Strategie der USA zur Militarisierung des Weltraums und der Kampf der Friedenskräfte

Die Gefahr der Ausdehnung des Wettrüstens auf den Weltraum ist zur Existenzfrage für die Menschheit geworden. Nicht von ungefähr nehmen Berichte über die wahnwitzigen Rüstungspläne der USA, wie sie im von Präsident Reagan verkündeten „Sternkriegsprogramm“ ihren Niederschlag fanden, und der Kampf der Friedenskräfte gegen SDI und für allgemeine Abrüstung seit Jahren einen breiten Raum in den Massenmedien ein. Diesen Kampf gezielt und effektiv zu führen, dabei Menschen unterschiedlichster Weltanschauung und sozialer Stellung zu mobilisieren, dazu bedarf es der theoretischen Durchdringung aller mit der drohenden Militarisierung des Kosmos verbundenen philosophischen, ökonomischen, juristischen, politischen, militärischen und naturwissenschaftlich-technischen Fragen. Den bisher erreichten Erkenntnisstand vorzuweisen und Richtungen für weitere Forschungen aufzuzeigen – diesen erklärten Ziel diente ein vom Wissenschaftsbereich Politische Ökonomie der Sektion Wirtschaftswissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena und vom Fachbereich VI „Raumfahrt und Gesellschaft“ der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR am 31. Januar 1986 in Jena veranstaltetes interdisziplinäres wissenschaftliches Kolloquium unter dem in der Überschrift genannten Thema. Es handelte sich um das erste Kolloquium dieser Art in der DDR, und wenn je ein Auftakt Lorbeeren für ausgezeichnete Vorbereitung und Organisation, aber auch für Themenwahl der einzelnen Beiträge mit Blick auf Wissenschaftlichkeit und Propagandawirkung verdient hat, so traf das hier zu. Hohe Aktualität und Bedeutung der Veranstaltung spiegeln sich zugleich in der Teilnehmerliste wider:

Insgesamt 249 Wissenschaftler und Propagandisten aus rund 130 verschiedenen Instituten, darunter allein von 6 Akademien, 27 Universitäten und Hochschulen, 31 Fach- und Ingenieurschulen, 7 SED-Bezirksleitungen und 9 Bezirksparteiorganisationen der SED, von Ministeriumsbereichen, Kombinate und Betrieben, Verlagen und Zeitungsredaktionen sowie gesellschaftlichen Gremien unseres Landes waren der Einladung gefolgt. Die interdisziplinäre Zusammenfassung des Teilnehmerkreises fand in der Vielfalt der in den Referaten und Diskussionsbeiträgen angesprochenen Fragen ihren wissenschaftlichen Niederschlag.

Nach der Eröffnung des Kolloquiums durch das Mitglied der SED-Bezirksleitung Gera, Prof. Dr. Dr. Wächter, hielten Dr. sc. Kunze, Oberst Dr. sc. Schreiber, Prof. Dr. sc. Joachim und Dipl.-Staatswiss. Kleinwächter die Hauptreferate, an die sich 13 Diskussionsredner anschlossen. Weitere 12 aus Zeitgründen nicht gehaltene Beiträge sollen im vorgesehenen Protokollband mit erscheinen.

Im Schlusswort würdigte Dr. Kunze die Wissenschaftlichkeit und Parteilichkeit der Beiträge und betonte, daß der interdisziplinäre Charakter des Kolloquiums nicht zufällig sei, sondern sich aus der Sache ergebe und damit auch weiterhin gepflegt werden müsse.

Daß die Frage des Kampfes gegen die Sternkriegspläne des USA-Imperialismus für die Teilnehmer nicht nur ein Problem akademischen Meinungsstreites ist, sondern zu aktiven Handeln herausfordert, wurde in einer Willenserklärung an der DDR-Friedensrat bekräftigt, in der alle Anwesenden ihren Protest gegen die Weltraumrüstungspläne der USA bekundeten, die Friedensinitiativen der UdSSR würdigten und erklärten, weiterhin alle Kraft für die Stärkung des Sozialismus als Garanten des Friedens einzusetzen.

RALF P. KRÄMER

Statut über die Verleihung von Ehrennadeln des Kulturbundes der Deutschen Demokratischen Republik

Das Präsidium stiftet die „Ehrennadel des Kulturbundes der Deutschen Demokratischen Republik“, um hervorragende Leistungen der Kulturbundarbeit zu würdigen.

§ 1

Die Ehrennadel wird für Kulturbundarbeit, die einen hohen gesellschaftlichen Effekt erzielt hat, verliehen.

§ 2

Die Ehrennadel wird verliehen in den Stufen Gold, Silber und Bronze
an Einzelpersonen,
an Kollektive.

§ 3

Die Auszeichnung mit der Ehrennadel beschließt

- in Gold: das Präsidium für besonders zu würdigen-
de Persönlichkeiten,
die Arbeitsausschüsse der Zentralvorstände
für ihre Teilgebiete im Einvernehmen mit
dem Präsidium;
- in Silber: die Arbeitsausschüsse der Bezirksleitungen,
die Arbeitsausschüsse der Bezirksvorstände
für ihr Teilgebiet im Einvernehmen mit
den Arbeitsausschüssen der Bezirkslei-
tungen;
- in Bronze: die Arbeitsausschüsse der Bezirksleitungen,
die Arbeitsausschüsse der Bezirksvorstände
für ihr Teilgebiet im Einvernehmen mit
den Arbeitsausschüssen der Bezirkslei-
tungen.

Vorschlagsberechtigt sind:

- die Mitglieder des Präsidialrates, der Zentralvorstände
und Zentralen Kommissionen,
- die Mitglieder der Bezirksleitungen, der Bezirksvorstände
und Bezirkskommissionen,
- die Mitglieder der Kreisleitungen, der Kreisvorstände und
Kreiskommissionen,
- der Minister für Kultur,
- der Minister für Hoch- und Fachschulwesen,
- der Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft,
- der Minister für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirt-
schaft,
- der Minister für Geologie.

§ 5

Die Ehrennadel kann in der Regel nur einmal in der je-
weiligen Stufe verliehen werden.

§ 6

Die Verleihung der Ehrennadel erfolgt in der Regel zum
Gründungstag des Kulturbundes am 3. Juli.

Berlin, am 3. Juli 1985

Kulturbund der DDR
Sekretariat des Präsidiums

REZENSIONEN

Transpress Lexikon Raumfahrt Weltraumforschung

Seit 19 Jahren hat Mielkes Raumfahrtlexikon unter unterschiedlichen Titeln und Verlagen einen festen Platz unter den Raumfahrtsachbüchern unseres Landes. Um diesen Platz zu behaupten, muß es in gewissen Abständen überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht werden. Nachdem 1980 die letzte Auflage erschienen war, präsentiert sich der neue Mielke unter einem neuen Titel, der die Weltraumforschung mit einschließt. Das gegenüber der letzten Auflage vergrößerte Platzangebot wurde einerseits dazu genutzt, neue Begriffe und Projekte aufzunehmen, wobei sich natürlich die lange Zeit von fast 2 Jahren zwischen Manuskriptabschluß und Auslieferung durch den Buchhandel nicht gerade günstig auf die Aktualität auswirkte. Andererseits sind weitere Begriffe auch aus der Geschichte der Raumfahrt neu aufgenommen sowie bereits vorhandene Stichwörter umfangreicher bebildert worden.

Leider gibt es im Text zahlreiche Stellen, die der Rezensent kritisieren muß. So heißt Venus auf russisch eben nicht Wega (S. 531). Im Artikel über Salut ist gegenüber der letzten Auflage ein Teil der Missionsbeschreibungen einfach weggelassen, so daß es nach Sojus 10 sofort mit Salut 6 weitergeht. Der Artikel über Apollo ist so aufgebaut, daß die Flüge Apollo 7 und 9 in keiner der Tabellen auftauchen. Den Namen eines Raumfahrtprojektes legen die Beteiligten fest. Deshalb ist unklar, wie der Autor zur Bezeichnung Sojus Apollo Test Projekt kommt. Das Projekt heißt in den USA Apollo Sojus Test Projekt (ASTP) oder in der Sowjetunion Experimenteller Flug Apollo Sojus (EPAS). Desgleichen findet man das ST unter NASA Space Telescope. Es heißt inzwischen jedoch Hubble Space Telescope.

Nicht so richtig überzeugen können die Stichworte zur Weltraumforschung. Im Kapitel über die Sonne sind nur erdgebundene Aufnahmen dargestellt. Auch fehlen neuere raumgebundene Ergebnisse, wie zum Beispiel die Koronalöcher als Quelle des Sonnenwindes. Stichworte über die Jupiter- und Saturnmonde sind neu hinzugekommen. Die dazu abgebildeten Karten sind weder vollständig noch in einer Druckqualität, daß man sie lesen kann. Mittlerweile sind mindestens 16 Objekte unseres Sonnensystems kartographiert und es wäre ein Verdienst gewesen die Karten einmal alle zu bringen.

Der Rezensent begrüßt, daß wiederum zahlreiche Abbildungen, die man sich allerdings in einem kontrastreichen Druck gewünscht hätte, den Text illustrieren. Leider sind weniger Porträts von Raumfahrern enthalten, statt dessen hätte der Autor falsche, veraltete oder doppelte Darstellungen entfernen können. Beispielsweise ist das F 1 Triebwerk oder der ballistische Raumtransporter mehrfach abgebildet, letzterer auf S. 304 sogar bei einer Mondlandung mit Wolken am Horizont. Auf S. 94 und 181 ist dieselbe Abbildung enthalten, einmal als Triebwerk XLR 115 zum anderen als H 1. Das Salutschema auf S. 419 links zeigt nicht Salut 6, sondern Salut 4, die Vertikalrakete auf S. 522 ist wieder im Negativ wiedergegeben, das Sojusschema auf S. 451 hätte man durch ein besseres ersetzen können und das Apollounkopschema auf S. 27, das falsch ist und seit 19 Jahren im Mielke enthalten ist, weglassen können. Der Farbteil eines Buches, das ansonsten nur Schwarz-Weißaufnahmen enthält, sollte die notwendige Beschränkung auf wenige Aufnahmen nutzen, um das Beste aus-

zuwählen. Daß diesem Anspruch der Farbteil des Raumfahrtlexikons in keiner Weise gerecht wird, wird am deutlichsten bei den Planetenaufnahmen. Mag man es im Textteil noch hinnehmen, daß Jupiter durch eine Pioneer 10-Aufnahme und Mars im wesentlichen durch Mariner 9- und noch ältere Aufnahmen vertreten ist; im Farbteil erwartet man einfach die Aufnahmen neueren Datums von Viking, Voyager und Venus 13 und 14. Man kann sagen, der neue Mielke ist gegenüber der letzten Auflage verbessert worden und wird daher sicher gekauft werden, bzw. man wird ihn in Bibliotheken ausleihen, wenn man ihn im Handel nicht bekommt. Etwas mehr hätte man für den gediegenen Preis schon erwarten können und vor einer neuen Auflage sollte das Lexikon unbedingt auf Fehler durchgesehen werden. Etwas ist noch zu tun, um den Untertitel Weltraumforschung auf dem Schutzmalschlag in gleicher Größe wie den Haupttitel Raumfahrt schreiben zu können.

THOMAS MAROLD

H. Mielke: Transpress Lexikon Raumfahrt Weltraumforschung. Transpressverlag Berlin 1986. 568 S., 738 z. T. farb. Abb., 37 Tab., Leinen, 36 M.

*

Technik-Wörterbuch Luft- und Raumfahrttechnik

Was lange währt wird gut, besagt ein altes Sprichwort, das gleichermaßen als Prädict für die erste Auflage des Wörterbuches Russisch-Englisch-Deutsch der Luft- und Raumfahrttechnik dienen soll.

Allen für die Tatsache, daß nun erstmals in der DDR ein dreisprachiges Nachschlagewerk auf dem Gebiet der Luft- und Raumfahrttechnik erscheint, gebührt dem Verlag Technik Berlin ein Dankeschön.

Nachfolgend eine Betrachtung über das im Wörterbuch enthaltene Spektrum an Schlagwörtern aus der Raumfahrt und Weltraumforschung.

Wie der Autor auch im Vorwort erläutert, sind mit der schnellen Entwicklung der Raumfahrt in den letzten 10 Jahren eine große Zahl neuer Termini entstanden, die weder in früher herausgegebenen noch in den gegenwärtig vorliegenden Wörterbüchern der entsprechenden Thematik enthalten sind. Mit M. G. Kotik konnte ein erfahrener sowjetischer Wörterbuchautor gewonnen werden.

Darum kann man sicher davon ausgehen, daß die mitunter recht komplizierten russischen Termini korrekt sind. Größtenteils hat es der Autor verstanden, das Fachgebiet Raumfahrt und Weltraumforschung umfassend zu behandeln. Im englischsprachigen Teil gibt es kleine Ungenauigkeiten. Beispielsweise vermißt man das allgemein bekannte Stichwort remote sensing (Fernerkundung). Dafür findet sich der veraltete Begriff remote observation (Fernbeobachtung).

Mängel läßt auch die deutsche Umsetzung erkennen. Begriffe wie „Abgang aus der Umlaufbahn“, „Mondlandungsrakete“, „Raumflughafen“, „Weltraumschiff“ sind entweder falsch interpretiert oder überkompliziert. Besser wäre „Abstieg aus der Umlaufbahn“, „Mondabstiegstriebwerk“, „Raketenstartplatz“, „Raumschiff“.

Bei einer überarbeiteten Auflage sollte man auf eine bessere deutschsprachige Terminierung achten, da dieses Buch sicher auch im Ausland Interesse hervorrufen wird. Gegebenenfalls sollte man einen geeigneten Raumfahrtpublizisten unseres Landes zur Mitarbeit heranziehen.

Sehr erfreulich hingegen ist, daß zahlreiche technische

Fremdwörter im deutschsprachigen Teil erläutert werden, so daß der Benutzer auf ein zweites, erklärendes Nachschlagewerk verzichten kann.

Ebenso kann positiv angemerkt werden, daß sowohl ein deutsches als auch ein englisches Register zur Verfügung steht. Somit kann das Wörterbuch auch in den möglichen umgekehrten Kombinationen (z. B. Deutsch-Englisch-Russisch) benutzt werden.

Insgesamt entsteht ein ausgezeichnete Eindruck, so daß das mit etwa 35 000 Wortstellen umfangreiche Werk sicher bald einen breiten Nutzerkreis finden wird.

UWE SCHMALING

Kotik, M. G.: Technik-Wörterbuch Luft- und Raumfahrttechnik, Russisch-Englisch-Deutsch, unter Mitwirkung von G. Hauck. VEB Verlag Technik, Berlin 1986, 1. Aufl., 880 Seiten, Kunstleder. 98 M. Best.-Nr. 553 4823.

Suche Falkauer Atlas. - Berndt Hofmann, Schwalbenweg 9, Schönefeld, 1188.

Suche schwere parallakt. Montierung m. elektr. Nachführung für ein 500 mm-Spiegelteleskop oder Baupläne dafür. - S. Neef, H.-Beimler-Str. 7, Hirschfeld, 9501.

Suche dringend Montierung I oder Ib. - Sven Zelasek E.-Grube-Str. 5, Finsterwalde, 7980.

Verkaufe Telementor 2 mit umfangreichem Zubehör für zus. 2000 M. - Wolfgang Heda, Walter-Kersten-Str. 12, PF 506, Aschersleben, 4320.

Suche Refraktoren 80/840 und 50/540; Achsensystem T und dazugehör. Holzdreibeinativ. - Andreas Dietrich, Uferstraße 17, Görlitz, 8900.

Suche Newton- o. Cassegrain-Sp. m. 9...15 cm Ø ab 1 m Brennweite u. mind. 2 Okularen f. 500 M. - M. Richter E.-Grube-Str. 7, Finsterwalde, 7980.

Suche alle Ausgaben von „Astronomie und Raumfahrt“ - H. Dunkel, N.-v.-Gneisenau-Str. 18, Hoyerswerda, 7700.

Unsere Autoren

Prof. Dr. D. Möhlmann, Institut für Kosmosforschung d. AdW, Rudower Chaussee 5, Berlin, 1199

Dipl.-Ing. F.-E. Rietz, Skladanowakstr. 1, Berlin, 1110

Dipl.-Phys. T. Boller, ZIAP d. AdW d. DDR, Luxemburgstr. 17a, Potsdam-Babelsberg, 1502

Doz. Dr. M. Reichstein, Händelstr. 35, Halle/S., 4020

Ing. E. Litzroth, Jenaer Str. 09, Erfurt, 5084

Dipl.-Ing. H.-D. Naumann, Str. d. Thälmannpioniere 19, Radeberg, 8142

Uwe Schmaling, Gr. Wollweberstr. 23, Neubrandenburg, 2000

Dr. Jürgen Hamel, Alt-Treptow 1, Berlin, 1183

Jan Oehler, Leninstr. 04, Neubrandenburg, 2000

Dietmar Röttler, Rote Kapelle 2, Frankfurt/Oder, 1200

Frank Schäfer, Schlebenstr. 27, C-123, Zittau, 8800

Dr. W. Götz, Sternwarte, Sonneberg, 6400

Prof. Dr. S. Marx, K.-Schwarzschild-Obs., Tautenburg, 6901

(Weitere Autorenschriften sind bei der Red. zu erfragen.)

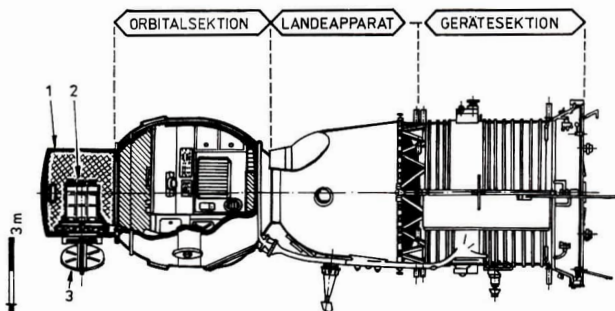
Sojus 20-31

Dieser Zeitraum ist durch den Einsatz des Raumschiffes als Zubringer zu Orbitalstationen des Typs Salut gekennzeichnet. Ausnahmen: Sojus 20 und 22. Sojus 20 – Erprobung eines modifizierten Sojus-Raumschiffes als unbemanntes automatisches Transportraumschiff, z. B. auch für Haveriefälle und eine Vorstufe für die automatischen Einweg-Transportraumschiffe Progreß. Sojus 22, das Ersatzraumschiff für das „Sojus-Apollo-Test-Projekt“, wurde so umgebaut, daß an die Stelle des Kopplungsstutzens eine neue Sektion mit der in der DDR (VEB Carl Zeiss Jena) hergestellten Multispektralkamera MKF-6 trat. Die maximale Einsatzdauer der Sojus-Raumschiffe wurde auf 90...100 Tage ausgedehnt, so daß effektive

Langzeitmissionen an Bord möglich wurden. Mit dem Einsatz der Raumstation Salut 6, die erstmals über zwei Kopplungsstutzen verfügte, konnten Besatzungen von zwei Sojus-Raumschiffen (bis zu vier Kosmonauten) gemeinsame Forschungen durchführen. Gleichzeitig wurde es durch Austausch der Raumschiffe möglich, die Langzeitmissionen der Stammbesatzungen über die garantierte max. Einsatzdauer von Sojus hinaus zu verlängern. Mit dem Start von Sojus 28 (erste Interkosmosmannschaft) begann die Nutzung von Sojus als Zubringer für internationale bemannte Missionen zur Raumstation. Die zweiköpfigen Besatzungen (1 sowjet. und 1 Inter-Kosmonaut) führten achtstägige Raumflüge mit etwa siebenstägigen Forschungen an Bord von Salut 6 aus. Mit Sojus 31 startete die Interkosmos-Mannschaft UdSSR – DDR.

JAN OEHLE

Nr.	Internat. Bezeichn.	Besatzung	Startdatum	Flugdauer der Startbesatzung Flugdauer des Raumschiffes	Einsatzzweck
20	1975-106A	—	17. 1. 11975	ca. 91 d bis 16. 2. 1976	Kopplung mit Salut 4, Bahnmanöver, Test für unbemanntes automatisches Transportraumschiff, biolog. Proben an Bord, Nutzung der elektr. Energieversorgung von Salut 4
21	1976-64A	B. Wolynow V. Sholobov	6. 7. 1976	49 d 6 h 24 min bis 24. 8. 1976	Kopplung mit Salut 5, Forschungstätigkeit in Salut 5 (48 d), biolog. Exp., Kristallzüchtung, Infrarotteleskop
22	1976-93A	V. Bykowski W. Axjonow	15. 9. 1976	7 d 21 h 53 min bis 23. 9. 1976	Ersatzraumschiff für SATP, statt Koppl. stutzen neue Sektion mit Multispektralkamera MKF-6, Erkundung mit MKF-6, Exp. zur Vervollkommnung v. Methoden d. Handsteuerung mit Nutzung optischer Navigation
23	1976-100A	W. Sudow V. Roshdestwenski	14. 10. 1976	2 d 00 h 05 min bis 16. 10. 1976	Kopplung m. Salut 5 wegen Fehler im Funktionsablauf d. Steuerungssysteme abgesagt. 1. Wasserlandung eines Sojus-R. im See Tengis bei kompl. meteorolog. Bedingungen (Schneesturm)
24	1977-08A	V. Gorbatko J. Glaskow	7. 2. 1977	17 d 10 h 27 min bis 25. 2. 1977	Koppl. mit Salut 5, ca. 17 d Forschungstätigkeit in Salut 5, med.-biolog. Exp., Werkstoffv. technolog. Exp. (Teilaustausch d. Kabinatmosphäre von Salut 5)
25	1977-99A	W. Kowaljonok V. Rjumin	9. 10. 1977	2 d 00 h 46 min bis 11. 10. 1977	Koppl. mit Salut 6 wegen Abweichung im automat. Annäherungssystem nicht ausgeführt
26	1977-113A	J. Romanenko G. Gretschko (1. Stammbesatzung Salut 6)	10. 12. 1977	96 d 10 h 00 min bis 16. 3. 1978 Rückkehr d. Raumschiffes am 16. 1. 1978 37 d 10 h 11 min	11. 12. 1977 Koppl. m. Salut 6 (Heckstutzen), 96 d Forschungstätigkeit in Salut 6, gemeinsame Forschung mit Sojus 27-Besatz. u. 1. Interkosmos-Besatz. (Sojus 28), Kontrollausstieg, Ankoppl. u. Entladung von 1. automat. unbemanntem Transportraumsch. „Progress 1“, Landung d. Besatzung mit Sojus 27
27	1978-03A	W. Dehanibekow O. Makarow	10. 1. 1978	6 d 9 h 04 min bis 16. 1. 1978 64 d 22 h 53 min	11. 1. 1978 Koppl. m. Salut 6 (Bugstutzen) gemeinsame Forschung m. Sojus 26-Besatz. (ca. 6d), Landung d. Besatzung mit Sojus 26
28	1978-23A	A. Gubarew V. Remek (CSSR) (1. Interkosmosbesatzung)	2. 3. 1978	7 d 22 h 17 min bis 10. 3. 1978	3. 3. 1978 Koppl. m. Salut 6, gemeinsame Exp. m. Sojus 26-Besatz. (ca. 7 d)
29	1978-61A	W. Kowaljonok A. Iwanitschenkow (2. Stammbesatz. Salut 6)	15. 6. 1978	139 d 14 h 48 min bis 2. 11. 1978 79 d 15 h 23 min	17. 6. 1978 Koppl. m. Salut 6, gemeins. Exp. mit 2. u. 3. Interkosmosbesatzung (Sojus-30+31), Empfang v. 3 Transportraumschiffen (Progress 2—4) Ausstieg, Umkopplungsmanöver, 139 d Forschungstätigkeit i. Salut 6, Landung d. Besatz. m. Sojus 31
30	1978-65A	P. Klimuk M. Hermaszewski (VR Polen) (2. IKB)	27. 6. 1978	7 d 22 h 04 min bis 5. 7. 1978	28. 6. 1978 Koppl. m. Salut 6, gemeins. Exp. m. Sojus 29-Besatzung (ca. 7 d)
31	1978-81A	V. Bykowski S. Jahn (DDR) (3. IKBesatz.)	26. 8. 1978	7 d 20 h 49 min bis 3. 9. 1978 67 d 20 h 14 min	27. 8. 1978 Koppl. m. Salut 6, gemeins. Exp. m. Sojus 29-Besatzung (7 d), Landung der Besatzung mit Sojus 29



Oben: Das für den Flug von SOJUS 22 modifizierte Reserveraumschiff des SATP-Unternehmens.

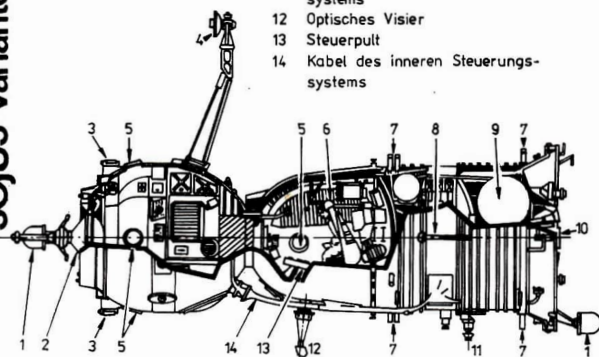
- 1 Verkleidung der Foto-sektion
- 2 Multispektralkamera MKF6
- 3 Schutzdeckel

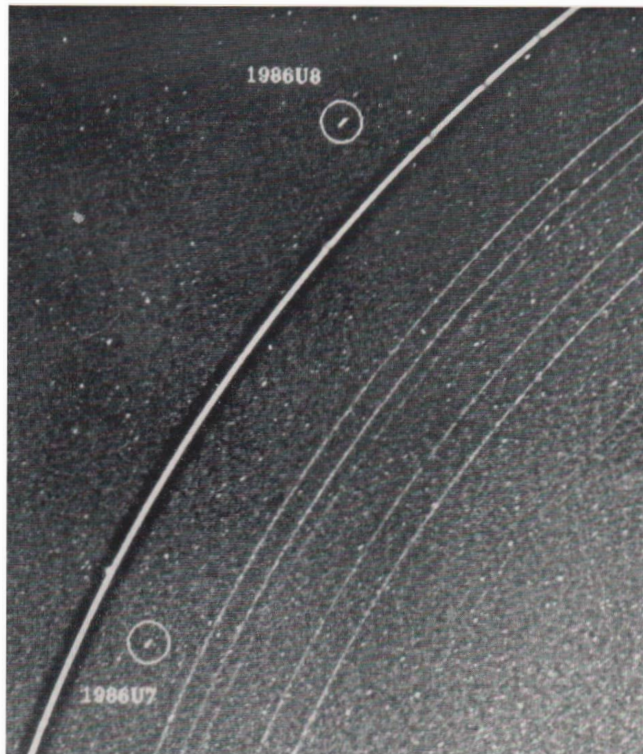
Unten: Das Raumschiff SOJUS 31.

- 1 Suchantenne
- 2 Kopplungsaggregat
- 3 Fernsehkamera
- 4 Richtantenne zur automatischen Zielbegleitung
- 5 Bordfenster
- 6 Konturensessel
- 7 Lageregelungstriebwerke
- 8 Antenne für Sprechfunk
- 9 Treibstoffbehälter
- 10 Haupttriebwerk
- 11 Infrarotsensor des Steuerungssystems
- 12 Optisches Visier
- 13 Steuerpult
- 14 Kabel des inneren Steuerungssystems

Erarbeitung / Grafik:
Dietmar Röttler

SOJUS-Varianten [2]

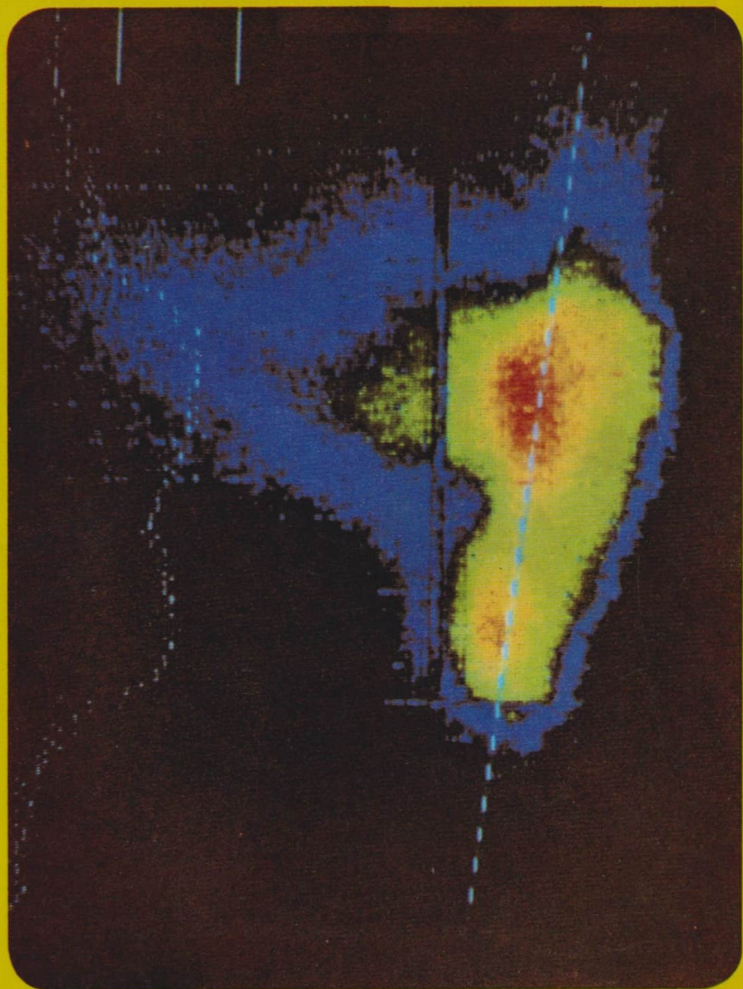




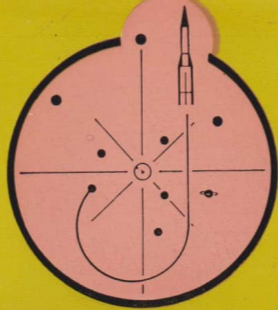
„Schäferhund“-Monde und Ringsystem des Uranus.

Die Monde 1986U7 und 1986U8 befinden sich innerhalb bzw. außerhalb des hellen ϵ -Ringes als „Schäferhund“-Monde. Sie tragen zur Stabilität der Ringe bei. Nach innen schließen sich die Ringe δ , γ , η , β , α , sowie die nur sehr schwach erkennbaren Ringe 4, 5 und 6 an. Die Ringe wurden 1977 bei einer Sternbedeckung festgestellt. Ihre Breite liegt zwischen 100 km (ϵ -Ring an der breitesten Stelle) und nur wenigen Kilometern.

Die Größe der beiden Monde wurde aufgrund der wahrscheinlichen Oberflächenbeschaffenheit mit 20 bis 30 km geschätzt.



Astronomie UND Raumfahrt



ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1986 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 Heins Albert

Astronomie: Prof. Dr. sc. S.
Marx, Dipl.-Phys. W. Häupl;
– **Raumfahrt:** Prof. Dr. sc. D.
Möhlmann, Uwe Schmaling;
– **Philosophie/Geschichte:** Dr. J.
Hamel; – **Amateure:** Ing. A. Grün-
berg, Dipl.-Phys. J. Rendtel,
StR A. Zenkert, B. Zill; –
Aus der Lit.: J. Gasiecki; – **Re-
zensionen:** Dipl.-Phys. M. Woche;
Red.-Sekr.: Ing. W. Pohl
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionsstz:

9030 Crimmitschau, Pionier-
und Jugendsternwarte „Johan-
nes Kepler“, Straße der Jugend 8
Fernsprecher 3800 und 3730.

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“
erscheint 1986 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:

Roland 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

24. Jahrgang (1986) Heft 6

Titus Marwinski: Planetoiden und Planetoidenfamilien . . .	162
Berichtigung zu „Space Shuttle“ (Heft 4/1986)	166
Dieter Bruns: Von Salut 1 bis MIR	167
Wolfgang Roloff: Eine Astrokamera 4,5/210 mm für Weit- winkel aufnahmen	173
Andreas Dill: Mondfinsternisse 1987	176

Kurzberichte

Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen Juli/August 1986 ●	
Amateursternwarte in Zschernitz	176
Jugend- und Feriensternwarte Drebach ● Gründung des AK	
Raumfahrt erfolgte ● I. Bezirkstagung Astronomie in Suhl	177
Seminar des AK Sternbedeckungen	178
Geozentrische Planetenkoordinaten Januar 1987: Venus und Saturn	182
Bernhard Priesemuth: Raumfahrtstatistik 1985 (I)	183

Aus der Literatur	178
-----------------------------	-----

Rezensionen	180
-----------------------	-----

Vorschau ● Anzeigen ● Unsere Autoren	182
--	-----

Jahresinhaltsverzeichnis: Jahrgänge 21 (1983)–24 (1986). I–VIII	
Astrokalendar für das Jahr 1987	Beil.

Redaktionschluß: 15. 9. 1986

Auslieferung an den PZV: 29. 12. 1986

Bildseiten

Titelbild: Auflösung des Kometensuchbildes von Heft 3/1986
(Titelbild). Hier nun der richtige Bildinhalt zum bereits bekannten
Text. Wie zahlreiche Leser richtig erkannten, konnte Komet
Halley auf dem Bild gar nicht zu finden sein, denn der Bildaus-
schnitt war bei der Klischeeherstellung verändert worden, ohne
daß noch eine Korrektur möglich gewesen wäre.

2. und 3. Umschl.-S.: Aufnahmen von W. Roloff, Amateursternwarte
Birkholz mit der Astrokamera 4,5/210 mm bei Blende 11 auf
Astroplatten ZU 21. Beide Abb. sind teilweise Wiedergaben der
kontrastverstärkten Originalplatten 16 × 16 cm².

2. U.-S.: Sternfeld im Orion mit M42 am 18. 2. 1985 von 20.25
bis 21.25 MEZ. – **3. U.-S.:** Sternfeld im Fuhrmann und Zwillinge
mit den offenen Sternhaufen M 35, 36, 38 und NGC 1746. Norden
ist bei beiden Abb. oben. Lesen Sie auch den Beitrag S. 173

4. Umschl.-S.: Doppelsternhaufen h und chi Perseus, aufgenommen
mit Spiegelobjektiv 5,6/1000 mm und Pentacon six auf NP
27-Film.

Leitrohr: C 300/1800/4500 mm der Volkssternwarte Drebach.
Bel.-Zeit: 20 min. Lesen Sie dazu den Beitrag S. 177

Planetoiden und Planetoiden-Familien

TITUS MARWINSKI

Am Beginn des 19. Jahrhunderts, genau am 1. Januar des Jahres 1801, entdeckte der italienische Astronom G. Piazzi (1746—1826) einen neuen Planeten, der Ceres genannt wurde. Damit schien unser Planetensystem endlich vollständig zu sein. Folgt man nämlich der von dem Mathematiker und Physiker J. D. Titius (1729—1796) aufgestellten, von dem Direktor der Berliner Sternwarte J. E. Bode (1747 bis 1826) verbreiteten und später nach beiden als Titius-Bodesche Reihe benannten Formel ($a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$), mit der die mittleren Abstände der Planeten von der Sonne in AE berechnet werden können, so findet man tatsächlich für die meisten Planeten eine gute Übereinstimmung mit den aus Beobachtungen abgeleiteten Distanzen. Für $n = 3$ ergibt sich danach eine große Bahnhälfte von 2,8 AE. Im Planetensystem gab und gibt es aber an dieser Stelle keinen Planeten. Die von Piazzi entdeckte Ceres füllte diese Lücke, denn die beobachtete Distanz betrug 2,9 AE. Der zwischen Mars und Jupiter fehlende Planet schien gefunden und die von Kepler 1596 in seinem „Mysterium Cosmographicum“ ausgesprochene Vermutung von der Existenz eines solchen Planeten bestätigt [9].

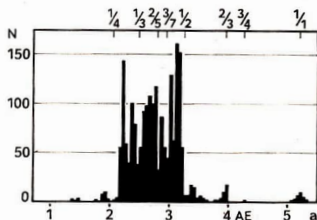
Bedingt durch schlechtes Wetter konnte man Ceres nicht lange genug verfolgen, um ihre Bahn genau zu berechnen. Erst 1802 wurde sie wiederentdeckt. Dazu trug wesentlich der Mathematiker C. F. Gauss (1777—1855) bei, der erstmals eine von ihm neu entwickelte Methode der Bahnberechnung erfolgreich anwandte. Noch im selben Jahr fand man zwischen Mars und Jupiter einen weiteren Planeten, Pallas. 1804 folgten Juno und 1807 Vesta. Da alle vier neu entdeckten Planeten recht klein waren, wurde für sie die Bezeichnung „Kleinplaneten“ oder Planetoiden eingeführt. Die Zahl der seitdem beobachteten Planetoiden hat ständig zugenommen. Man schätzt heute die Gesamtzahl der existierenden Planetoiden auf weit mehr als 100 000; von 3390 sind bisher (Jan. 1986) die Bahnparameter bekannt. Ihre Bahnen verlaufen zwischen der Mars- und der Jupiterbahn, d. h. sie konzentrieren sich zwischen 2,5 und 3,5 AE. Diese Bahnhäufung wird als Planetoidengürtel bezeichnet. Die Durchmesser der Planetoiden liegen in der Regel unter 1000 km. Ceres gilt mit ihrem Durchmesser von 1023 km als der bisher größte bekannte Planetoid. Die

größten Planetoiden sind nahezu kugelförmig, kleinere haben eine unregelmäßige, felsbrocken-ähnliche Gestalt.

Schon aus der Lage des Planetoidengürtels zwischen den erdartigen und den jupiterartigen Planeten ergibt sich die große Bedeutung der Planetoidenforschung für das Verständnis der Entstehung und Entwicklung unseres Sonnensystems. Bereits über 190 Jahre wird auf diesem Gebiet gearbeitet. Erst in den letzten Jahrzehnten gelangen, nicht zuletzt mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung einige Fortschritte. Entscheidende Probleme müssen aber noch gelöst werden, wie z. B. die Entstehung des Planetoidengürtels, die Ursachen für seine innere Struktur, die chemische Zusammensetzung der Planetoiden und die Frage nach Zusammenhängen zwischen Planetoiden und Meteoriten oder sogar zwischen Planetoiden und Kometen.

Nachfolgend sollen Aufbau und innere Struktur des Planetoidengürtels behandelt werden. Trägt man die Anzahl der Planetoiden in einem Diagramm über ihrer großen Bahnhälfte auf, so ergibt sich die in Abb. 1 dargestellte Grobstruktur: Eine Häufung der Planetoidenbahnen in bestimmten Zonen des Gürtels wird deutlich. Sie liegen zwischen 2,15 und 3,25 AE. Dazwischen gibt es einige Lücken, in denen sich nur wenige oder gar keine Planetoiden befinden. Diese Lücken werden als Kommensurabilitätslücken bezeichnet. Es sind Bereiche, in denen sich das Verhältnis der Umlaufzeit eines Planetoiden zu der des Jupiter in kleinen ganzen Zahlen angeben läßt. Ein Planetoid, der sich in einer solchen Kommensurabilitätslücke aufhält, wird durch die von dem Riesenplaneten Jupiter in diesen Bereichen hervorgerufenen

Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Planetoiden N in Abhängigkeit von der großen Bahnhälfte a in Intervallen von 0,05 AE mit Angabe von Kommensurabilitätslücken nach Gradie et al. [1].



starken Bahnstörungen gezwungen, diese Lücke zu verlassen. Allerdings gibt es auch Ausnahmen, die noch einer eindeutigen Klärung bedürfen. Hierzu gehört die Gruppe um den Planetoiden Hilda bei $a = 3,9$ AE mit einem Verhältnis der Umlaufzeiten von etwa 2:3.

In den 20er Jahren unseres Jahrhunderts hat der Japaner Hirayama [1, 2] den Planetoidengürtel näher untersucht und dabei überraschende Entdeckungen gemacht. Um die starke Gravitationswirkung der Jupitermasse auf die Planetoidenbahnen wenigstens teilweise zu beseitigen, führte er für seine Berechnungen sog. Eigenbahnelemente ein. Diese Eigenbahnelemente der Planetoiden befreite er von den durch die große Masse des Jupiter verursachten langperiodischen Bahnstörungen. Hirayama verwendete als Bahnelemente die große Bahnhalbachse a (sie blieb unverändert) und die Eigenbahnelemente Eigenexzentrizität e' , Eigenbahneigung i' und die Eigenlänge des aufsteigenden Knotens ω' . Mit Hilfe von Diagrammen, in denen je ein Eigenbahnelement über der großen Halbachse a aufgetragen wurde, fand Hirayama in einem a - $\sin i'$ -Diagramm (vgl. Abb. 2) drei hohe Planetoidenkonzentrationen, die er als Familien bezeichnete, nämlich die Eos-Familie (E), die Koronis-Familie (K) und die Themis-Familie (Th). Diese deutete Hirayama als Reste einer spontanen Fragmentation von Planetoiden-Urkörpern.

Hirayamas Arbeiten wurden später fortgeführt. Mit verbesserten Eigenbahnelementen und Daten von zahlreichen anderen Planetoiden bestätigte Brouwer 1951 (nach [1]) dessen Ergebnisse. 1969 untersuchte Arnold (nach [1]) mit sta-

tistischen Methoden die Planetoidenbahnen und stellte deutliche Abweichungen von einer zufälligen Bahnverteilung fest, die die Möglichkeit der Existenz von Planetoiden-Familien stützt.

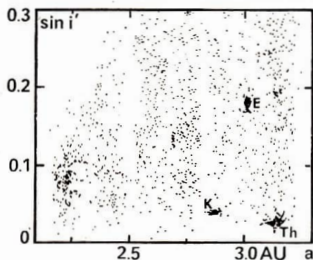
Offen aber blieb die Frage nach der genauen Abgrenzung der Planetoiden-Familien gegenüber den Planetoiden ihres Umfeldes, oder anders gesagt, gegenüber den nicht der Familie angehörenden Planetoiden. Dieses Problem trat schon in der Familien-Definition von Hirayama auf. Sie lautet: „Planetoidenfamilien sind Gruppen von Planetoiden, die in den drei Eigenbahnelementen a , e' und i' innerhalb gewisser Grenzen übereinstimmen.“

Diese Definition ist im Prinzip heute noch gültig. Problematisch daran ist die Formulierung „innerhalb gewisser Grenzen“. Das soll am Beispiel der Parthenope-Familie nach Kozai [2] demonstriert werden. Überträgt man Kozais Daten für die Parthenope-Familie in Diagramme, so findet man, daß diese aus Teil-Familien besteht, aus zwei scheibenförmig hintereinander angeordneten Familien und aus einer etwas abseits stehenden größeren Familie. Andere Autoren, wie z. B. Williams [3], haben in dieser Region acht Planetoiden-Familien gefunden. Williams übernahm von Kozais Parthenope-Familie mit ihren 68 Mitgliedern jedoch nur 32, die restlichen 36 Mitglieder ließ er unberücksichtigt. Das zeigt, daß die Familienausdehnung und die Anzahl ihrer Mitglieder sehr von den subjektiven Auswahlkriterien einzelner Autoren abhängen. Inzwischen sind je nach Autor bis zu 180 Planetoiden-Familien insgesamt bekannt, wobei das Kriterium der ähnlichen Bahnelemente nur eine von mehreren Möglichkeiten zur Familien-Bildung darstellt.

In den 50er Jahren befaßte sich Piotrowski (nach [8]) mit dem Ursprung von Planetoiden-Familien unter dem Aspekt der Möglichkeiten einer Kollision von Planetoiden als Entstehungsvariante. Eine genauere Betrachtung, die van Houten 1971 vornahm (nach [1]), erbrachte eine Einteilung der Planetoiden-Gruppen nach ihrer Entstehung, hervorgerufen (1.) durch dynamische Ursachen und (2.) durch genetische Zusammenhänge. Zur ersten Gruppe sind u. a. die Zonen des Planetoidengürtels und die Trojaner zu rechnen, zur zweiten Gruppe zählen jene Familien, die aus einem Urkörper hervorgegangen sind.

Wenn es richtig ist, daß eine Planetoiden-Familie aus Fragmentationsprozessen und/oder Kollisionen von Planetoiden-Urkörpern hervorgehen kann, wie schon Hirayama annahm, dann müßte eine für solche Vorgänge charakteristische Durchmesserverteilung der Plane-

Abb. 2: Verteilung der Eigenneigung i' der Planetoiden des Hauptgürtels in Abhängigkeit von der großen Bahnhalbachse a nach Gradie et al. [1].



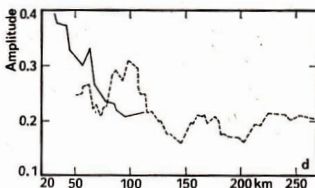
toiden vorliegen. Überprüft man den gesamten Planetoidengürtel unter diesem Gesichtspunkt, so zeigt sich, daß nur einige Planetoiden mit einem großen, viele mit einem mittleren und nur verhältnismäßig wenige mit einem kleinen Durchmesser zu beobachten sind. Bekanntlich sind aber bei Beobachtungen nur relativ helle Objekte sichtbar, die einen großen Durchmesser haben oder bei einem kleinen Durchmesser eine geringe Entfernung zur Erde bzw. eine hohe Albedo besitzen. Kleine Objekte mit geringerem Durchmesser oder niedrigerer Albedo können nicht beobachtet werden.

Um diese Beobachtungsauswahleffekte zu beseitigen, wird ein die statistische Unvollständigkeit beschreibender Korrekturfaktor eingeführt. Auf diese Weise können korrigierte Werte für die Anzahl der Planetoiden gewonnen werden, mit denen eine sinnvolle statistische Untersuchung möglich ist. Sie führt zu dem Ergebnis, daß die Durchmesserverteilung der Planetoiden im wesentlichen mit den Resultaten einer theoretischen, unter der Annahme von Fragmentationsprozessen und/oder Kollisionen von Planetoiden-Urkörpern als Entstehungsursache durchgeführten Untersuchung übereinstimmt.

Wendet man diese Methode auf die Planetoidenfamilien an, so ergibt sich, daß die Anzahl der Planetoiden mit wachsendem Durchmesser stark abnimmt. Die tatsächliche Durchmesserverteilung paßt relativ gut zu der aus Simulation auf der Erde gewonnenen theoretisch zu erwartenden Durchmesserverteilung. Das stützt die Hypothese der Entstehung von Planetoidenfamilien durch Fragmentation und/oder Kollision von Planetoiden-Urkörpern.

Auf der Suche nach weiteren Gemeinsamkeiten von Mitgliedern einer Planetoidenfamilie stieß Lagerkvist 1983 [4] auf einen Zusammenhang von Rotationsdauer und Durchmesser einerseits und Amplitude und Durchmesser andererseits. Ausgangspunkt dafür war die

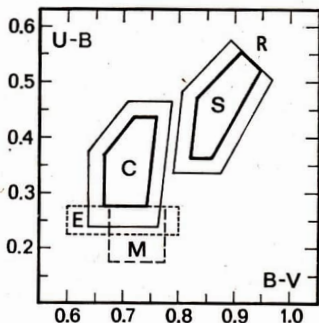
Abb. 3: Amplitude des Lichtwechsels in Abhängigkeit vom Durchmesser d der Planetoiden nach Lagerkvist [4].



bekannte Tatsache, daß bei rund 90 % aller Planetoiden ein Lichtwechsel auftritt, was auf eine Rotation hindeutet. Trägt man in einem Diagramm die Amplitude des Lichtwechsels über den Durchmesser der Planetoiden des Gürtels auf (Abb. 3), so sind die Maxima der Amplitude bei Durchmessern von 100 und 160 km zu erkennen. Bei den Familien-Planetoiden nimmt die Amplitude bei wachsendem Durchmesser deutlich ab. Man kann daraus schließen, daß die Form der Familien-Planetoiden wesentlich unregelmäßiger sein muß als die Gestalt gewöhnlicher Umfeld-Planetoiden gleicher Größe. Auch hiermit wird die Annahme von Kollisionsvorgängen als Ursache für die Familien-Entstehung bestätigt.

Zu einem überraschenden Ergebnis gelangt man, wenn man die Rotationsrate in Rotationen pro Tag und den Durchmesser in Beziehung zueinander setzt: Bei den nichtfamiliengebundenen Gürtelplanetoiden nimmt die Rotationsrate mit wachsendem Durchmesser zu. Im Gegensatz dazu befinden sich die Familien-Planetoiden. Bei ihnen nimmt die Rotationsrate bei wachsendem Durchmesser stark ab. Je größer der Durchmesser des Familien-Planetoiden ist, desto geringer ist seine Rotationsrate, d. h. um so größer ist die Rotationsdauer des Planetoiden, oder anders ausgedrückt, um so langsamer rotiert er. Dieser Sachverhalt muß noch näher untersucht werden, zumal auch der weitere Verlauf der Kurve in unserem Diagramm noch unklar bleibt, da nur wenige Familien-Planetoiden bekannt sind, die einen Durchmesser größer als 100 km besitzen.

Abb. 4: (U-B)-(B-V)-Diagramm nach Zellner [5].



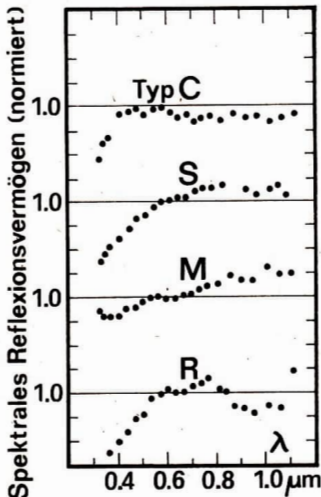


Abb. 5: Reflexionsspektrum einiger Planetoiden nach Zellner [5].

Waren für die bisherigen Betrachtungen der Planetoiden und der Planetoiden-Familien die physikalischen Daten wie Bahnelemente, Masse, Durchmesser und mittlere Dichte der jeweilige Ausgangspunkt, so kann das Bild durch Informationen über die chemische Zusammensetzung der Körper weiter vervollständigt und ihre Einordnung in die Kosmogonie des Sonnensystems erleichtert werden. Da die Möglichkeit der direkten Untersuchung nicht gegeben und die Erkundung durch Raumsonden erst für das Ende der 90er Jahre zu erwarten ist, war man gezwungen, vorerst geeignete Beobachtungsparameter zu finden, die erste Beschreibungen von Typen des Planetoiden-Oberflächenmaterials zuließen. Dem Beobachter steht das von der Planetoiden-Oberfläche reflektierte Sonnenlicht zur Auswertung zur Verfügung. Aus dem Reflexionsspektrum können solche Daten gewonnen werden [5].

An vielen Observatorien sind Geräte vorhanden, mit deren Hilfe eine *UBV*-Photometrie möglich ist. Es lag nahe, über die Farbindizes *U-B* bzw. *B-V* die Planetoiden grob zu sortieren. Trägt

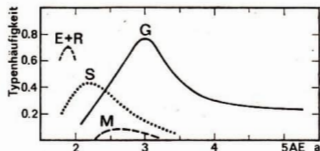


Abb. 6: Typenhäufigkeitsverteilung in Abhängigkeit von der großen Bahnhalbachse *a* nach Gradie et al. [6]. (Statt G muß C stehen).

man diese Farbindizes für jeden Planetoiden in einem Diagramm gegeneinander auf (Abb. 4), so bilden sich zwei charakteristische Bereiche heraus, die die Bezeichnungen C in Anlehnung an Chondrite und S an Silikat erhielten. Daneben sind noch drei weitere, nicht so stark ausgeprägte Gebiete erkennbar: Enstatit (E), Metall (M) und Rot (R). Die Bezeichnungen wurden ursprünglich bei vergleichenden Untersuchungen an Meteoritenmaterial in Laboratorien verwendet. Sie boten sich auch für das Planetoidenmaterial an. Nun lassen sich aber die Typen C, E und M auf der Grundlage von *UBV*-Daten nur schwer voneinander unterscheiden. Hier hilft das Reflexionsspektrum weiter. Bei der Auswertung seiner Struktur ergibt sich, daß der Anstieg des Spektrums im langwelligen (roten) Bereich sich gut zur Differenzierung verschiedener Typen eignet (Abb. 5). Die Einordnung von Planetoiden in dieses System erfolgt in der Weise, daß zuerst alle Typen zugelassen und dann nach den vorliegenden Beobachtungsdaten einzelne Typen wieder ausgeschlossen werden. Nur wenn alle Daten gegeben sind, ist eine derartig eindeutige Zuordnung möglich. Sind nur die *UBV*-Daten vorhanden, so ist die Klassifikation meist mehrdeutig.

Interessant ist die Verteilung der Typen im Planetoidengürtel. Abb. 6 stellt die Typenhäufigkeitsverteilung in Abhängigkeit von der großen Bahnhalbachse *a* nach Gradie und Tedesco [6] dar. Deutlich sind mehrere Maxima erkennbar. Für den Typ C liegt das Maximum bei 3 AE, für den Typ S bei ungefähr 2,25 AE am Anfang des Planetoidengürtels und für den Typ M bei ungefähr 2,8 AE. Die Typen E und R treten selten auf. Vom Typ E sind nur zwei Objekte bekannt, vom Typ R nur 6. Das Häufigkeitsmaximum dieser beiden Typen liegt bei 1,9 AE. Das größte E-Objekt (44) Nysa befindet sich aber nicht in dieser Region des Gürtels sondern in einer Entfernung von 2,42 AE. Bei der Zuordnung der Planetoiden im gesamten Planetoidengürtel zu den einzelnen Typen ergeben sich anteilmäßig 75 % für Typ C, 15 % für Typ S

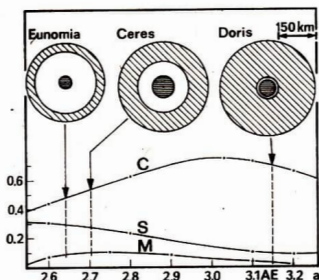


Abb. 7: Struktur und Größe der Planetoiden-Familien (Schalen von außen nach innen: Typ C, S und M) nach Marwinski et al. [7].

und 10 % für die Typen M, E und R.

Da die Planetoiden-Familien nur einen sehr kleinen Bereich des Planetoidengürtels besetzen, weisen sie eine ganz andere Häufigkeit in der Typenverteilung auf. Sie haben gewissermaßen die chemische Zusammensetzung ihres Urkörpers konserviert, wobei allerdings zwangsläufige Vermischungen durch Kollisionen mit Fremdplanetoiden aus dem Umfeld durchaus im Bereich des Möglichen liegen und berücksichtigt werden müssen.

Die bisher vorgestellten Forschungsergebnisse deuten darauf hin, daß die Entstehung von Planetoiden-Familien mit großer Wahrscheinlichkeit auf Fragmentations- und Kollisionsprozesse von Planetoiden-Urkörpern zurückzuführen ist. Damit ist aber auch die Existenz von Urkörpern anzunehmen. Von dieser Position aus stellt sich die Frage nach Möglichkeiten der Rekonstruktion eines solchen Urkörpers aus seinen vorhandenen Trümmern von selbst. Rekonstruktionen dieser Art könnten einen Beitrag zum besseren Verständnis der Entstehung des Planetensystems leisten.

Inzwischen haben verschiedene Autoren Rekonstruktionsversuche unternommen. Sie gehen generell von einer angenommenen Kugelform des Urkörpers aus, beschreiben aber bei seiner Rekonstruktion unterschiedliche Wege. Hierzu zwei Beispiele:

- einfaches Zusammensetzen der Bruchstücke [1];
- Zusammensetzen der Bruchstücke unter Berücksichtigung ihrer chemischen Zusammensetzung, d. h. Anordnung der Bruchstücke in Schalen [7].

Die auf diese Weise gewonnenen Urkörper hatten Durchmesser zwischen 100 und 400 km.

Bei Anwendung der Methode (b) auf die Rekonstruktion der Urkörper von drei Planetoiden-Familien ergeben sich deutliche Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Urkörper, die sich auf die Schalendicke auswirken. Die für diese drei Planetoiden-Familien (Eunomia, Ceres, Doris; Abb. 7) berechneten mittleren Dichten ihrer Urkörper lassen sich relativ gut in das Planetensystem integrieren, da auch die mittlere Dichte der Planeten, wie hier, mit wachsender großer Bahnhalbachse abnimmt.

Bei aller zu erwartenden Ungenauigkeit liefern diese Rekonstruktionsversuche dennoch annehmbare Ergebnisse. Allerdings müssen die jeweils neu entdeckten Planetoiden mit einbezogen werden. Es muß geprüft werden, ob sie sich einer Planetoiden-Familie zuordnen lassen oder nicht. Die Diskrepanz zwischen der geschätzten Gesamtzahl der Planetoiden und der relativ kleinen Zahl von Planetoiden, für die heute gesicherte Bahndaten vorliegen, läßt eine abschließende Betrachtung der Gesamtproblematik der Planetoiden-Familien erst in ferner Zukunft erwarten.

Lit.: [1] Gradie, J. C. et al.: Families of minor planets. Asteroids, ed. T. Gehrels, Tucson/Arizona 1979, S. 359—390. — [2] Kozai, Y.: The dynamical evolution of the Hirayama family. Ebd., S. 344—358. — [3] Williams, J. G.: Proper elements and family memberships of the asteroids. Ebd., S. 1040—1063. — [4] Lagerkvist, C.-J.: Asteroids: Spins and shapes. Highlights of astronomy, ed. R. M. West, 6 (1983) 371—376. — [5] Zellner, B.: Asteroid taxonomy and distribution of the compositional types. Asteroids, a. a. O., S. 783—806. — [6] Gradie, E. Tedesco: Compositional structure of the asteroid belt. Science 216 (1982) 1405—1407. — [7] Marwinski, T.: R. Weißenborn: Zur Rekonstruktion der Mutterkörper von Planetoiden-Familien, Jena 1984. Friedrich-Schiller-Universität Jena, Sektion Physik, Diplom-Arbeit. — [8] Davis, D. R. et al.: Collisional evolution of asteroids: Populations, rotations and velocities. Asteroids, a. a. O., S. 528—557. — [9] Reichstein, M.: Abstandsreihen und die Grenzen des Sonnensystems. AuR 23 (1985) 122—126.

Berichtigung zum Artikel „Space Shuttle“ im Heft 4/86

S. 105, Abb. 2.: Die Beschriftung „Höhenruder“ mit „Seitenruder“ austauschen.

S. 111, Tab. 3.: Flug STS 9 in Spalte „mitgeführte Satelliten“ Indien streichen.

Flug STS 11, letzte Spalte statt SSM richtig SMM (Solar Maximum Mission).

Flug STS 16, in Salte „mitgeführte Satelliten“ ergänzen: Syncom IV-3/Leasat 3.

Von Salut 1 bis MIR

15 Jahre wissenschaftliche Orbitalstationen der Sowjetunion

DIETER BRUNS

Noch bevor das 15jährige Jubiläum der Salut Raumstationen direkt bevorstand, startete am 19. 02. 1986 in der Sowjetunion die Raumstation MIR — eine Station der dritten Generation. Beim Start wurde wiederum höchste Sicherheit geschaffen. Der Countdown am eigentlichen Starttag der MIR-Station wurde eine Minute vor dem Abheben der Proton-Trägerrakete abgebrochen und neu angesetzt.

Dieser Basisblock MIR soll durch das Andocken verschiedener spezialisierter Module zu einem Orbitalkomplex stufenweise vergrößert werden. (AuR berichtete darüber in Heft 4 und 5.)

Der neue mögliche Orbitalkomplex könnte dann eine Gesamtmasse von ca. 100 t und ein Nutzvolumen von ca. 300 m³ besitzen.

Die zwei Solarzellenausleger von MIR haben eine Fläche von 76 m² und verfügen damit über eine größere Fläche als die drei Sonnenbatterien von Salut 7 mit 42 m² und ab August 1985 mit der vergrößerten Version von 60 m².

Die damit verbundene erhöhte Energieleistung läßt die Möglichkeit zu, größere Experimente oder mehrere Versuche zur gleichen Zeit auszuführen. Der Automatisierungsgrad konnte weiter erhöht werden.

Ein Bordcomputer einer neuen Generation übernimmt alle Routinearbeiten (Steuerung des Orbitalkomplexes, Überwachung aller Betriebs- und Forschungssysteme und Einhaltung des Arbeitsregimes).

Die wichtigsten Aktivitäten bei Inbetriebnahme der Station MIR:

Datum	WZ	Ereignis
1986 19. 2.	21.46	Mit der Trägerrakete Proton wird die Raumstation MIR zunächst auf eine 172...301 km hohe Umlaufbahn gebracht, später auf 324...340 km
13. 3.	12.33	Raumstation Salut 15 startet mit den Kosmonauten Leonid Kisim und Wladimir Solowjow von Balkonur aus zur Raumstation (1. Stammbe- satzung)
15. 3.	13.38	Sojus T 15 dockt am vorderen Kopplungsetzten von MIR an; ca. 90 min. später Umstieg der Be- satzung und Entkonservierung der Raumstation
19. 3.	10.08	Start des Frachttransporters Pro- gress 25
21. 3.	11.16	Progress 25 koppelt am hinteren Stutzen an
20. 4.	—	Abkoppelung von Progress 25

23. 4.	19.40	Start von Progress 26 mit 2 t Nutz- last
27. 4.	—	Ankopplung von Progress 26 an MIR
05. 5.	12.12	Sojus T 15 legt von MIR ab und be- ginnt mit Kisim und Solowjow den Überflug zu Salut 7/Kosmos 1686. Umlaufbahn MIR: 304...358 km Salut 7/Kosmos 1686: 336...370 km
06. 5.	16.58	Ankopplung an Salut 7 und Umstieg
21. 5.	08.22	Start des unbemannten Raumschif- fes Sojus TM zur Basisstation MIR/ Progress 26
23. 5.	10.12	Ankopplung von Sojus TM an MIR
28. 05.	05. 43	Beide Kosmonauten verlassen für 3 h 50 min die Station und demon- strieren Geräte für die Experimente ISTOK, MEDUSA, RESONANZ so- wie den franz.-sowj. Meteoritende- tektor. Sie errichten eine ≈15 m lange Gitterkonstruktion
29. 5.	09.23	Sojus TM trennt sich automatisch vom Basisblock
20. 6.	—	Auswechslung von Baugruppen am Wärmerregulierungssystem von Salut 7
22. 6.	18.25	Progress 26 wird von MIR abge- koppelt
25. 6.	14.58	Kosmonauten beginnen mit Sojus T 15 den Rückflug zur Basisstation MIR
26. 6.	19.46	Sojus T 15 legt am Basisblock an, Mittführung von 400 kg Material (Videokomplex, EFU-ROBOT, Ultraschallkardiograph, Bordoku- mentation von Salut 7 u. a.)
05. 7.	—	Kommandant Kisim begeht seinen insgesamt 365. Flugtag (1980 mit Sojus T 3: 13 Tage, 1984 mit Sojus T 10: 237 Tage)
16. 7.	12.34	Die Kosmonauten kehren mit Sojus T 15 zur Erde zurück

Einiges zum Aspekt „Raumstation“

Am 19. April 1971 verbreitete sich eine TASS-Meldung schnell um die Erde: In der Sowjetunion war mit Salut 1 die erste wissenschaftliche Raumstation erfolgreich gestartet worden. Unter einer Raum-(Orbital-)station ist ein bemannter Raumflugkörper zu verstehen, der in einer weitgehend stabilen Satellitenbahn die Erde umfliegt [1]. Diese Station ermöglicht einer Besatzung (je nach Aufgabenstellung) Lebens- und Arbeitsmöglichkeiten. Dabei wird durch gesonderte Raumflugkörper die Versorgung zur Raumstation aufrechterhalten. So können Besatzungen unterschiedlicher Stärke über längere Zeiträume im Kosmos erfolgreich tätig sein. Eine Raumstation stellt somit ein universales und ökonomisch effektives Raumfahrtgerät dar. Ihre wissenschaftlichen, technologischen und raumflugtechnischen Nutzungsmöglichkeiten sind groß und vielseitig. Raumstationen haben gegenüber allen erdgebundenen Einrichtungen beträchtliche Vorzüge (nahezu fehlende Atmosphäre in ihrer Umgebung, Mikrogravitation).

Tabelle 1: Bemannte Mission zu den Salut-Stationen

Station	Funktionsdauer (Tg)	bemannter Betrieb	Stamm-besatzung	Gastmannschaften	Kosmonauteneinsätze	Angekopp. Raumflug.	Nummer d. Sojus-Raumschiffe
Salut 1	175	23	1	—	3	2	10; 11
Salut 2	55	—	—	—	—	—	—
Salut 3	214	14	1	—	2	1	14
Salut 4	770	89	2	—	4	3	17; 18; 20
Salut 5	412	65	2	—	4	2	21; 24
Salut 6	1764	677	6	10	33	31	26—32; 34—40; T 1—T 4 T 5—T 7; T 9— T 15
Salut 7	1564*	810	4	6	29	25	

* Stand per 31. 7. 1986

Anm. d. Red.: Start- und Landzeiten sowie die Besatzungen der Sojus-Raumschiffe sind den Textteilen der Typenblatt-Serie „Sojus-Varianten“ (ab AuR-Heft 4/86) zu entnehmen.

Die Perspektive bei der Inbetriebnahme von Raumstationen ist immer die Schaffung von ständig funktionierenden, wissenschaftlichen Komplexen mit sich ablösenden Besatzungen. In der früheren Raumfahrtliteratur wurde für Raum-(Orbital-)station der Begriff „Außenstation“ verwendet.

Die Raumfahrtgeschichte kennt viele veröffentlichte Ideen und Projekte zu dem Thema Raumstation [2], [3], wie z. B. von Ziolkowski (1911 und 1926), Oberth (1925), v. Pirquet (1928), Potočnik (1929) – sein Buch: „Das Problem der Befahrung des Weltraumes“ enthielt die ersten technischen Konstruktionszeichnungen einer bemannten Raumstation –, Ross/Smith (1949), Sternfeld (1950), Engel/Bödewadt/Hanisch (1952), Studie „von Braunsche Radstation“ (1952), Ehricke (1954) und Romick (1955).

K. Laßwitz hat in seinem Roman „Auf zwei Planeten“ (1897, Nachdruck Berlin 1980) Raumstationen literarisch sehr phantasievoll beschrieben. Bis zur praktischen Verwirklichung einer permanenten Raumstation mußte aber fast noch ein Jahrhundert vergehen. Ein wichtiges Ziel der sowjetischen Raumfahrt war die Lösung eines Forschungsprogramms, das zum Bau einer bemannten Raumstation führen sollte.

In dem Ende 1963 von der Akademie der Wissenschaften der UdSSR veröffentlichten Stufenplan [4] für die Entwicklung der bemannten Raumfahrt kann diese Aussage eindeutig belegt werden:

.... 2. Etappe (1971—1980): Schaffung einer Raumstation und Studium der dabei auftretenden Grundprobleme (Zubringersysteme, monatelange Flüge, binationale Unternehmen).

3. Etappe (1981—1990): Schaffung modularer Raumstationen mit einer Lebensdauer von anfangs einem, später bis zu 10 Jahren und einer Besatzung zwischen 12 und 24 Mann.¹⁴

Tabelle 2: Bisherige Gesamtbilanz (Stand 31. 05. 86)

1. Funktionsdauer	4893 Tage
2. Aufenthaltsdauer in den Stationen	1752 Tage
3. Raumflugkörper (Stationen und Kopplungspartner)	71
4. Kosmonauten im Einsatz in Salut-Stationen	48
davon ein Einsatz	30
zwei Einsätze	14
drei Einsätze	3
fünf Einsätze	1
5. Internationale Besatzungen	10
6. Erdumkreisungen	ca. 77 200
7. Flugkilometer	ca. 3,3 Mrd. km

Die experimentellen Raumstationen SALUT

Das erste vollautomatische Kopplungsmanöver vollführten am 30. 10. 1967 Kosmos 186 und 188. Beide wurden nach der Trennung zur Erde zurückgeführt. Der Test wurde am 15. 04. 1968 mit Kosmos 212 und 213 wiederholt.

Sojus 4 und 5 bildeten nach der Kopplung am 16. 01. 1969 die erste experimentelle Raumstation. Der gemeinsame Formationsflug dauerte 4 h 35 min. In einem rund einstündigen Außenbordinmanöver stiegen die Kosmonauten Chrunow und Jelisjew von Sojus 5 nach Sojus 4 um und landeten später auch mit Sojus 4.

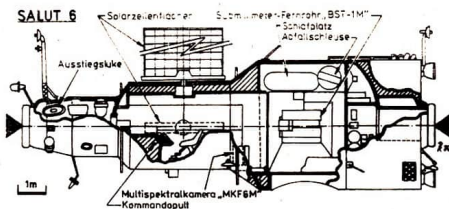
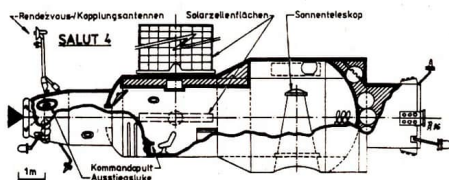
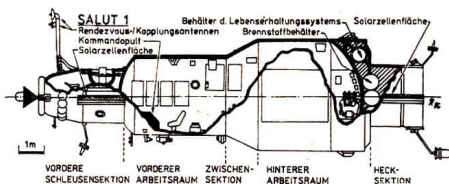
Das erste Umsteigemanöver im Weltraum war damit vollzogen. Diese Experimente zur Entwicklung der Rendezvous-technik bildeten von Anfang an eine wichtige Grundlage für die Technologie künftiger Raumstationen.

Mit Kosmos 382 wurde dann am 02. 12. 1970 der Salut 1-Vorläufer (auch Salut A genannt) in den Weltraum gebracht. Mit Kosmos 382 wurden verschiedene Bahnmanöver durchgeführt. Einige Monate später wurde die erste experimentelle Raumstation vom Typ Salut gestartet.

Salut 1 war vom 19. 04. 1971 bis Oktober 1971 im Weltraum. Die Generalprobe zur Inbetriebnahme der ersten Salut-Raumstation erfolgte am

Ausbaustufen und Gerätebestückung der Salut-Raumstationen. (Zeichn.: Dietmar Röttler.)

24. 04. 1971. An diesem Tag koppelte Sojus 10 mit den Kosmonauten Schatalow, Jelissejew und Rukawischnikow an Salut 1 an. Ein Überstieg fand noch nicht statt. Die Besatzung überprüfte von Sojus 10 aus alle Systeme der Raumstation und den Kopplungsmechanismus zwischen Sojus und Salut 1. Dieser Test bestätigte die Zuverlässigkeit des elektrischen wie auch hydraulischen Kopplungsmechanismus des praktizierten Annäherungsverfahrens. Mit der erfolgreichen Kopplung von Sojus 11 an Salut 1 am 07. 06. 1971 begann eine neue Etappe in der bemannten Raumfahrt. Nach dem Andocken erfolgte erstmals der Überstieg einer Besatzung in eine Raumstation. Die Kosmonauten Dobrowolski, Pazajew und W. Wolkow führten an Bord von Salut 1 innerhalb von fast 24 Tagen 140 Experimente durch.



Infolge eines fehlerhaften Ventils verunglückten die Kosmonauten bei der Landung tödlich.

Die zweite Orbitalstation, **Salut 2**, wurde am 03. 04. 1973 gestartet. Sie diente der Erprobung von Bordsystemen und Apparaturen, beispielsweise zum Test von Solarzellenauslegern und Radarantennen auf Materialfestigkeit. Da die Station keine Bahnstabilität erlangte, konnte auch kein bemannter Betrieb erfolgen. Salut 2 verglühte am 29. 04. 1973.

Salut 3 (Start am 25. 06. 1974) verfügte erstmals über drei schwenkbare Solarzellenausleger. Ein neuer Bordrechner ermöglichte 200 Bahnmanöver in sechs Monaten. Insgesamt wurden rund 8000 Steuerbefehle für die Haupttriebwerke und 500000 für die Hilfstriebwerke gegeben.

An Bord arbeitete eine Besatzung (Popowitsch/Artjuchin, 15 Tage). Salut 3 verglühte am 24. 1. 1975.

Salut 4 (Start am 26. 12. 1974) erreichte erstmals eine höherliegende Kreisbahn. An Bord befanden sich zahlreiche neue wissenschaftliche Geräte, u. a. Spektralmeßgeräte für Sonnen- und Sternenforschung. Insgesamt verfügte die Station über 1500 Instrumente. Von Salut 4 konnten erstmals genaueste Bahnvermessungen mittels Laserreflektoren vorgenommen werden. Mit Sojus 17 (Gubarjew/Gretschko) und Sojus 18 (Klimuk/Sewastjanow) wurden zwei erfolgreiche Kopplungen durchgeführt. Die Kosmonauten arbeiteten 29 bzw. 62 Tage an Bord der Station. Mit Sojus 20 (Start 17. 11. 1975) wurde erstmals eine vollautomatische Kopplung (19. 11.) eines unbemannten Raumschiffes mit einer Salut-Station getestet. Die Rückführung von Sojus 20 erfolgte am 16. 02. 1978, Sojus 20 stellte den Prototyp der späteren Versorgungsraumschiffe Progress dar. Salut 4 verglühte am 02. 02. 1977.

Salut 5 (Start am 22. 06. 1976) hatte erstmals

zwei Kopplungsadapter und wurde ebenfalls von zwei Mannschaften besucht (Wolynow/Sholobow mit Sojus 21, 49 Tage und Gorbatko/Sholobow mit Sojus 24, 17 Tage). Die Station verbrachte am 08. 08. 1978.

Die Salut-Stationen der zweiten Generation

Bei diesen Stationen kam es zur Spezialisierung zwischen Personen- und Frachttransportern. Aus dem universellen Typ Sojus entstanden die Typen Sojus T (Personen) und Progress (Fracht). Die weitere Entwicklung wurde auch durch die Kopplungen mit Kosmosmodulen erfolgreich vorangebracht. Die Funktionsfähigkeit der Stationen und somit auch die Aufenthaltsdauer der Besatzungen an Bord konnten wesentlich erhöht werden.

Operationelle Arbeiten und internationale Besatzungen charakterisierten die Stationen der zweiten Generation, die durch Salut 6 und 7 verkörpert wurden.

Die Frachtraumschiffe Progress transportierten Lebenserhaltungsvorräte, Ausrüstungen und Treibstoffe von der Erde zur Raumstation und werden nach Ankoppeln und Umladen der Fracht mit verbrauchten Betriebsmitteln der Station (u. a. Abfälle) beladen und beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre (über einem Ozeangebiet) zum Verfliegen gebracht. Progress ist damit ein Einweg-Transportraumfahrzeug und besitzt ein System der automatischen Steuerung. Die Ladungen können schnell gelöscht werden, weil eine Container-Technologie zur Verfügung steht. Nutzmasse: Bis zu 1300 kg Versorgungsgüter sowie bis zu 1000 kg Treibstoff.

Es koppelten 12 Progress-Raumschiffe an Salut 6 (insgesamt 316 Tage Gemeinschaftsflug) und bisher 12 an Salut 7 (insgesamt 302 Tage Gemeinschaftsflug) an.

Der Kosmos-Satellit 1267 war nach Sojus, Progress und Sojus T der vierte Typ von Raumflugkörpern, der mit Salut 6 koppelte (Tab. 3).

Mit den Kosmos-Satelliten wurden Montage- und Steuerungsmethoden für großräumige und schwere Raumstationen mit langer Lebensdauer getestet. Für gekoppelte Systeme besteht immer das Problem, eine permanente Stabilität zu sichern. Diese Kosmos-Satelliten waren so konstruiert, daß eine komplette Rückführung zur Erde nicht vorgesehen war. Lediglich bei Kosmos 1443 brachte ein Rückkehrteil (Masse: 5 t) 350 kg Forschungs- und Arbeitsmaterial zur Erde zurück.

Beim Orbitalkomplex Sojus T 14/Salut 7/Kos-

mos 1686 wurden folgende Größenordnungen erreicht:

Länge: ca. 37 m, Masse: ca. 47 t, Volumen: ca. 150 m³. Gegenüber 3 t Fracht bei Kosmos 1443 mußten bei Kosmos 1686 schon 6 t Transportgüter von der Besatzung gelöscht werden.

Kosmos 1686 verkörpert den Prototyp einer neuen Generation von Modulsatelliten. Er verfügt über einen bordeigenen digitalen Rechenkomplex und ist damit in der Lage, autonom Stabilisierungs- und Orientierungsaufgaben zu lösen. Die wichtigsten Ergebnisse, die mit Salut 6 und 7 erzielt wurden:

Salut 6

Stammbesatzungen:

10. 12. 1977—16. 03. 1978: Romanenko/Gretschko, 15. 06. 1978—02. 11. 1978: Kowaljonok/Iwantschenko, 25. 02. 1979—19. 08. 1979: Ljachow/Rjumin, 09. 04. 1980—11. 10. 1980: Popow/Rjumin, 12. 03. 1981—26. 05. 1981: Kowaljonok/Sawinych,

Gerätetechnische Ausstattung:

Multispektralkamera MKF 6M (DDR) Erprobung des Prototyps dieser Kamera zur Erdfernerkundung erfolgte an Bord von Sojus 22 im September 1976. — Submillimeter-Teleskop BST-1M zur Untersuchung astrophysikalischer Erscheinungen. — Gamma-Teleskop JELENA-F (Empfangsbereich: 10–100 MeV). — Schmelzöfen SPLAW 01 und KBISTALL. — Topographische Kamera KATE 140. — Mehrkanalpolygraf POLINOM 2 M zur Aufzeichnung von bioelektrischen Herzströmen. — Belastungsanzug PINGVIN, der von den Kosmonauten täglich 10–12 Stunden getragen wurde. — Biogravitast, kleine Zentrifuge zur Erzeugung künstlicher Schwerkraft für Pflanzenexperimente. — Kultivierungseinrichtung OASIS 4. — Spektrometer SPEKTR-15 (Bulgarien), Masse der Apparatur 10 kg. — Fotometer DUGA (Bulgarien) zur Verfolgung optischer Erscheinungen in der Hochatmosphäre. — Spritzpistole ISPARTEL-80 zum Auftragen dünner Metallschichten unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit. — Radioteleskop KET-10, Masse 300 kg. — Schwarz-Weiß- und Farb-TV-Gerät, Sofortbildkamera, Höhensonne, Videorecorder.

Wissenschaftliche Ergebnisse:

Reparaturbrigade Sojus T 3 (27. 11.—10. 12. 1980, Kisim, Makarow, Strekalow) nahm den Einbau von vier neuen Pumpen in das Wärme-regulierungssystem, den Austausch des Elektronikblocks, des telemetrischen Meßsystems und der Zeitprogrammieranlage vor. Die 1. und 2. Stammbesatzung meldeten die Entdeckung zahlreicher Risse in der Erdkruste, durch die möglicherweise vor Millionen Jahren erzhaltige Lösungen aus dem Erdinneren an die Oberfläche gelangten. Solche geologischen Sprünge wurden u. a. in Jakutien, Kasachstan und im Primorje-Gebiet ausgemacht.

Beobachtung von Planktoninseln und Fischschwärmen im Ozean. Die Kosmonauten Popow

und Rjumin beobachteten diese Ansammlungen an ihrer Farbe: pflanzliche Organismen = grün, Lebewesen = rot oder braun.

Mit dem Radioteleskop KRT-10 wurden von der 3. Stammbesatzung die Radiostrahlung der Erde, der Sonne und von bestimmten Sternen untersucht. Zusammen mit dem 70 m Radioteleskop auf der Krim wurden u. a. die diskrete Strahlungsquelle Kassiopeia A und der Pulsar (P-0329) im Sternbild Giraffe beobachtet. Breiten Raum nahmen biologische Versuche ein. Beispielsweise wurden Tulpen und Erbsen angebaut. Mit einer speziellen Brutvorrichtung konnten Wachteiler ausgebrütet werden.

Salut 7

1. *Stammbesatzung:* Beresowoi/Lebedew, 13. 05. 1982—10. 12. 1982. Insgesamt führten die beiden Kosmonauten rund 300 Experimente durch, darunter mit 36 verschiedenen biologischen Objekten (Pflanzen, Tiere). Dazu wurden die Anlagen FITON 3 und MALACHIT benutzt.

Im Bereich der Astrophysik wurden ca. 2400 min (40 Zyklen) für die Beobachtung zahlreicher Röntgenquellen aufgewendet.

Mit dem ÖSSR-Fotometer EFO-1 wurden bei einer effektiven Einsatzzeit von 1700 min 16 Zyklen zur Untersuchung der Extinktion der Erdatmosphäre gemessen.

Mit den französischen Aufzeichnungsgeräten PCN und PIRAMIG konnten etwa 1100 Aufnahmen (34 Zyklen) gewonnen werden.

Etwa 20000 Fotos erhielt man für den Bereich Fernerkundung, wobei ca. 2000 Bilder mit der topographischen Kamera KATE-140 und 2500 Aufnahmen mit der MKF 6-M gewonnen wurden. Ferner kamen verschiedene stationäre bzw. Handkameras zum Einsatz.

Rund 10 operative Berichte für bestimmte Zweige der Volkswirtschaft (42 Fischerei, 18 Landwirtschaft, 33 Geologie) meldeten die Kosmonauten zur Bodenstation.

Für technologische Experimente wurde der neue Schmelzofen KORUND erprobt. Er besaß drei unabhängige Heizkreise, die über einen Mikroprozessor gesteuert werden konnten. Im Ofen ließen sich Temperaturen zwischen 20°C und 1270°C mit einer Genauigkeit von 0,5°C erzeugen. Temperaturänderungen waren mit einer Geschwindigkeit von 0,1°C bis 10°C pro Minute herstellbar.

Für die beiden Amateursatelliten ISKRA 1 und 2 wurde erstmals in der Geschichte der Raumfahrt eine Orbitalstation zur Starttrampe für Subsatelliten. Mit Jean-Loup Chretien arbeitete (ebenfalls erstmalig) ein Raumfahrer aus einem

kapitalistischen Land an Bord einer sowjetischen Raumstation.

Beresowoi und Lebedew unternahmen einen Ausstieg in den freien Weltraum, wobei sie einen neuen Skaphander testeten und eine Meteoritenfalle sowie Bioampullen einholten.

Tabelle 3: Kopplungen von Kosmos-Satelliten mit Salut 6 und Salut 7 (Stand 31. 05. 86)

Flugkörper	Start	Kopplung	Abkopplung	Funktionsbeendigung
Kosmos 1207	25. 04. 81	am/mit 19. 06. 81 Salut 6	—	am/mit 29. 07. 82 Salut 6 verflücht
1443	02. 03. 83	10. 03. 83 Salut 7	14. 08. 83	19. 09. 83 verflücht
1609	19. 07. 85	21. 07. 85	29. 08. 85	29. 08. 85 verflücht mit Salut 7
1686	17. 09. 85	02. 10. 85	—	noch in Erdumlaufbahn

2. *Stammbesatzung:* Ljachow/Alexandrow, 27. 06. 1983—23. 11. 1983.

Schwerpunkt dieses Arbeitsprogramms bildeten globale Untersuchungen zur Fernerkundung der Erde. Die Kosmonauten widmeten der Erdbesichtigung rund 60 % ihrer täglichen Arbeitszeit. Bei 43 Forschungsserien wurden ebenfalls — wie schon bei der vorherigen Stammbesatzung — etwa 20000 fotografische Bilder gewonnen (mehr als 3000 Aufnahmen mit MKF 6-M und 1000 mit KATE-140.) Etwa 100 Mio. km² des Territoriums der UdSSR konnten eingehend studiert werden.

Breiten Raum nahm auch das Experiment „Schwarzes Meer“ ein (s. AuR 3/86). Zu den weiteren Spitzenleistungen der 2. Stammbesatzung zählten:

Erstmalige Arbeit in einem Modulsatelliten (Kosmos 1443). Die Kosmonauten entluden die ca. 3 t schwere Fracht des Modulsatelliten, der vom 10. 3. bis zum 14. 8. 1983 mit Salut 7 verbunden war. Dabei wurden nahezu 600 verschiedene Güter umgeladen.

Erstmals wurden mehrere Aggregate, Geräte und Elemente von Bordsystemen der Raumstation, die nicht mehr funktionstüchtig waren, ausgetauscht und mit der Landesektion des Kosmos-Satelliten zur Erde zurückgeschickt (ca. 350 kg). Bei zwei Außenbordmanövern montierten die Kosmonauten zwei zusätzliche Solarzellenflächen.

3. *Stammbesatzung:* Kisim/Solowjow/Atkow, 8. 02.—2. 10. 1984, die erste dreiköpfige Stammbesatzung. Im Mittelpunkt der Tätigkeiten standen 6 Außenbordaktivitäten von Solowjow und Kisim.

Ausstieg	Datum, WZ	Dauer h min	Aktivitäten
1.	23. 04. 84 4.31 Uhr	4 15	Rep. d. Reservetankleitung f. Triebwerkssystem
2.	24. 04. 84 2.40 Uhr	5	Fortführung der Reparaturarbeiten
3.	29. 04. 84 1.35 Uhr	2 45	Verlegung einer zusätzlichen Tankleitung
4.	08. 05. 84 23.15 Uhr	2 45	Verlegung einer weiteren Tankleitung
5.	18. 05. 84 17.52 Uhr	3 05	Montage zweier Sonnenzellenflächen
6.	08. 08. 84 8.46 Uhr	5	Abschluß d. Rep.-Arbeiten am Triebwerkssystem

Zwischenzeitlich erfolgte am 25. 7. 1984 der erste Ausstieg einer Frau in den freien Welt-raum. Zusammen mit Dshanibekow führte Swetlana Sawitzkaja verschiedene Schweißarbeiten durch.

Durch die Anwesenheit des Arztes Dr. Atkow wurden auch zahlreiche medizinische Experimente absolviert. Dazu wurden einige neue Apparaturen benutzt:

Mehrzweckeinrichtungen AOLITA 01 und REOGRAF, die Elektrokardiographen ARGUMENT, ECHOGRAPH, LENTA-MT, die Augenkontrollapparaturen NEPTUN und MARS, die Einrichtung BALATON zur Bewertung der Arbeitsfähigkeit, zur biochemischen Analyse diente das Gerät BIOCHIM. Der von CSSR Spezialisten entwickelte Komplex PLASMA-01 stand für Untersuchungen von Blutproben zur Verfügung.

Für die Fernerkundung gewann die dreiköpfige Besatzung annähernd 25000 Fotos (4400 mit der MKF 6-M und 1640 mit der topographischen Kamera).

4. Stammbesatzung: Dshanibekow/Sawinych, 6. 6. — 26. 9. 1985.

5. Stammbesatzung: Wasjutin/Sawinych/Wolkow 17. 9. — 21. 11. 1985.

Herausragende Leistung der Kosmonauten Dshanibekow und Sawinych war die „Rettung“ der Station Salut 7. Hier die wichtigsten Etappen dieses dramatischen Unternehmens:

Zeit	Ereignis
Anfang März 1985	Unregelmäßigkeiten in der Funktion des Telemetriesystems von Salut 7, die seit dem 2. 10. 84 im automatischen Regime arbeitete
Mitte März 1985	Funkkontakt bricht ab. Um einen unkontrollierten Absturz der Station zu verhindern, wird beschlossen, eine Reparaturbrigade zu entsenden
06. Juni 1985	Sojus T 13 startet mit den Kosmonauten Dshanibekow und Sawinych

08. Juni 1985	Sojus T 13 nähert sich Salut 7 bis auf 10 km. Mit Hilfe eines Laser-Entfernungsmessers u. Nachtsichtgeräten werden Lage und Flugverhalten von Salut 7 bestimmt
08. Juni 1985	Kopplung mit Salut 7. Temp. in der Station um -80 °C. Kein Licht. Wasser und Lebensmittel sind tiefgefroren
09. Juni 1985	Station wird mit Hilfe der Triebwerke von Sojus T 13 so gesteuert, daß die Solarflächen voll im Sonnenlicht stehen
10. Juni 1985	erste chemische Batterie verwendungsfähig
13. Juni 1985	Test der Orientierungssysteme, Annäherungsanlage und Triebwerke
16. Juni 1985	in Salut 7 gibt es wieder Wasser und Licht
23. Juni 1985	Ankopplung von Progress 24 mit neuen Batterien, Wasser und Treibstoff als Fracht; Salut 7 ist wieder betriebsfähig

Ursache der Havarie waren ein Defekt am Orientierungssystem der Sonnenbatterien und der darauf folgende Ausfall der Energieversorgung. Ende Juni nahmen die Kosmonauten das geplante Forschungsprogramm auf. Folgende Übersicht zeigt die grundlegenden Arbeitskomplexe:

Experiment	Geräte/ Apparaturen	Aufgabe
SUBSTRAT	Magnetgravistat OASIS und SWETOBLON	Kultivierung höherer Pflanzen
KURSK 85 GJUNESCH 85	MKF 6-M, KATE-140, MKS-M, Thermovisionkamera (VR Polen),	Untersuchung d. Dynamik agro-technischer Geosyst. u. Analyse von Umweltverschmutzungen
KUPOL	Massenspektrometer ASTRA 1, PIRAMIG und PCN (Frankreich)	Untersuchg. d. Atmosphäre in d. Nähe der Station, astro-physik. Beob.
MEDUSA	Einrichtung MARIA	Studium hochenerg. Teilchen
BIRJUSA/ ANALYS	Einrichtung MEDUSA	Synthese v. Nukleinsäure
	Einrichtung BIRJUSA und ANALYS	Erforschung der Prozesse d. Kristallwachstums
ELEKTRO- TOPOGRAPH	Einrichtung ELEKTRO-TOPOGRAPH	Prüfung v. Materialeigenschaften, Bestimmung d. Temp. v. Konstruktionsleim.
	Infrarotradiometer IKR	Kontrolle d. Sonnenbatterien
OPTOKINESE/ SIGNAL-RD	SIGNAL-RD	Exp. zur Reaktion menschl. Vestibularapparates u. Test d. Akupunktur auf d. Organismus

Fortsetzung Seite 173 (nach Jahresinhaltsverzeichnis)

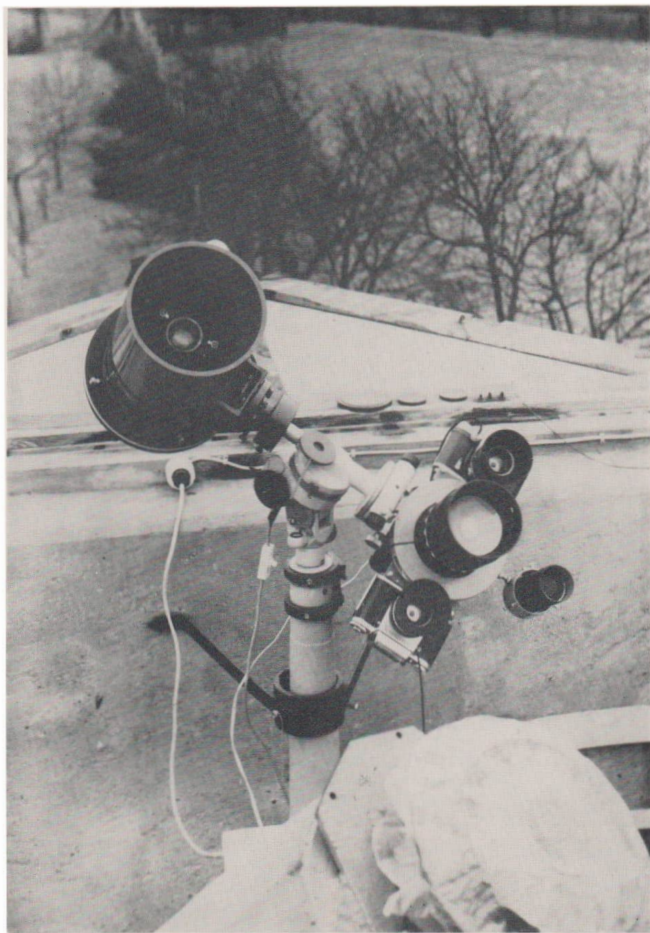


Abb. 6: Klein-Astrograph mit Kamera 4,5/210 mm auf I b-Montierung. (Zum Beitrag von W. Roloff S. 173.)





Abb. 4a: Bildausschnitt 1; Aufnahme mit Tessar 4,5/210 mm bei Blende 11 auf Astroplatte ZU 21, I b-Montierung. (Zum Beitrag S. 173: Eine Astrokamera...)

Abb. 4b: Ausschnitt aus Abb 4a zur Hervorhebung der tangentialen Verzeichnung der Zerstreuungsfiguren.

Abb. 5: Bildausschnitt 2; Aufnahmedaten wie bei Ausschnitt 1. Beachte die Lage der Bildausschnitte entsprechend der zeichnerischen Darstellung des ganzen Aufnahmefeldes in Abb. 3.

Abb. 4c: Ausschnitt aus Abb. 4a (re. Bildecke oben) zur Verdeutlichung zunehmender Verzeichnung der Zerstreuungsfiguren.



Die neue Jugend- und Feriensternwarte in Drebach und „ein Stück Himmel“ über ihr.

Orion-Nebel (M 42), aufgenommen mit der 5,6/1000 mm-Kamera und Leitrohr C 300 auf NP 27-Film an der Volkssternwarte Drebach vom 9. zum 10. November 1983 von 23.45 bis 0.05 MEZ (20 min).



Experiment	Geräte/ Apparaturen	Aufgabe
SCHWARZES MEER 85	Fotograf. Einricht., MKS-M, MKF 6-M	Studium hydro- physik. u. biol. Charakteristika auf Oberflächen- gewässer
EXTINKTION	elektr. Foto- meter EFO-1 (CSSR), Farb- atlas, Apparatur DUGA, Spektro- meter SPEKTR- 15 (Bulg.), Spek- trometer SKIF, Videoanlage NIVA	Erforschung der Aerosolschichten der Erdatmo- sphäre, geophysika- lische Beob- achtungen
GEL	EFU-ROBOT	Elektrophorese- versuche zur Gewinnung hoch- reiner Substanzen
RESONANZ		Beurteilung dyna- mischer Eigen- sch. d. Modul- komplexes
SPORT	Laufbänder, Großbergometer	Bestimmung optimaler Be- wegungsübungen

Eine Pionierleistung dieses Langzeitfluges war der erste nahtlose Schichtwechsel im Weltraum. Am 17. 9. 1985 flogen mit Sojus T 14 die Kosmonauten Wasjutin, Gertschko und Wolkow zur Raumstation. Am 26. 9. kehrten Dshanibekow und Gertschko mit Sojus T 13 zur Erde zurück.

Am 20. 11. 1985 mußte der Raumflug infolge einer eitrigen Nasennebenhöhlenentzündung des Kommandanten Wasjutin abgebrochen werden. Die Kosmonauten kehrten einen Tag später zur Erde zurück.

Mit den Orbitalstationen Salut 1 bis 7 hat die sowjetische Raumfahrt viele Pionierleistungen für die gesamte Menschheit vollbracht. Die langjährige und planmäßige Arbeit auf dem Gebiet der Kosmonautik in der Sowjetunion kommt bei allen weiteren Forschungsprogrammen durch Raumstationen weiter voll zum Tragen.

Literatur: [1] vgl. Mielke, H.: Lexikon Raumfahrt, Berlin 1980, S. 335 ff. - [2] vgl. Puttkamer, J. v.: Raumstationen, Weinheim, Bergstraße 1971. - [3] Eine Wertung auch bei Kunze, H. in: Fliegerrevue 12/83 u. 1/84 und Marquart, K.: Raumstationen, Leipzig-Jena-Berlin 1981. - [4] vgl. Marquart, K.: a. a. O., S. 27-28.

Eine Astrokamera 4,5/210 mm für Weitwinkelaufnahmen

WOLFGANG ROLOFF

Ausgehend von den guten Erfahrungen mit der Mittelformatkamera Pentacon-Six (2,8/80 mm) bei der Sternfeldfotografie auf Astroplatten ZU 21, wurde die nachstehend beschriebene Astrokamera konzipiert und gebaut. Es galt, den Abbildungsmaßstab, das Auflösungsvermögen und die erreichbare Grenzgröße zu verbessern, was die Verwendung eines Objektivs längerer Brennweite voraussetzte.

Den Möglichkeiten entsprechend wurde auf ein Tessar 4,5/210 mm des VEB Carl-Zeiss-Jena zurückgegriffen, dessen gute Abbildungseigenschaften bekannt sind. Dieses Objektiv besitzt eine eingebaute Blende.

Der beabsichtigte Weitwinkelleffekt ließ sich durch die Verwendung quadratischer Astroplatten ZU 21 von ORWO im Format 16 cm × 16 cm erreichen. Das für Übersichts-zwecke geeignete Feld beträgt dann 38° × 38°.

Wie dieses selbst für ein gutes Objektiv sehr große Bildfeld brauchbar ausgezeichnet wird, geht aus der nachfolgenden Beschreibung noch hervor.

Der Aufbau der Kamera

Es wurden überwiegend Drehteile verwendet, da deren Herstellung relativ einfach und genau möglich war. Als Material für den Kamerakörper wurde dickwandiges Plastikwasserrohr und Pertinax genommen. Die am Bildaufbau unmittelbar beteiligten Bauteile - Objektiv und Platte - sind in ihren Fassungen voll justierfähig, so daß jeder notwendige Justierschritt durchführbar ist.

Im einzelnen heißt das:

- Das Objektiv ist sowohl axial als auch radial justierbar und kann in jede Richtung gekippt werden.

Diese Freiheitsgrade ermöglichen es, die optische Achse durch die Plattenmitte zu führen und die optimale Brennweite einzustellen.

- Die Plattenkassette ist beliebig kippbar; somit gelingt es, die Plattenebene rechtwinklig zur optischen Achse einzurichten.

Diese wenigen und scheinbar leicht zu erfüllenden Justierbedingungen haben es speziell bei einem Weitwinkelinstrument in sich und sind nur bei systematischem Herangehen sicher zu meistern.

Auf den Einsatz von Wechselkassetten wurde

von vornherein verzichtet, da der Eigenbau nicht mit der notwendigen Genauigkeit möglich gewesen wäre. Die in der Herstellung einfachere feststehende Kassette garantiert die jeweils gleiche Lage der Aufnahmeplatte in der Bildfläche. Die Beeschickung der Kassette ist dem gegenüber umständlicher, da diese am Instrument erfolgen muß. Bei erworbener Übung kann der Plattenwechsel bei üblicher Nachhimmelsdunkelheit ohne Fremdlichteinwirkung durchgeführt werden.

In Birkholz wird jeweils das Schiebedach der Schutzhütte über das Instrument gefahren, das Giebelteil bleibt heruntergeklappt. Eine am Schiebedach befestigte Rotlichtquelle (Dunkelkammerleuchte) erleichtert die Orientierung.

Abb. 1: Astro-Kamera 4,5/210 mm für das Format 16 cm×16 cm, Explosivschnitt von oben. 1 Justierokular, 2 Staubschutzdeckel, 3 Objektiv, 4 Objektivfassung, 5 Stabilisierungsring, 6 Justiering, 7 Tubus, 8 oberer Basising, 9 unterer Basising, 10 Justierschrauben Zug und Druck, 11 Befestigungsschrauben.

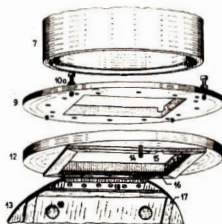
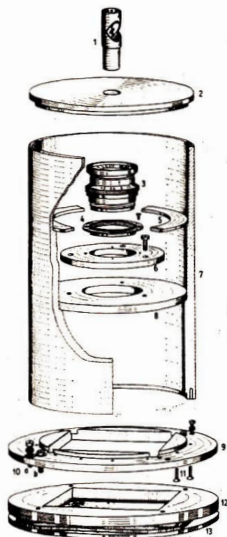


Abb. 2: Plattenkassette geöffnet, Explosivschnitt von unten. 12 Kassette, 13 Verschlussdeckel, 14 Verschlusschraube, 15 Plattenanwurf, 16 Plattenanschlag, 17 Lichtschutzrahmen, 18 Scharnier, 19 Schaumgummistückchen.

Das Instrument wird zum Plattenwechsel bis ca. 10° unter den Horizont geneigt, um das unbeabsichtigte Herausfallen der Platte zu verhindern. Der Einsatz gelingt leicht, wenn man die Platte mit der unteren Kante zuerst einsetzt. Die Herausnahme erfolgt analog, wobei die Platte am oberen Rand durch die Rille (Pos. 15) mit dem Fingernagel herausgekippt wird.

Den gleichmäßigen, weichen Plattenandruck an den Anschlag besorgen Schaumgummistückchen, die dem Verschlussdeckel in den vier Format-ecken aufgeklebt sind.

Belichtet wird durch einfaches Abnehmen der Staubschutzkappe am Objektiv.

Die Länge der Taukappe soll einige Zentimeter kürzer sein als die Brennweite des Objektivs, um das Justierokular vor dem Punkt der Bildumkehr anordnen zu können.

Die Justierung

Der hier dargelegte Justiergang setzt als Hilfsmittel lediglich eine feinkörnige Mattscheibe (ausfixierte Aufnahmeplatte) und das mittlerweile wohl fast allen Sternfreunden bekannte Justierokular (Pos. 1) voraus.

Die Mattscheibenmitte wird glasseitig mit einem nicht zu feinen Kreuz markiert.

Das Justierokular wird in die zentrale Bohrung des Staubschutzdeckels eingesteckt, es ist mit der seitlichen Öffnung so gegen eine helle Lichtquelle zu drehen, daß die weiße Reflexfläche gleichmäßig beleuchtet wird.

Nach dem Zusammenbau der Kamera empfiehlt sich zunächst eine Vorjustierung der Brennweite unter Zuhilfenahme eines gut sichtbaren, aber entfernten terrestrischen Gegenstands, da dann alle folgenden Schritte wesentlich kleiner gehalten werden können.

ten werden können. Sodann nimmt man das Objektiv heraus und wendet die Mattscheibe. Nunmehr wird das Reflexbild des Justierokulars so mit den Justierschrauben (10a, 10b) gelenkt, bis es von der gekennzeichneten Plattenmitte ausgeht. Jetzt befindet sich die Plattenebene in jeder Lage senkrecht zur Kameraachse.

Im weiteren soll die optische Achse des Objektivs in die jetzt definierte Kameraachse gebracht werden.

Das zunächst in mittlerer Justierlage eingebaute Objektiv läßt sich radial leicht einrichten, wenn man die eingebaute Blende bis auf einen zum Reflexbild passenden Durchmesser schließt und die konzentrische Anordnung herstellt. Jetzt schneiden sich in guter Näherung die optische Achse des Objektivs und die Kameraachse inmitten des Objektivs; die Verkipfung ist noch zu beseitigen. Dazu werden die unterschiedlich großen von den einzelnen Objektivlinsen wiedergegebenen Reflexbilder des Justierokulars ebenfalls konzentrisch eingerichtet.

Abschließend verbleibt noch die genaue Einstellung der optimalen Brennweite. Nach nochmaligem Justieren auf der Mattscheibe, nun allerdings auf ca. 0,7 Bildfelddurchmesser und unter Zuhilfenahme einer starken Lupe, kann die erste Aufnahme ausgeführt werden.

Es ist bei einer Weitwinkelkamera sinnvoll, auf die Abbildungsqualität im gesamten Feld zu achten.

Optimale Schärfe in der Bildmitte bedeutet nicht gleichzeitig auch diese für die Bildränder zu erreichen, vielmehr zwingen die Abbildungsschwächen aller Objektive zu Kompromissen.

Eine wirksame Methode, die Abbildung im gesamten Bildfeld zu verbessern, ist das Abblenden. Dadurch lassen sich Abbildungsschwächen, wie sphärische Aberration, Astigmatismus, Koma, Bildfeldwölbung und Vignettierung vermindern. Mit jedem Blendenschritt verbessert sich die Wiedergabe der Sternbildchen in den Randgebieten, die Verringerung der Vignettierung (Randabschattung) ist ebenso augenfällig und erhöht die Reichweite in diesen Bildteilen ganzentscheidend. Einen bestimmten Blendenswert zu überschreiten, ist nicht mehr sinnvoll, da die notwendigen Belichtungszeiten dann unverhältnismäßig anwachsen und die Arbeit zu ineffektiv wird. Das Objektiv Tessar 4,5/210 mm dieser Kamera arbeitet bei der Blende 11.

Ein nach Versuchsaufnahmen ausgeführter extrafokaler Plattenversatz (Objektiv um 0,3 mm herausgedreht) erbrachte eine Verkürzung der radial gerichteten Zerstreuungsfiguren in den Bildecken – offenbar durch das Nachziehen der

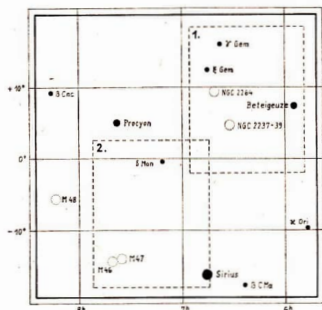


Abb. 3: Lage der Ausschnittsvergrößerungen im ganzen Aufnahmegebiet gestrichelt, ausgeworfenes Bildfeld der Astroplatte dick ausgezogen dargestellt.

leicht gewölbten Bildfläche in die Plattenebene. Ein merklicher Schärfeverlust in der Bildmitte tritt hierdurch nicht ein, da bei so starkem Abblenden die Sternbildchen innerhalb des Unschärfekreises bleiben. Eventuelle Restungenauigkeiten in der Plattenlage sind an der Ungleichheit der Zerstreuungsfiguren in den Bildecken erkennbar:

- Bildteile mit radial längeren Zerstreuungsfiguren der Sterne sind dem Objektiv näher als solche mit kürzeren.
- Bildteile mit tangential verzerrten Zerstreuungsfiguren sind vom Objektiv zu weit entfernt.

Ergebnisse

Die Folge des starken Abblendens um drei Stufen ist ein verkleinertes Öffnungsverhältnis, das sich zwar nicht auf die erreichbare Grenzgröße an Sternen auswirkt, wohl aber auf die Wiedergabe flächenhafter Objekte, wie Nebel. Die notwendige Belichtungszeit zur Erlangung der Grenzgröße verlängert sich naturgemäß beträchtlich. Um die wahrscheinliche Grenzgröße von ca. 14^m zu erreichen, wären 3–4 Stunden Belichtungszeit erforderlich. Das ist ein Nachführungsaufwand, der sich auch angesichts der unvermeidbaren Nachführungsmängel und der daraus resultierenden Bildfehler nicht lohnt.

Die bei der Blende 11 mit 60 min Belichtungszeit auf Astroplatten ZU 21 erreichte Sterngröße beträgt 12^m5. Diese ist innerhalb eines Bildkreises von 20° Durchmesser konstant,

bis zum Bildkreis 40° nimmt die Grenzgröße um 1,^m5 ab.

Die Sternbildchen sind bis 30° Bilddurchmesser noch rund, aber schon schärfevermindert, darüberhinaus wird die Zerstreuungsfigur der Sterne innerhalb einer ringförmigen Zone zunächst tangential verzerrt, um sodann immer stärker in radialer Richtung zu verlaufen. In den Bildecken, bei 56° Bildfelddurchmesser, ist das Verhältnis der großen Achse: kleinen Achse der Zerstreuungsfiguren etwa 3:1.

Eine merkliche Verzerrung markanter Sterngruppierungen ist speziell in den Bildecken nicht zu übersehen, sie ist die Folge der Verebnung der Himmelskugel auf der Fotoplatte.

Sternfreunde mit einer Vorliebe für das weitläufige fotografische „Spazierensehen“ finden an den großformatigen Vergrößerungen, die ganze Sternbilder umfassen können, Genugtuung.

Der Vergrößerungsaufwand ist indessen erheblich, er wäre nur gesondert zu beschreiben.

KURZBERICHTE



Vorläufige Sonnenfleckens-relativzahlen Juli/August 1986

Tag	Juli	August	Tag	Juli	August
1	0	12	16	23	9
2	0	11	17	33	7
3	10	11	18	14	0
4	14	11	19	12	0
5	18	11	20	18	11
6	29	10	21	21	12
7	29	8	22	26	12
8	29	9	23	14	14
9	17	8	24	0	9
10	33	0	25	0	9
11	35	0	26	0	9
12	36	0	27	10	9
13	25	0	28	12	9
14	16	0	29	16	9
15	28	0	30	18	9
			31	17	9
Mittel			17,8	7,4	

A. KOECKELENBERGH

Mondfinsternisse 1987

Da im Kalender für Sternfreunde 1987 entsprechende Angaben nicht enthalten sind, folgen hier die zur Beobachtung nötigen Daten.

	Mitte (MEZ)	Größe
1987 Apr. 14	3 ^h 19 ^m	0.778
1987 Okt. 7	5 01	0.986

In beiden Fällen handelt es sich um Halbschattenfinsternisse. Der Wert in der Spalte „Größe“ ist also als maximale Eindringtiefe des Mondes in den Halbschatten der Erde (in Einheiten des Monddurchmessers) zu verstehen. Beide Finsternisse sind groß genug, um visuell eine Abschwächung des Mondlichts feststellen zu können. Dabei wird der Mond im April südlich und im Oktober nördlich des Schattenzentrums vorüberziehen. Aufmerksamen Sternfreunden wird nicht entgehen, daß während der Halbschattenfinsternis vom 14. April eine Bedeckung des hellen Sternes Spika (α Vir) stattfindet, ein Kuriosum, das die Beobachtung dieser Finsternis sicher reizvoller macht.

ANDREAS DILL

Amateursternwarte in Zschernitz

Schon als Schüler interessierten mich die Geschehnisse am gestirnten Himmel. Als Lehrling fertigte ich mir einen Refraktor, mit dem auch heute noch beobachtet wird. Allerdings: Das ständige Auf- und Abbauen der Beobachtungskonstruktion konnte nicht die Lösung sein. Jahre später, nach dem Erwerb eines Grundstücks, konnte die Idee verwirklicht werden, ein Kuppelgebäude zu errichten.

Nach Besichtigung mehrerer Sternwarten entwarf ich eine Baukonzeption für ein zweigeschossiges Gebäude mit einer 4-m-Kuppel. Der erste Bauabschnitt wurde schon 1981 realisiert. Bei der Fertigung der Kuppel half ein holzverarbeitender Betrieb. Inzwischen ist auch die instrumentelle Ausrüstung weiter komplettiert worden. Zur Nutzung stehen ein Cassegrain 210/3000, ein Newton 120/850, zwei Refraktoren (80/1200 und 63/840), eine Fotoausrüstung und ein lichtelektrisches Photometer zur Verfügung.

Seit Inbetriebnahme der Sternwarte, Mitte 1984, ist eine rege Beobachtungstätigkeit zu verzeichnen. Eine Arbeitsgemeinschaft „Astronomie“ arbeitet unter meiner Anleitung, und der Astronomieunterricht der Oberschule erhält durch die Sternwarte zusätzliche Impulse. Öffentliche Beobachtungsabende sind natürlich ebenfalls geplant, um interessierten Bürgern die Möglichkeit zu geben, ihre astronomischen Kenntnisse zu erweitern.

HORST PIETREZAK

Jugend- und Feriensternwarte Drebach

Seit 1969 besteht in Drebach, Kreis Zschopau, eine Volkssternwarte. Die Arbeit dieser Sternwarte – seit 1981 der Ortsgruppe des Kulturbundes der DDR übergeben – konzentrierte sich ab 1979 auf die Betreuung junger Sternfreunde und Amateurastronomen. Mehrere zentrale Jugendlager fanden im Auftrag der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt des KB der DDR ab 1980 in Drebach statt.

Im Oktober 1983 wurde der Gedanke geboren, in Drebach eine Jugend- und Feriensternwarte zu errichten. In relativ kurzer Zeit konnte dieses Vorhaben durch beispielhaftes Zusammenwirken staatlicher Institutionen, gesellschaftlicher Massenorganisationen und freiwilliger Helfer verwirklicht werden. Vorwiegend in Ferienabteilung gebaut, wurde die Volkssternwarte anlässlich der 600-Jahrfeier der Gemeinde am 1. Juni 1986 eingeweiht und dem Kulturbund der DDR als Jugend- und Feriensternwarte übergeben (vgl. 4. Umschl.-S. und Bild-S. IV).

Der Gesamtwert beträgt ca. 900 000 M. Das Hauptgebäude mit den Abmessungen 20 x 12 m² beherbergt Verwaltungsräume, Gästezimmer, Labor, Küche, sanitäre Anlagen, Arbeitsgemeinschaftsraum und kleine Nebenküche. Das Foyer mit nahezu 50 m² ist verhältnismäßig repräsentativ gestaltet.

In das Hauptgebäude ist das 8m-Kuppel des Zeiss-Kleinplanetariums halb eingebaut. Das Planetarium bietet 50 Besuchern Platz. Ein ZKP 1 ist installiert. An Zusatzprojektoren sind vorhanden bzw. mit VEB Carl Zeiss Jena vertraglich gebunden: Satellitenprojektor, Geozentrische Erde, Sternschnuppenprojektor, Kometenprojektor und Sternbildfigurenprojektor. Zusätzlich sind mehrere Bildwender und eine hochwertige Tonbandanlage im Einsatz.

Das Labor ist mit allen erforderlichen Geräten ausgestattet und erlaubt Farbfotografieren.

In der 8 x 5,50 m² großen Beobachtungsstation mit abfahrbarem Dach (links am Hauptgebäude) sind folgende Instrumente stationiert: ein Zeiss-Méniscas 150/900/2250 mm auf Ib-Montierung, ein Zeiss-Refraktor 110/1650 mm auf Eigenbaumontierung, ein Zeiss-Kometensucher 110/750 mm auf Ib-Montierung (transportabel) und ein „Telemontor“. Alle Geräte haben Okularrevolver.

Die fotografische Ausrüstung ist reichhaltig: Je eine Astrokamera 56/250 mm am 110 mm-Refraktor, Vierlinser 60/270 mm am Méniscas, Mond- und Planetenkamera. Weiterhin können wir zwei Prakticas, eine EXA und eine Pentax six TL mit jeweils verschiedenen Zusatzobjektiven bis 300 mm Brennweite einsetzen. Ferngläser (8 x 30 und 10 x 50) und verschiedene Zeiss-Zusatzgeräte stehen gleichfalls bereit.

In der kleinen Beobachtungsstation steht das Hauptinstrument – ein Cassegrain 300/1800/4500 mm. An der Deklinationsachse befinden sich die Zeiss-Spiegelobjektive 180/1000 mm und 125/500 mm.

Die Sternwarte ist relativ günstig gelegen (490 m ü. NN). Größere Lichtquellen sind nicht in der Nähe. Etwa 70 Minuten Belichtungszeit mit NP 27 und Öffnungsverhältnissen von 1:3,5 sind bei guten Bedingungen möglich. Der Kugelsternhaufen M 13 ist in guten Nächten mit bloßem Auge sichtbar.

Neben der breiten Nutzung der Sternwarte für die Öffentlichkeit, können wir ganzjährig bis zu jeweils sechs Personen in modern eingerichteten Gästezimmern (Radio, Fernseher, fl. Warm- und Kaltwasser, Bettwäsche) aufnehmen. Die Urlaubsgäste können über eine komplett eingerichtete Küche (Kühlschrank, Elektroherd) verfügen. Ab 1987 stehen auch Winter- und Sommersportgeräte und Campingmöbel bereit.

Allerdings sollten die Interessenten an einem Astro-Urlaub keine Neulinge sein, sondern beispielsweise in der Bedienung astronomischer Geräte gewisse Erfahrungen haben, da eine intensive Betreuung durch das Sternwartepersonal nicht möglich ist.

Bei Bedarf stellen wir ab 1987 unsere Sternwarte auch für alljährliche astronomische Jugendlager (Anfänger, wenig Fortgeschrittene) zur Verfügung.

KARLHEINZ MÜLLER

Gründung des AK Raumfahrt erfolgte

Grundanliegen des am 10. Mai 1986 gegründeten Arbeitskreises Raumfahrt ist es, alle Formen einer gesellschaftlich nützlichen Freizeitbeschäftigung zu unterstützen, zu fördern und zu entwickeln, die sich mit Problemen der Raumfahrt auseinandersetzen.

Zu den Vorhaben gehören die Durchführung von Vortragsveranstaltungen, Seminaren und Diskussionsrunden, Ausstellungen, Basaren und Exkursionen.

Spezielle Arbeitsgruppen werden sich Fragen der Raumfahrt und Raketen Geschichte, der Erarbeitung von Dokumentationen und Analysen sowie von Typenblättern und der Jugendarbeit widmen. Zu den ersten Aktivitäten gehören die Erarbeitung eines Kataloges von Zeugnissen zur Raumfahrt und Raketenentwicklung in der DDR und die Erstellung einer jährlichen Raumfahrtbibliographie der DDR.

Anfragen zur Mitarbeit im Arbeitskreis Raumfahrt sind an den Vorsitzenden, Dipl.-Ing. Hans Dieter Naumann, Straße der Thälmannpioniere 19, Radeberg-8142, zu richten.

I. KB-Bezirkstagung Astronomie in Suhl

Bisher waren die Aktivitäten in der Amateurastronomie im Bezirk Suhl im wesentlichen auf Einzelamateure beschränkt. Um eine Zusammenarbeit und den Erfahrungsaustausch in Gang zu bringen, waren alle Interessenten an der Astronomie zu einer KB-Bezirkstagung am 10. 5. 1986 nach Suhl eingeladen; etwa 50 Sternfreunde folgten dieser Einladung.

Die Tagung wurde durch den Bezirksvorstand Suhl der Gesellschaft für Natur und Umwelt des Kulturbundes der DDR ausgerichtet.

Nach der Begründung ließ Dipl.-Phys. K. Rätz (Bad Salzungen) die Besucher anhand zahlreicher Farbfolien einen Blick in die Welt der Sterne werfen. Dr. W. Wenzel von der Sternwarte Sonneberg der Akademie der Wissenschaften der DDR gab einen Einblick in die Arbeit dieser Sternwarte. Welchen Sinn und welche Möglichkeiten amateurastronomische Betätigung hat, machte Ing. D. Böhm (Nessa) deutlich. Es folgte die Behandlung eines ganz aktuellen Themas: „Komet Halley“. Ing. K. Kirsch (Jena) referierte über Geschichte, Beobachtung und neueste Forschungsergebnisse dieses z. Z. wohl populärsten Himmelskörpers.

In der Diskussion erfuhr man über die Arbeit der (leider erst) zwei astronomischen Fachgruppen im Bezirk Suhle: Oberweißbach und Bad Salzungen. Über die Gründung einer weiteren Fachgruppe (Meiningen) wird seither nachgedacht.

Den Abschluß der Tagung bilanzierte eine Vorführung im Planetarium der Schul- und Volksternwarte „K. E. Ziolkowski“ über das Planetensystem, die Herr Kempf gestaltete.

Möge sich auch im Bezirk Suhle eine gute Zusammenarbeit der Freizeitastronomen entwickeln, der Anfang ist gemacht.

Unsere II. Bezirkstagung findet voraussichtlich in den Februar-Ferien 1987 statt.

KERSTIN u. MANFRED RÄTZ

*

Seminar des AK Sternbedeckungen

Zum vierten Male trafen sich am 18. und 19. Oktober 1986 die Mitglieder des Arbeitskreises Sternbedeckungen im Kulturbund der DDR in der Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“ in Eilenburg zu einem Beobachterseminar. Standen 1984 Geräte und Methoden der fotoelektrischen Beobachtung von Bedeckungsereignissen im Mittelpunkt, so beschäftigten sich diesmal mehrere Vorträge und viele Diskussionen im Plenum und im kleinen Kreis mit der Auswertung der Messungen. Drei Teilnehmer stellten dafür Computerprogramme vor, die Diskussionen darüber endeten z. T. erst nach Mitternacht im Hotel, wo man noch in lockerer Runde beisammensaß.

Einen zweiten Schwerpunkt des Seminars bildeten die Sternbedeckungen durch Planetoiden. Das zunehmende Interesse an solchen Beobachtungen macht eine straffe Organisation der Verbreitung von Voraussagen und der Erfassung der Meßergebnisse erforderlich. Informationen darüber veröffentlicht der AK Sternbedeckungen in einer der nächsten Ausgaben des Mitteilungsblattes SBN.

Zu einem Höhepunkt der Veranstaltung wurde ein Vortrag von Dr. Böhme von der TU Dresden, der über die Reduktion und die wissenschaftliche Bedeutung der Sternbedeckungsmessungen referierte und sich anschließend lebhaft an der Diskussion beteiligte.

In lebendiger Vortragsweise, und mit zahlreichen Farbdiasproben untermalt, berichteten Dr. Maleček, Dr. Zawilski, P. Lipski und D. Büttner über die Symposien ESOP IV Antwerpen 1985 und ESOP V in Warschau und Lodz 1986. Da E. Otto als Leiter des Arbeitskreises eine erfolgreiche Bilanz der Arbeit seit dem letzten Seminar vorlegen konnte, und wie bei den vorangegangenen Eilenburger Treffen die Mitarbeiter der Sternwarte für eine gute kulinarische Betreuung gesorgt hatten, wird auch dieses Seminar bei allen Teilnehmern in guter Erinnerung bleiben.

M. MÜLLER

*

Letzte Meldung

Die Sowjetunion wird künftig den ununterbrochenen Aufenthalt der Raumfahreremannschaften in Orbitaletationen auf zehn Monate ausdehnen. Das erklärte Viktor Rjumin auf dem 37. Kongreß der Astronautenkonföderation.

AUS d. LITERATUR



DDR trat INMARSAT bei

Als 47. Land der Erde trat die DDR am 24. Sept. 1986 der Internationalen Schiffsfunksatelliten-Organisation INMARSAT bei. An diesem Tag hinterlegte der Stellvertreter des Ministers für das Post- und Fernmeldewesen der DDR, Dr.-Ing. H.-J. Hammer beim Generalsekretär der Internationalen Schifffahrtsorganisation IMO in London die Beitrittserklärung und unterzeichnete gleichzeitig das INMARSAT-Betriebsabkommen, das die Bedingungen für die Teilnahme am Funkverkehr über die Satelliten des Systems festlegt. Dieser Beitritt ist ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Nachrichtenübertragungen zu den Handels- und Fischereischiffen der DDR, zur Erhöhung der Disponibilität ihres Einsatzes und zur Erhöhung der Sicherheit auf See. Z. Zt. sind 7 DDR-Hochseeschiffe mit INMARSAT-Schiffsfunkstationen ausgestattet. Das erste Schiff war die MS „Frankfurt/Oder“, die im Januar 1984 den Schiffsfunk via Satellit zunächst zur Erprobung aufnahm.

Indonesien trat als 48. Land INMARSAT bei.

Lit.: INMARSAT News Release, NR 27/86/2457 B und 28/86/2489B.

*

Neues von INMARSAT

Eine Reihe zukunftsweisender Beschlüsse für die weitere Entwicklung des INMARSAT-Systems faßte der INMARSAT-Rat auf seiner 24. Ratstagung, die in der ersten Juli-Woche dieses Jahres in London stattfand.

Der Start des ersten Satelliten der 2. Generation, INMARSAT 2-F 1 ist nunmehr für September/Oktober 1988 geplant, der des zweiten für März/April 1989. Für beide Starts ist die ARIANE 4 vorgesehen. Wegen des Fehlstarts ARIANE V 18 am 31. Mai dieses Jahres dürfte jedoch für beide Starts eine Termin-Verschiebung eintreten.

Verlängern wird INMARSAT die Miete der drei noch voll funktionsfähigen MARISAT-Satelliten, mit denen das System 1982 seinen Betrieb aufnahm. Der neue Mietvertrag hat ein Volumen von 5,4 Mio Dollar und läuft über 3 Jahre mit Verlängerungsoption. Dieser Schritt wurde notwendig, weil zwei der derzeitigen Reserve-satelliten einen merklichen Leistungsabfall zu verzeichnen haben. Gleichzeitig soll damit eine gewisse Sicherheit gegenüber der möglichen Startverzögerung der neuen Satellitengeneration erreicht werden.

Möglicherweise sollen die MARISAT-Satelliten auch für ein Test- und Demonstrationsprogramm für neue Dienstleistungen des INMARSAT-Systems genutzt werden. Geplant ist die Bereitstellung eines weltweiten Navigations- und Funkortungssystems für Flugzeuge und Schiffe unter Nutzung der systemeigenen Satelliten sowie die Bereitstellung der heute für den Schiffsfunk gebotenen Dienste auch für den Flugfunk. Zu den konkret vorgesehenen Projekten gehören:

- ein satellitengestütztes Ortungsverfahren für Schiffe, das auf dem Prinzip der gleichzeitigen Entfernungs-messung zu zwei oder mehreren Satelliten beruht;

- ein Integritätsprüfungsdienst zur automatischen Prüfung der Verfügbarkeit und einwandfreien Arbeitsweise anderer Navigationsfunkdienste, wie des sowjetischen GLONASS-Systems oder des amerikanischen GPS-Systems, was den Nutzen dieser Systeme für die Teilnehmer erhöhen würde;
- ein Navigationsfunkdienst für die Luftfahrt, der es Fluggesellschaften und Luftverkehrsüberwachungsbehörden ermöglicht, die Position von Flugzeugen über beliebigen Punkten der Erde laufend zu ermitteln und zu verfolgen, womit ein weltweites „Echtzeit-Pseudoradar-System“ realisiert werden könnte.

Lit.: INMARSAT-News Release, Juli 1986

Japanische Halley-Resultate

Über die erfolgreichen Vega-Missionen und die Giotto-Sonde sind bereits Details der Ergebnisse veröffentlicht worden. Weniger ist jedoch bisher über die japanischen Raumflugkörper „Suisei“ (= Komet) und „Sakigake“ (= Pionier) bekannt geworden.

„Suisei“ erreichte am 8. März 1986 um 13.06 UT mit etwa 150000 km den geringsten Abstand zum Kometen. In einer Abweichung von ± 20 min zu diesem Zeitpunkt trafen zwei große Staubpartikel die Sonde und führten zu Störungen in der Lage von „Suisei“. Das erste Teilchen wird mit einer Masse von mehreren Milligramm und einem Durchmesser von 1–2 Millimeter geschätzt. Es führte zu einer Achsenabweichung von $0,54^\circ$, während das zweite Teilchen $0,41^\circ$ Abweichung bewirkte. Der Gesamtvektor beider Staubeinschläge betrug $0,7^\circ$. Glücklicherweise wurden die Signale der Sonde und die wissenschaftlichen Instrumente nicht in Mitleidenschaft gezogen.

Wie A. Kaneda von der Universität Tokyo nach erster Auswertung der Experimente mitteilte, wird die Rotation des Kometenkerns mit 52 bis 53 Stunden angegeben. Dieser Wert stimmt mit den Ergebnissen der VEGA-Sonden überein. Die Neutralgasproduktion soll 10^{28} Moleküle/s betragen.

T. Mukai (Tokyo) berichtete, daß sein Sonnenwindanalysator bei einer Entfernung von 450000 km vom Kometenkern eine plötzliche Änderung in der Plasmaverteilung registrierte. Eine Verminderung in der Flußgeschwindigkeit und eine Ablenkung im Flußwinkel zeigten an, daß die kometae Bugwelle gekrenzt wurde. Durch die Extrapolation dieser Erscheinung auf die Linie Komet-Sonde ergibt sich eine Ausdehnung von 350000 km.

Die erste interplanetare Sonde der Japaner, „Sakigake“, passierte am 11. März um 4.18 UT in einer Entfernung von 7000000 km den Kometen. Wegen dieses großen Abstandes zum Kern wurde die Sonde nicht von Staubteilchen getroffen. Die Instrumente registrierten Emissionen, die in Beziehung zum Kometen stehen werden. Dabei konnten drei Kategorien unterschieden werden, die eine sporadische, diskrete bzw. kontinuierliche Frequenzcharakteristik besaßen. Am größten war die Amplitude aller drei Arten in der Nähe des Kerns. Mit wachsender Entfernung nahm sie ab. Die „diskrete“ Strahlung hält man für das Ergebnis der kometaen Bugwelle.

Die Plasma- und Magnetfeldexperimente erbrachten keine eindeutigen Effekte, die auf den Kometen zurückzuführen sind. Wahrscheinlich war die Entfernung der Sonden zu groß. Zwar gab es mit einer Periode von 20

bis 30 min Variationen, deren Natur jedoch noch nicht geklärt ist.

Wie bei den anderen Sonden, handelt es sich um Resultate erster Auswertungen.

Lit.: IHM. Amateur Observer's Bulletin, Nr. 16, 1986.

Arianespace startet ECS-5

Der Generaldirektor der ESA, Prof. Reimar Lüst, und Charles Bigot, Generaldirektor von Arianespace, unterzeichneten am 30. Januar 1986 den Vertrag über den Start des fünften westeuropäischen Nachrichtensatelliten ECS-5 (Eutelsat 5). Nach vorläufigen Planungen soll er im März 1987 zusammen mit SBS 5 im Rahmen des 24. Ariane-Fluges in die geostationäre Umlaufbahn gebracht werden.

Lit.: Arianespace: Startvertrag für ECS-5. Raumfahrt Wirtschaft, Jg. 2, Nr. 5, S. 4.

US-Militärs greifen nach konventionellen Trägerraketen

Um die militärischen Satelliten der Luftwaffe ins All befördern zu können, muß nach dem Verlust der Raumfähre Challenger verstärkt auf einmal verwendbare Trägerraketen (Expendable Launch Vehicles - ELV) zurückgegriffen werden.

Ein für Trägerraketen zuständiger Militär erklärte, daß die US-Air-Force mehr Trägerraketen benötigt, als derzeit im Arsenal verfügbar sind. Für die vorhandenen Träger sind bereits Nutzlasten vorgesehen. Auf der Norton-Basis in San Bernardino lagern zusätzlich 56 ausgemusterte Titan-II-Interkontinentalraketen, die die Militärs zu flugbereiten Satellitenträgern modifizieren möchten.

Mit der Titan II können nur relativ kleine Nutzlasten ins All transportiert werden, beispielsweise den militärischen Wettersatellit DMSP, dessen Masse, 750 kg, liegt weit unter den 4,5 Tonnen, auf die sich Air Force und NASA im Februar 1985 für eine Transportkapazität in geostationärer Umlaufbahn geeinigt haben.

Aus diesem Grund bestellt die Air Force neue Trägerraketen. Martin Marietta Denver Aerospace entwickelt zu Zeit die Titan 34 D7 mit sieben Booster-Segmenten, die bis Oktober 1988 einsatzbereit sein soll. Davon möchte die Space Division 10 Stück beschaffen.

Die Titan 34 D7 soll von Cape Canaveral Air Force Station/Florida aus starten, die Titan II von Vandenberg AFB/Kalifornien. Ab April 1988 wird der erste neue Start der Titan II-Raketen angestrebt. Wenn gegenwärtige Planungen beibehalten werden, dann starten drei Titan II und zwei Titan 34 D7 pro Jahr.

Die noch im Arsenal befindlichen Trägerraketen Titan III, Atlas E, Atlas H und Atlas Centaur sowie die Scout sind bis 1989 verbraucht. Danach stehen der US Air Force neben den Shuttle-Starts nur noch die in der Planung befindlichen Titan 34 D7 und Titan II zur Verfügung.

Lit.: Flug-Revue 3/1986.

REZENSIONEN



Kometen

„Kometen – kosmische Vagabunden“ ist ein populärwissenschaftliches Buch über alle Gebiete der Kometenforschung. Es ist großzügig gestaltet und reichlich bebildert, angelegt als ein Lese- und Bilderbuch über Kometen von den Anfängen der Kometenforschung bis hin zu den modernen Vorstellungen über Aufbau und Kosmogonie der Kometen.

Obwohl das Buch in einem leichten, unterhaltenden Stil geschrieben ist, viele interessant zu lesende Abschnitte enthält, bleibt es wissenschaftlich einwandfrei. Der Verfasser, ein Fachmann auf dem Gebiet der Planetologie, ist ein hervorragender Kenner der Phänomenologie der Kometen.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis mit 138 Titeln erlaubt ein tieferes Eindringen in das Stoffgebiet. Sehr zu begrüßen, da die letzte Monographie über Kometen vor mehr als 30 Jahren erschienen ist.

Nach kurzer Einführung in die Terminologie der Kometen werden im zweiten Kapitel einige besonders aufsehenerregende Kometenerscheinungen vorgestellt. Breiter Raum ist den internationalen Halley-Missionen gewidmet, die durch Beobachtung des Kometen von Satelliten aus eine neue Ära der Kometenforschung auslösen.

Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit den Prozessen, denen der Einzelkomet in Sonnennähe ausgesetzt ist. Entstehung von Schweifen, ihre Klassifikation in Gas- und Staubschweife nach den Vorstellungen von Bredichin, die Wirkung des von der Sonne kommenden Plasmaströmes auf die gasförmige Schweifmaterie und die Herausbildung von Gegenschweifern sind Schwerpunkte dieses Abschnittes. Aufbau und stoffliche Zusammensetzung des Kometenkernes, der Koma sowie ihr Verhalten im solaren Korpuskularstrom werden ausführlich beschrieben. Aus der Vielzahl der unterschiedlichen Erscheinungen wird ein Bild des für uns unsichtbaren Kometenkerns entwickelt. Ausführliche Beschreibungen von Kernteilungen und Lichtausbrüchen runden das Kapitel über die Physik der Kometen ab. Die Ausführungen werden durch ein ausgezeichnetes Bildmaterial unterstützt.

Im nächsten Kapitel befaßt sich der Autor mit Bahnbewegungen der Kometen und teilt sie in fünf Gruppen ein, die von den kurzperiodischen Kometen bis zu denen mit hyperbolischen Bahnen reichen. Einen breiten Raum nimmt die Bildung von Kometenfamilien als Ergebnis von Bahnstörungen durch die großen Planeten ein. Eng verknüpft mit den Bahnen der Kometen ist die Frage nach ihrer Entstehung. Eine Reihe von Entstehungstheorien wird vorgestellt und verglichen (Kometen als Kondensationsprodukte des Urnebels unseres Sonnensystems, Kollisionsprodukte urzeitlicher Eismonde der äußersten Planeten, interstellare Herkunft).

Das Abströmen von Kometenmaterie, beobachteter Zerfall von Kometen wie auch explosionsartige Vorgänge im Kern oder das Ausbleiben periodischer Kometen weisen auf Abbauprozesse hin. Mit großer Sachkenntnis berichtet der Autor hier über Meteorströme, Meteorite und Feuerkugeln als mögliche Endprodukte von Kometen. Aber auch die Möglichkeit gewaltsamer Zerstörung durch Zusammenstoß mit der Erde oder anderen planetarischen Körpern und die Bildung von Impaktkratern wird hier behandelt.

Bei der angestrebten Vollständigkeit müssen auch mehr oder weniger spekulative Forschungen angeführt wer-

den. So erfährt man, welche Gründe für die Annahme sprechen, daß Kometen die Überträger des Urnebels auf die Erde waren. Es gibt sogar Vorstellungen, daß Kometen epidemische Krankheiten übertragen können. Natürlich gibt es auch eine Reihe von Hypothesen über katastrophenartige Einwirkungen von Kometen auf die Erde. Einen anschaulichen Eindruck erhält man durch die Beschreibung der Tunguska-Katastrophe.

Insgesamt gibt das unterhaltsam geschriebene Buch einen interessanten Überblick über die Geschichte und den heutigen Stand der Kometenforschung. Da es keinerlei Spezialkenntnisse voraussetzt, wird es besonders vom Laien mit großem Gewinn gelesen werden. Die Begleitung des Autors für die Kometen drückt sich in jeder Zeile des Buches aus und wird der Kometenforschung viele Anhänger gewinnen. Das Buch ist eine wertvolle Bereicherung der recht spärlichen Kometenliteratur.

WERNER BRONKALLA

Manfred Reichstein: Kometen – kosmische Vagabunden. Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin 1985, 203 S., 159 Abb., 20 cm × 23 cm, 32 M, Best.-Nr. 6539925.

Rätsel um Sirius

Dieter B. Herrmann hat sein vorwiegend astronomiehistorisches Büchlein als eine Art Lesebuch für Laien oder für historisch interessierte Liebhaberastronomen geschrieben. Jedoch wird auch der Fachmann, der sich zum ersten Mal mit der Geschichte seiner Wissenschaftsdisziplin befaßt, Nutzen daraus ziehen können, zumal das Buch eine Anzahl von interessanten Fakten enthält, die oftmals nur wenig bekannt sind. Der Verfasser hat sein Werk in 4 Kapitel unterteilt, deren historische Fakten miteinander verwoben sind.

Das 1. Kapitel befaßt sich mit dem Ursprung der Sternbilder. Hier hat es Herrmann recht gut verstanden, eine Darstellung zu geben, wie aus dem Leben der alten Völker die Mythen entstanden sind, die verbunden mit religiösen Anschauungen zu den Sternbildern führten. Hinweg über den Anspruch, Sternkonstellationen entsprechend der christlichen Mythologie oder dynastischer Vorstellungen benennen zu wollen, führt er den Weg hin bis zum Jahre 1919, wo mit der Gründung der Internationalen Astronomischen Union auch die Bezeichnungen und die Grenzen der Sternbilder ein für allemal festgelegt wurden.

Nach Herrmanns persönlicher Mitteilung ist das 2. Kapitel, das dem Buch den Titel gegeben hat, als die wichtigste anzuschauen. Es enthält in der Tat zahlreiche Hinweise über die Beobachtung des Sirius im Verlauf der Menschheitsgeschichte, besonders dargestellt an den Erkenntnissen der zentralafrikanischen Dogon. Hier wird häufig Temple zitiert, der sich als amerikanischer Orientalist in den vergangenen Jahrzehnten mit der Kultur dieses Volkes befaßt hat.

Vorerst beginnt aber das Kapitel mit einer kurzen Darstellung über die Bedeutung des Sirius für die Chronologie im Orient. Dann geht Herrmann auf die Entdeckung der Eigenbewegung der Fixsterne durch Halley sowie die Entdeckung der Schwankungen dieser Bewegung durch Bessel an den Sternen Sirius und Procyon ein. Danach folgt die nach Ansicht des Rezensenten sehr breit angelegte Diskussion über die Farbe des Sirius vor allem in Verbindung mit der Deutung der astronomischen Vorstellungen der Dogon. Herrmann kommt zu dem Schluß, daß Sirius A aufgrund seines physikalischen Zustandes schon immer als „weiß“ zu sehen war und daß der weiße Zwerg Sirius B sicherlich eine Entwicklung über einen Roten Riesen hat durchmachen können, doch

muß dieser Zustand dann schon vor einigen Millionen Jahren gegeben gewesen sein, spätestens zur Zeit des Neandertalers und auf keinen Fall zur Zeit der Dogon. Die angeblich in antiker Zeit beobachtete rote Färbung des Sirius läßt sich vielmehr mit dem im alten Ägypten beobachteten hellakischen Ausgang zusammenbringen, wobei Sirius in Horizontnähe infolge der starken Streuung des Lichtes als rot beobachtet wurde. Das Kapitel umfaßt noch eine weitere Palette von anderen ethnographischen Hinweisen bezüglich Sirius, und es ist sicherlich ganz nützlich, daß der Verfasser Vorstellungen von Däniken nicht unerwähnt ließ.

Das 3. Kapitel ist überschrieben: „Das Wunderzeichen der Heiligen Magier“ und beinhaltet die Weihnachtsgeschichte. Wiederum für den Rezensenten in überaus breit angelegter Form wird die große Konjunktion zwischen Jupiter und Saturn 7 v. u. Z. diskutiert. Es wird auf die astrologische Mythologie der vorderasiatischen Völker eingegangen.

Diskutiert werden auch andere Konjunktionen, z. B. die Jupiter-Regulus-Konjunktion im Sternbild des Löwen im Jahr 2 v. u. Z. Herrmann verbindet seine Darlegungen stets mit den gegebenen historischen Ereignissen, so daß der Leser sich recht gut ein Bild über die astrologischen und astronomischen Vorstellungen der damaligen Zeit in Verbindung mit den historischen Gegebenheiten machen kann. Der Rezensent findet es wertvoll, daß im Ausklang des Kapitels auf die Friedensehnsucht der Menschen eingegangen wird.

Das 4. Kapitel ist überschrieben „Der galaktische Klub“. Es wird eingeleitet durch Bemerkungen über frühe Vorstellungen vom Leben auf anderen Gestirnen, besonders in Kants „Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ von 1755.

Herrmann kommt dann auf unsere heutige Anschauung zu sprechen. Hier werden die Erkenntnisse der modernen Astrophysik erwähnt, die im Weltraum organische Moleküle entdeckt hat sowie die Versuche der Nachrichtenverbindungen zu nahe gelegenen Sternen. Etwas zu kurz kommen die von Drake und anderen diskutierten Wahrscheinlichkeiten der von astrophysikalischen Gesichtspunkten gegebenen Möglichkeiten zur Entstehung hochentwickelter Zivilisationen im Weltall. Hier hätte Herrmann durchaus die Drake'sche Formel diskutieren können. Die in ihr zusammengefaßten Wahrscheinlichkeiten hätten dem Leser in kurzer Form deutlich gemacht, warum wir Astronomen heute der Meinung sind, daß hochentwickeltes Leben im Weltall sehr selten sein muß.

GERHARD JACKISCH

Dieter B. Herrmann: *Rätsel um Sirius*. Buchverlag Der Morgen, Berlin 1985, 194 Seiten, 14 Abbildungen, Preis 10,50 M., Bestell-Nr.: 6955785.

sätze aus der Astronomie geben anschließend Einblick in aktuelle Probleme dieser Wissenschaft. Ein Bildteil mit Farb- und Schwarzweißfotos schließt den Sternkalender ab.

MANFRED WOCHÉ

Ahnert, Paul: *Kalender für Sternfreunde 1987*, kleines astronomisches Jahrbuch. Joh. Ambros. Barth, Leipzig, 1986, 171 S., 43 z. T. farbige Bilder, Format 150 mm x 220 mm, Kart., Preis: M 5,70, Bestell-Nr. 7937853.

Das Himmelsjahr 1987

Bot der Kalender 1986 bereits Neuerungen gegenüber seinen Vorläufern, der 78. Jahrgang des „Himmelsjahr“ (1987) ist noch attraktiver. Er ist durchgehend zweifarbig und enthält Erweiterungen bzw. Verbesserungen, wie mehr Sterne in den Graphiken zum Sonnenlauf, monatliche Planetenlaufgraphiken zeigen die Positionen der Planeten, Bewegungsdiagramme für die helleren Saturnmonde, im Diagramm der Merkurstellungen im Jahreslauf ist nun die Kurve des Venuslaufes mit enthalten.

Wie bisher gibt es die astronomische Jahresübersicht; Anleitungen zum Gebrauch; die Finsternisse 1987; Monatsübersichten über Sonnen-, Mond- und Planetenlauf; helle Planetoiden; Sternschuppenströme; Stellungen und Erscheinungen der Jupitermonde; der Fixsternhimmel des Monats; Veränderliche. Der Beobachter findet Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond; Mittagshöhen und Kulmination der Sonne; Sternzeit von Tag zu Tag; Koordinaten für Sonne, Mond, Planeten; Kulminationszeiten der Planeten, heller Planetoiden; das Julianische Datum. Trotz seiner Lückenhaftigkeit ab Seite 170 ist der Tabellenteil sehr wertvoll. – Für 1986 gab H.-U. Keller auch noch den kosmos-Astrokalender '86 (1. Jahrgang) heraus, ein Taschenkalender für Notizen und als „Blitz-Notgeber“ sehr geeignet. Sollte er sich wirklich nicht genug Freunde erworben haben, da sein 2. Jahrgang nicht angezeigt ist?

HEINZ ALBERT

Keller, Hans-Ulrich (unter Mitarbeit v. E. Karkoschka): *Das Himmelsjahr 1987*, Sonne Mond und Sterne im Jahreslauf, Franckh Kosmos Verlagsgruppe, Stuttgart 1986, 176 S., 22 s/w-Fotos, 45 zweifarbig. Zeichnungen, 115 Zeichnungen (blau) und 75 Tab. im Text, kart., DM 14,80. Best.-Nr. ISBN 3-440-05591-4.

Militarisierung des Weltraums – Krieg der Sterne – SDI

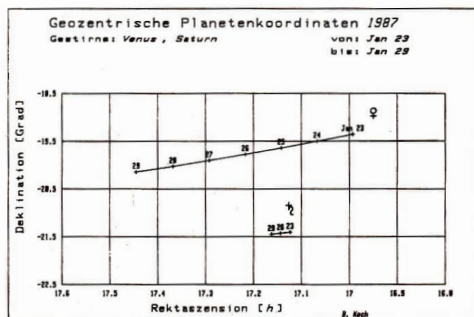
Diese Auswahlbibliographie enthält wichtige deutschsprachige Publikationen (Periodika) zur höchst aktuellen Thematik. Sie stellt einen ersten Schritt dar, um wichtige Publikationen zu diesem Thema breiten Kreisen der Wissenschaft und der Praxis zugänglich zu machen. Es werden mehr als 700 Publikationen aus 75 Zeitschriften und Zeitungen erfaßt.

MANFRED WOCHÉ

Weber, Gerhard: *Militarisierung des Weltraums – Krieg der Sterne – SDI*, Auswahlbibliographie. – Jena: Univ. Bibl., 1986 – VIII, 67 S. (Bibliogr. Mitt. der Univers.-Bibliothek Jena; 43), Preis: 7 M.

Kalender für Sternfreunde 1987

Auch der „87-er Ahnert“ gibt wie seine Vorgänger im einleitenden Teil Hinweise für den Erstbenutzer. Dieser Einführung folgen, vor allem für den angehenden Sternfreund nützlich, wesentliche Daten für Beobachtungen mit bloßem Auge und dem Feldstecher. Der fortgeschrittene Amateur findet die für Beobachtungen mit einem astronomischen Fernrohr wichtigen Ephemeriden im Hauptteil des Sternkalenders, der diese Daten für die Körper unseres Sonnensystems als auch für Objekte des Fixsternhimmels erläßt. 13 kurze Berichte und Auf-



Geozentrische Planetenkoordinaten Venus und Saturn im Januar 1987.
(Der Mann am Computer: Bernhard Koch)

Künftig sollen – in zwangsloser Folge – ausgewählte Konstellationen zur Unterstützung der Beobachter in unseren Heften erscheinen.

Die Red.

Veröffentlichung Nr. 2 des AK Numerische Astronomie. Im Arbeitskreis „Numerische Astronomie“ ist die Veröffentlichung Nr. 2 (Aufschiephemeriden für Planeten, Kometen ...) erschienen. Interessenten wenden sich an Günter Bethge, Kreuzstraße 3 B, Leipzig, 7010.

Verkaufe kompl. Fernrohr „Telemont 2“, Sonnenfilter SFO 63, Zenitprisma, orthoskop, Okulare 6 mm, 10 mm. Preis: ca. 1200 M. – **Kostenlos abzugeben:** „Kalender für Sternfreunde“ 1965, 1969 und 1974 bis 1987. – B. Mathis, Freiligrathstr. 8, Sachornowitz, 4417.

Suche Rohrmontage f. Refraktor 80/1200; Beßvar, Atlas Coeli, Atlas Borealis und Atlas Eclicpalsis. – Klaus Schimm, Ringstr. 8, Straßgräben, 8291.

Verkaufe Rohrmont. SK 200/260/500, Preis n. Vereinb. Suche Tessar 4,5/300, gefärbte Barlowlinse, Zenitprisma, CZ-Objektiv 80/500. – Berndt Hofmann, Schwalbenweg 9, Schönefeld, 1188, Tel.: 6788923.

Einladung nach Suhl

Am Sonnabend, den 21. Februar 1987, findet in Suhl die II. Bezirksagung Astronomie statt (Beginn: 9,30, Ende ca. 16.00 MEZ). Vorgesehen sind u. a. Vorträge über die Auswertung der Halley-Ergebnisse, über visuelle und photographische Planetenbeobachtung mit Amateurmitteln, über die totale Sonnenfinsternis im Juli 1981 und – Diskussion. Auch eine kleine Ausstellung wird vorbereitet. – Interessenten wenden sich (möglichst bis Anfang Feb. '87) an: KB der DDR, Gesellsch. f. Natur und Umwelt, Bez.-Vorstand, Str. d. 7. Okt. 20, Suhl, 6000. – Einladungen mit genauen Tagungsprogramm werden rechtzeitig versandt.

Vorschau auf Heft 1/1987

Erste Etappe des „Vega“-Projektes: Erforschung der Venus • Nach der Voyager-2-Passage: Uranussatelliten, Reste eines massereichen Systems • Beginn zweier Beitragsreihen: Das Fernrohr des Sternfreundes und Für den rechnenden Sternfreund • Raumfahrtstatistik 1985, Teil II

Einmaliges Angebot: Digitaltechner D4A/ C8205, Baujahr 1970, einsatzbereit, Neuwert 170 TM, dazu Datenerfassungsgerät „Cellatron“ (neuwert 20 TM) und umfangreiches Programm- und Arbeitsmaterial bei Selbstabholung kostenlos abzugeben. Entscheid erfolgt bei günstigem Gegenangebot. Zuschriften bis 15. 2. 1987 an die Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“, Auf den Ebenbergen, Radebeul 2, 8122.

Verkaufe neuw. Zeiss-Säulenstativ (230 M), AS-Objektiv 50/540 mm (50 M), Metaldoppelinterferenzfilter i. Fsg. 656 H (90 M), „Die Sterne“ 1969–85 (8 M pro Jg.). – H. Fiesinger, Bahnhofstr. 42, Kötleda, 5234.

Verkaufe Telemont 2 m. Orig.-Verp., Holzdreibeinestativ, Mont. T, Okulare 10, 25, 40 mm, Chromsonnenfilter, Halterung f. Kleinbildkamera. Preis: 1000 M. Beinroth, A.-Becker-S. 29, Strasburg, 2150.

Verkaufe Cassegrainspiegel 160/900/2700 mm m. Sekundärspiegel f. 800 M, Okularrevolver (5fach) f. 200 M. Thomas Kreubel, Okenstr. 26, Jena, 6900.

Verkaufe Prismenumkehrsatz (150 M), Zenitprisma (100 M), beides neuwertig. Steffen Casper, Hanloer Str. 4, Halle, 4070.

Suche parallakt. Montierung T und AS-Objektiv 80/840. – Jens Busse, Max-Lingner-Str. 39, Weißenfels, 4850.

Unsere Autoren

Titus Marwinski, Fr.-Engels-Ring 144, Weimar, 5300
Dieter Bruns, Wölfnitzer Ring 12, Dresden, 8038
Wolfgang Roloff, Dorfplatz 9, Birkholz, 3511
Karlheinz Müller, Str. d. Jugend 9b, Dreßbach, 9362
Bernh. Koch, P.-Bertz-Str. 123, Karl-Marx-Stadt, 9044
Bernh. Priesemuth, Th.-Brugsch-Str. 2, Berlin, 1115
Dipl.-Journ. J. Gastecki, Theaterstr. 3, Kamenz, 8290
K.-H. Bücke, Florian-Geyer-Str. 40/004, Dresden, 8019

Raumfahrtstatistik 1985 (I)

Erläuterungen zur Tabelle

Datumangaben basieren auf Mitteleuropäischer Zeit (MEZ). Die Massen unbemannter Satelliten enthalten in der Regel auch an Bord befindlichen Treibstoff; die Massen der Raumtransporter enthalten keine Nutzlasten. Die Epoche gibt den Tag an, an dem die ausgewiesenen Bahn-daten gewonnen wurden. Die Angaben von TASS (+) stellen meist Anfangsbahndaten dar. Bei einigen manövrierbaren Raumflugkörpern kann keine Lebensdauer angegeben werden, da diese mehrfach die Bahn ändern. Als Teile wird die Anzahl der beim Start außer den genannten Nutzlasten mit auf Bahnen gelangten Raketen-stufen, Schutzhüllen und sonstigen Fragmente angegeben.

Ergänzende Hinweise zu einigen Raumflug-körpern

Sakigake	- Halley-Kometensonde, Halley-Passage am 11. 3. 86 in 6900000 km Entfernung
Molnija 3	- Nachrichtensatellit
Horizont-11	- Synchrone Nachrichtensatellit
STS-51C	- Bemannter Raumtransporter: 15. Shuttle-Flug (5 Astronauten, darunter der 1. Militärastronaut), militärisches Raumflug-unternehmen
SIGINT	- Signal Intelligence, neuer Typ eines militärischen Aufklärungsatelliten, Funk- und Telegraphieaufklärung, synchrone Bahn über der UdSSR, Codename: USA-8
Meteor 2	- Wettersatellit
SDS-10	- Satellite Data System, militärischer Satellit zur Übertragung von Aufklärungs-daten, Codename: USA-9
Arabsat-1A	- Multinationaler synchrone Nachrichtensatellit der Arab Satellite Communications Organisation
Brasilsat-1	- Synchrone Nachrichtensatellit für Brasilien
Geosat	- Geophysikalischer und geodätischer Satellit der US-Marine
Ekran-14	- Synchrone Nachrichtensatellit
Intelsat 5A-F10	- Synchrone Nachrichtensatellit

Ergänzungen zur Raumfahrtstatistik 1984 (siehe AuR 23 (1985) 3 u. 4)

Satzfehlerkorrektur: Kosmos-1529 = 1984-01H

Kosmos-1530 = 1984-02A

Weitere Satzfehler sind nicht inhaltlicher Natur.

Durch Zerfall erhöhte sich die Anzahl der Teile:

Kosmos-1538 = 2 Teile

Kosmos-1570 = 3 Teile

Kosmos-1588 = 30 Teile

Kosmos-1601 = 26 Teile

Die Lebensdauer von Raumflugkörpern wurde präzisiert:

Ohzora = 4 Jahre

Kosmos-1588 = 4 Jahre

China-15, nicht China-14, trägt die Nebenbezeichnung STW-1

Weitere Raumflugkörperaktivitäten:

Vega-1-Landekapsel (1984-125E) erreichte am

10. 6. 85 die Venus

Vega-1-Ballon/Frankreich (1984-125F) erreichte

am 10. 6. 85 die Venus-Atmosphäre

Vega-2-Landekapsel (1984-128E) erreichte am

14. 6. 85 die Venus

Vega-2-Ballen/Frankreich (1984-128F) erreichte

am 14. 6. 85 die Venus-Atmosphäre

Vega-1 passierte den Kometen Halley am

6. 3. 86 in 8890 km Entfernung

Vega-2 passierte den Kometen Halley am

9. 3. 86 in 8030 km Entfernung

AMPTE/IRM-1 stieß in der Nacht vom 17. zum

18. 7. 85 einen weiteren künstlichen Kometen aus

BERNHARD PRIESEMUTH

Nicht aufregen, Freunde!

Wir erlauben uns, aus der Zeitschrift „Der Pionierleiter“ 11/12'86, Beilage S. 27 zu zitieren.

„Sternschnuppen sind Meteoriten, die in der Atmosphäre verglühen.“

„Satelliten sind ... schnell bewegte Punkte“ und dann kommt es, was wir überhaupt noch nicht wußten, was uns Dieter Arndt (2. Studienjahr) aber in diesem Artikel begreiflich zu machen sucht:

„Wieviel wiegt der Mensch auf dem Mond? $\frac{1}{6}$ des Körpergewichtes. Warum? Der Mond hat keine Atmosphäre usw.“

Raumflugkörper	Masse (kg)	Staat	Start	Astronom. Bezeichnung	Teile	Epoche	Perigäum (km)	Apogäum (km)	Umlauf- zeit (min)	Bahn- neigung (Grad)	Lebensdauer bzw. Umlauf beendet
Satellite (MS-T5)	138	Japan	7. 1. 85	1985-01A	2	Heliozentrische Bahn					
Kosmos-1016		UdSSR	9. 1. 85	1985-02A	1	+	180	381	89,8	64,9	4. 3. 85
Kosmos-1017		UdSSR	15. 1. 85	1985-03A	1	+	1400	1483	114	82,6	10000 Jahre
Kosmos-1018		UdSSR	15. 1. 85	1985-03B			siehe	1985-03A			10000 Jahre
Kosmos-1019		UdSSR	15. 1. 85	1985-03C			siehe	1985-03A			10000 Jahre
Kosmos-1020		UdSSR	15. 1. 85	1985-03D			siehe	1985-03A			10000 Jahre
Kosmos-1021		UdSSR	15. 1. 85	1985-03E			siehe	1985-03A			10000 Jahre
Kosmos-1022		UdSSR	15. 1. 85	1985-03F			siehe	1985-03A			10000 Jahre
Molnija 3 (Nr. 25)		UdSSR	16. 1. 85	1985-04A	3	+	625	40646	736,4	62,8	10,5 Jahre
Kosmos-1023		UdSSR	16. 1. 85	1985-05A	7	+	216	404	90,4	70	30. 1. 85
Kosmos-1024		UdSSR	17. 1. 85	1985-06A	3	+	787	825	100,8	74	120 Jahre
Horizont-11		UdSSR	18. 1. 85	1985-07A	5	+	35096	35096	1401	1,5	Mill. Jahre
Kosmos-1025		UdSSR	23. 1. 85	1985-08A	1	+	114	411	89,7	65	25. 1. 85
Kosmos-1026		UdSSR	24. 1. 85	1985-09A	2	+	643	677	97,7	82,5	60 Jahre
STS-51C	67123	USA					unbekannt				27. 1. 85
Discovery F3		USA	24. 1. 85	1985-10A	2	Übergangsbahn:					
„Big Ear“	4000	USA	24. 1. 85	1985-10B		1985/Jan.	341	34670	612,3	28,4	Mill. Jahre
Kosmos-1027		UdSSR	1. 2. 85	1985-11A	1	+	977	1031	104,9	82,9	1200 Jahre
Kosmos-1028		UdSSR	6. 2. 85	1985-12A	10	+	206	497	90,3	72,8	20. 2. 85
Meteor 2 (Nr. 12)		UdSSR	6. 2. 85	1985-13A	1	+	950	975	104,11	82,54	1200 Jahre
SDS-10 (USA-9)		USA	8. 2. 85	1985-14A	1	1985/Feb.	400	39700	712,6	63,0	
Arabsat-1A	1195	Arab. St.	9. 2. 85	1985-15A	2	25. 2. 85	35752	35855	1436,86	0,06	Mill. Jahre
Brasilsat-1	1140	Brasil.									
(SBTS-1)		UdSSR	9. 2. 85	1985-15B		21. 7. 85	35781	35796	1436,08	0,08	Mill. Jahre
Kosmos-1029		UdSSR	21. 2. 85	1985-16A	5	+	36157	36157	1453	1,16	Mill. Jahre
Kosmos-1030		UdSSR	27. 2. 85	1985-17A	1	+	182	337	89,6	64,9	23. 4. 85
Kosmos-1031		UdSSR	27. 2. 85	1985-18A	1	+	474	517	94,5	65,9	5 Jahre
Kosmos-1032		UdSSR	1. 3. 85	1985-19A	5	+	903	903	88,8	72,9	15. 3. 85
Kosmos-1033		UdSSR	5. 3. 85	1985-20A	1	+	641	671	97,7	82,9	40 Jahre
Gosnat	635	USA	13. 3. 85	1985-21A	5	13. 3. 85	700	817	100,67	108,08	300 Jahre
Kosmos-1034		UdSSR	14. 3. 85	1985-22A	1	+	976	1024	104,7	82,9	1200 Jahre
Kosmos-1035		UdSSR	21. 3. 85	1985-23A	1	+	1482	1520	110	74	10000 Jahre
Kosmos-1036		UdSSR	21. 3. 85	1985-23B			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Kosmos-1037		UdSSR	21. 3. 85	1985-23C			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Kosmos-1038		UdSSR	21. 3. 85	1985-23D			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Kosmos-1039		UdSSR	21. 3. 85	1985-23E			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Kosmos-1040		UdSSR	21. 3. 85	1985-23F			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Kosmos-1041		UdSSR	21. 3. 85	1985-23G			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Kosmos-1042		UdSSR	21. 3. 85	1985-23H			siehe	1985-23A			10000 Jahre
Ekran-14		UdSSR	22. 3. 85	1985-24A	5	+	3541	35644	1420,09	0,5	Mill. Jahre
Intelsat 5A-F10	2013	USA	23. 3. 85	1985-25A	1	16. 7. 85	35754	35919	1435,98	0,00	Mill. Jahre
Kosmos-1043		UdSSR	25. 3. 85	1985-26A	1	+	190	300	89,1	64,8	18. 10. 85

1963



1987

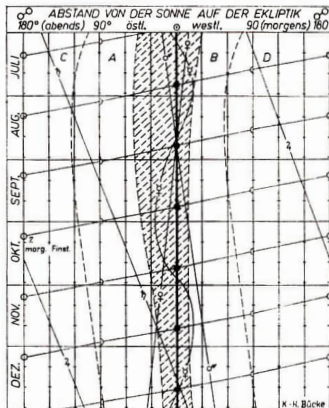
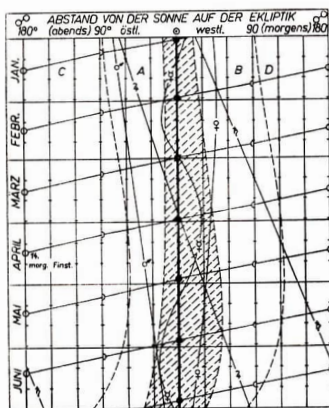
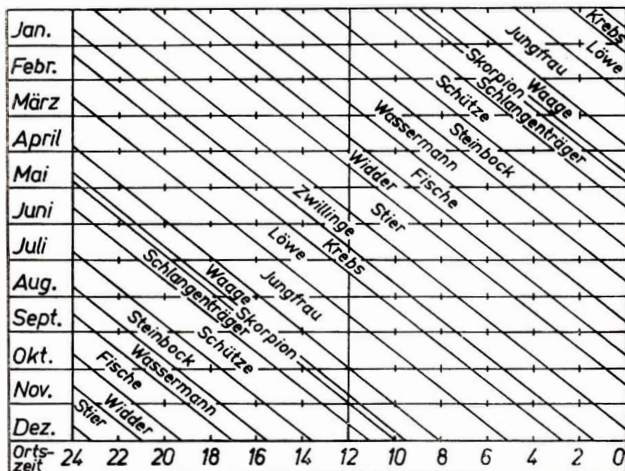
„Astronomie und Raumfahrt“

Astro-Kalender für das Jahr 1987

Herausgeber und Redaktion
wünschen allen Lesern, Autoren und Mitarbeitern ein glückliches,
erfolgreiches Neues Jahr

Mondphasenkalender 1987

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Jan.						D									O							D										
Febr.						D								O								D										
März								D							O								D									
April						D								O								D										
Mai						D								O								D										
Juni				D								O										D										
Juli				D								O										D										
Aug.		D																														
Sept.	D																															
Okt.																																
Nov.						O																										
Dez.						O																										



- Sonne, ● D ○ C Mond, ♀ Merkur, ♀ Venus,
 ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Opposition
 Bewegungsrichtung ← obere Konjunktion
 von ♀ und ♀: → untere Konjunktion

..... sichtbar während der bürgerlichen und nautischen
 Dämmerung oder unsichtbar wegen Sonnennähe.

- A: sichtbar nur bis Mitternacht
 B: sichtbar nur nach Mitternacht
 C: Aufgang vor Mitternacht, sichtbar bis Morgen-
 dämmerung
 D: Nach Abenddämmerung sichtbar bis Untergang
 nach Mitternacht

