

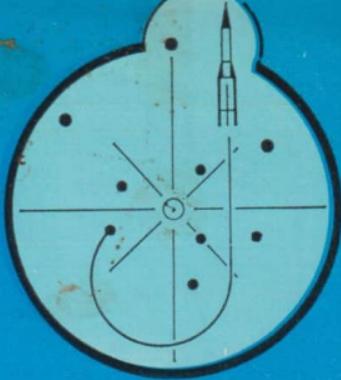
Astronomie UND Raumfahrt

ISSN 0587-565 X

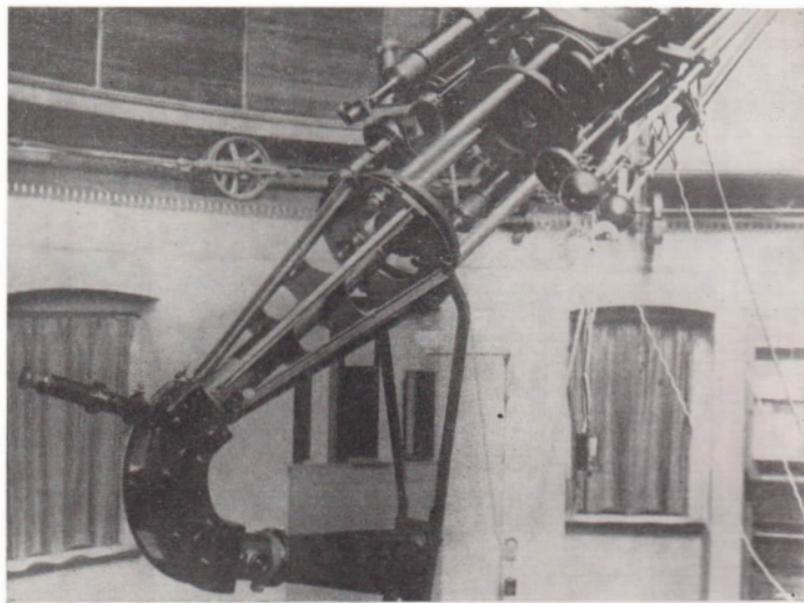
EVP 1,50

1989

1



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR

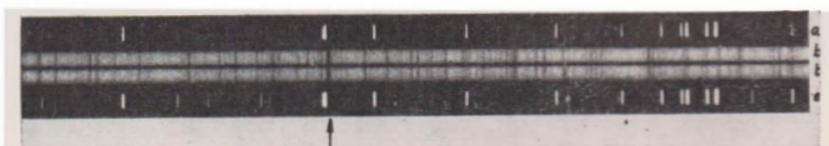


Der Potsdamer Spektrograph aus dem Jahre 1888.

Zum Beitrag S. 14:

100 Jahre photographisch bestimmte Radialgeschwindigkeiten

Abb. 4: Ausschnitt aus einem Zeeman-Spektrum des magnetischen Sterns 53 Camelopardalis. Die links von der Mitte mit einem Pfeil markierte Linie gehört zum Magnesium $\lambda = 4481$ nm. (a) bezeichnen das Vergleichsspektrum, mit Linien des Ar und Fe, und (b) bezeichnen die beiden entgegengesetzt zirkular polarisierten Sternspektren. Die Verschiebung der Sternlinien zu den Vergleichslinien ergibt die Radialgeschwindigkeit, die Größe der Trennung (auf dem Bild nicht sichtbar) der Sternlinien ergibt das Magnetfeld. Das Spektrum wurde in Tautenburg aufgenommen.



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

Schmalinger - Philosophie/Geschichte:

Dr. J. Hamel; - Amateure: Ing. A.

Grünberg, Dipl.-Phys. J. Rendtel,

SIR A. Zenkert, Dr. B. Zill; - Re-

zensionen: Dipl.-Phys. M. Woche;

Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionssitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,

Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

"Astronomie und Raumfahrt" erscheint 1989 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. Veröffentlichungen unter Lizenznummer 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 bearbeiten.

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

Manfred Reichstein: Neptun und sein gestörtes Satelliten-	2
system	
Johann Dorschner: Wandlungen im Kometenbild	10
G. Scholz: 100 Jahre photographisch bestimmte Radialge-	
schwindigkeiten	14
Arno Fellenberg: Die japanische ISAS	17
Sonnenfleckenrelativzahlen September/Oktöber 1988	
(SIDC, AKS)	20
Wolfgang Roloff: Montierungen für Amateurfernrohre	20
Jean Meeus: Kratergenaue Berechnung von Mondfinsternis-	
sen (aus der Reihe DATA für den rechnenden Sternfreund)	26

Kurzberichte

Tagung des AK Veränderliche Sterne	25
Das aschgraue Venuslicht ... beobachtet? • Einladung zum	
Jugendlager 1989 • Interessante Begegnungen im Jugend-	
lager	28
Die 88er Sommerlager in Apolda, Drebach und Waltersdorf	29
Leserbrief (nach Redaktionsschluß)	32

Aus der Literatur

Rezensionen	30
Vorschau auf Heft 2/1989 • Unsere Autoren	32
Anzeigen	10, 17, 27, 32

Redaktionsschluß: 1. 12. 1988

Auslieferung an den PZV: 30. 3. 1989

Bildseiten

Titelbild: SAKIGAKE, Japans erster Raumflugkörper der ersten interplanetaren Mission. Lesen Sie unseren Beitrag ab S. 17!

2. Umschl.-S.: 100 Jahre photographisch bestimmte Radialgeschwindigkeiten. Zum Beitrag S. 14.

3. Umschl.-S. oben: Leuchtende Nachtwolken über Apolda am 6. Juli 1988 um 21.15 MEZ am Westhorizont. Aufn. mit 2,8/50-Objektiv, 8 s auf NP 27-KB-Film belichtet. (Foto: W. Höhne)

unten: Milchstraßenwolke um γ Cygnus. Aufn. vom 7. Aug. 1988 von 21.48 bis 22.18 MEZ (30 min) mit 2,8/135-Objektiv auf NP 27-KB-Film belichtet. (Foto: U. Schwarzkopf)

4. Umschl.-S.: Die japanische M-3SII-1 Rakete auf der Startrampe des Kagoshima Space Center. (2 Fotos von ISAS)

Neptun und sein gestörtes Satellitensystem

Stand der Erkenntnisse und Erwartungen vor der Voyager-Begegnung 1989

M. REICHSTEIN

Die bereits bei ihren Vorbeigängen an drei Planetenriesen so überaus erfolgreiche Planetensonde Voyager 2 soll bis zum Ende August dieses Jahres nun auch das Neptunsystem durchqueren, und wir sind voller Hoffnungen, damit zu einer ganz neuen Erkenntnisstufe auch über diesen sonnenfernsten der vier großen Planeten zu gelangen.

Unter den vielen Fragen, deren Beantwortung bei dieser Gelegenheit obenan steht, finden sich vordergründig solche nach der wahren Zusammensetzung des Satellitensystems Neptuns, nach der Orientierung und Dimension seines Magnetfeldes, der Zahl und Gestalt seiner Ringe sowie dem Chemismus und einem detaillierteren Strukturbild der Wolkenformationen über seiner Oberfläche.

Da wir nun schon so reichlich Erfahrung bei der Fernerkundung von Planeten mit Sondenhilfe sammeln konnten und Neptun ja eigentlich nur der letzte unter den vier ganz Großen unseres Sonnensystems ist, für den die Ergebnisse einer Visite aus großer Nähe noch ausstehen, dürfte es sehr angebracht sein, sozusagen fünf Minuten vor 12 unser aktuelles, von der Erde aus gewonnenes Wissen vom Neptunsystem zu sichten und unter Auswertung der Erfahrungen an seinen sonnenwärmsten Nachbarn Vorausschau zu halten, in welchen Richtungen oder Größenordnungen die erhofften exakteren physischen Daten über ihn erwartet werden könnten.

Solche oder ähnliche „Prognosen“ sind in der Abfolge Jupiter-, Saturn-, Uranussystem entsprechend den schon absolvierten Sondenvorbeiflügen in jüngster Vergangenheit in zunehmendem Maße versucht worden und stellten jeweils mit ihren zutreffenden oder fehlerhaften Vorhersagen in gewissen Grenzen ein Maß dar, inwieweit wir den wahren Bauplan unseres Planetensystems (vgl. Abb. 1) und seine Ausgangssituation schon annähernd richtig erfaßt haben. Und ganz nebenbei wird uns, wenn wir solcher Art Bilanz ziehen, auch klar, daß die Sondenvorbeiflüge, meist zusätzlich zu sehr vielen überraschenden, das heißt zunächst unerwarteten Ergebnissen führten. Bei den uns hier besonders interessierenden Planetenriesen sei in diesem Zusammenhang an folgendes erinnert:

Völlig unvorhergesehene Entdeckungen im Jupiter- und Saturnsystem stellten 1979 seine Ringe sowie drei Zwergsatelliten innerhalb der Bahnen der Galileischen Monde dar, und erst recht der hyperaktive Io-Vulkanismus mit seinen hunderte von Kilometern hohen Fontainen schwefelreicher Substanzen. Ebenso unvorbereitet war man rund zwei Jahre später auf den Anblick koorbitaler Zwergsatelliten Saturs und das verwickelte Strukturmuster seines schmalen F-Ringes. Und schließlich überraschte am Uranus die starke Neigung seiner Magnetfeldachse mindestens genauso, wie das Vorhandensein der rätselhaften „Eisfurchenfelder“ in der Altkraterlandschaft seines Mondes Miranda.

Man kann eigentlich nur hoffen, daß uns solches in Kürze auch am Neptun widerfährt, denn unser Planetensystem wird durch derartige Phänomene nur noch interessanter. In diesem Beitrag soll allerdings nur auf das für ihn schon jetzt durch Daten begründete „Ableitbare“ Bezug genommen werden.

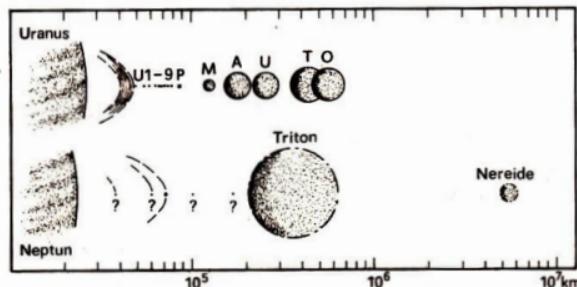


Abb. 1: Satellitensysteme von Uranus und Neptun im Vergleich. Dargestellt sind die Größenverhältnisse der Satelliten und ihre Entferungsrelationen (beachte den logarithmischen Maßstab für die Abstände). U 1 – 9: Von Voyager 1986 entdeckte Monde; P.: Puck; M.: Miranda; A.: Ariel; U.: Umbriel; T.: Triton; O.: Oberon.

1. Rotation, Wolken und Magnetfeld Neptuns

Hinsichtlich ihrer Masse und der am Aufbau ihrer Körper beteiligten Substanzen stehen sich Uranus und Neptun ähnlich nahe wie Venus und Erde. Neptun hat mit $1,03 \times 10^{26}$ kg etwa die 17,25fache Masse unserer Erde, und damit immerhin 15 % mehr als Uranus aufzuweisen. Dieses „Plus“ scheint für die Massenkonzentration von erheblicher Bedeutung gewesen zu sein; denn die mittlere Dichte, die Neptun bis jetzt erreicht hat, liegt bei $1,66 \text{ gcm}^{-3}$, während für Uranus nur $1,27 \text{ gcm}^{-3}$ gelten. Das macht verständlich, warum Neptun trotz seines Übergewichtes im Vergleich zum Uranus mit heute nur noch 48600 km einen ihm gegenüber um 2000 km geringeren Durchmesser hat.

Nach der substanzlichen Zusammensetzung in Oberflächennähe, die einen Anteil von Wasserstoff und Helium bei beiden Planeten von 98 bis 99 % vermuten läßt, wäre zu erwarten, daß auch der Aufbau ihres tieferen Inneren sich kaum unterscheidet. Angenommen wird, daß evtl. auch im Neptun ein gewaltiger „Mantelozean“ einen nicht allzu großen, im Chemismus den Silikaten nahestehenden Kern von vielleicht 5000 bis 10000 km Durchmesser umgibt. Doch sind diese Vorstellungen in Wirklichkeit viel hypothetischer als gemeinhin bekannt ist.

Auch sind wir noch weit von einer allgemein anerkannten Erklärung für die merkwürdige Tatsache entfernt, daß der oberflächennahe Wärmefluß des Neptun mit Temperaturen um 53 K, gemessen an seiner Sonnenentfernung, viel zu hoch ist. Eine zur Zeit viel diskutierte Hypothese geht davon aus, daß noch immer Verdichtungswärme frei wird. Dabei könnte vielleicht auch ein im einzelnen für uns noch recht problematischer Vorgang des Abwanderns der relativ schweren Heliumkerne aus dem höher gelegenen dominierenden Wasserstoffmedium eine Rolle spielen.

Obwohl wir davon ausgehen müssen, daß auch nach erfolgreichstem Verlauf der Voyager-Passage am Neptun gerade über seinen inneren Aufbau noch besonders viele Fragen offen bleiben werden, würden doch genauere Informationen über sein Magnetfeld, das nach radioastronomischen Beobachtungen etwa in der zwei- bis dreifachen Stärke desjenigen vom Uranus und mit

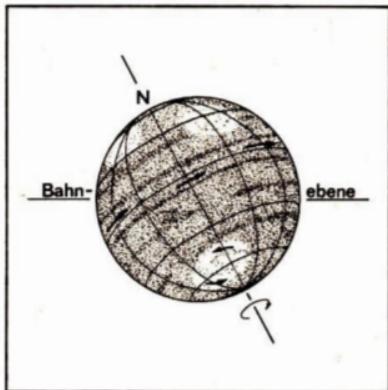


Abb. 2: Der prograd rotierende Neptun mit seinem zirka 29° zur Bahnebene geneigten Äquator in einer „Seitenansicht“ die etwa den Sichtbedingungen des letzten Jahrzehnts von der Erde aus entspricht. Die hellen Felder der mittleren Breiten könnten von hohen Methan (?)-Eiswolken verursacht sein, die sich evtl. über verwirbelten Auftriebsfeldern gebildet haben.

Dipolcharakter erwartet wird, uns wesentliche Vorstellungen über seinen inneren Schalenbau präzisieren helfen.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen am Helligkeitskontrastarmen Uranus vor der Voyager Begegnung kennen wir Neptuns Rotationsgeschwindigkeiten im höheren Atmosphäre-Stockwerk schon jetzt genauer. Als Marken dienen die über Jahre relativ stark veränderlichen, vielleicht durch Methaneis bedingten Wolkenfelder seiner Hochatmosphäre, aus deren zahlreichen Umläufen zwischen 1980 bis 1987 breitenabhängige Rotationsperioden von 17,7 bis 18,9 Stunden abzulesen waren (Abb. 2).

Gegenüber diesen relativ gesicherten Befunden im hohen atmosphärischen Bereich Neptuns gibt es über das Rotationsverhalten seines Inneren noch weit auseinandergehende Vorstellungen. Während Belton 1981 aus Analogieschlüssen zu Jupiter noch eine Periode nahe 18,2 Stunden erwartet, kam French 1985 auf $16,9 \pm 1,2$ Stunden, und Hubbard 1987 nennt sogar unter Berücksichtigung der atmosphärischen Abplattung Neptuns den theoretischen Wert von $15,6 \pm 1,2$ Stunden.

Unsere Hoffnungen sind hier auf die Existenz von erst aus der Nähe registrierbaren, periodischen Radioimpulsen gerichtet, wie sie auch am Uranus auftraten und uns dort verraten haben, daß sein inneres Rotationssystem statt des theoretischen Wertes von 16,3 Stunden eine Periode von 17,24 Stunden hat.

2. Das Satellitensystem Neptuns

Hier treffen wir für die Prognose auf eine interessante, aber auch sehr problematische Situation. Gehen wir von unseren Erfahrungen aus, dann sollten im Verlauf der Voyager-Neptunpassage gleich mehreren seiner bisher unbekannten Satelliten aufspürbar sein. Sind doch durch die Vorbeigänge von Planetensonden am Jupiter drei, am Saturn mindestens sieben und am Uranus sogar zehn wenn auch relativ kleine Satelliten entdeckt worden. Und warum sollte das beim Neptun gleich so kategorisch anders sein, wo ohnehin sein großer Sonnenabstand uns die Satellitensuche sehr erschwert und daher als Grund dienen könnte, warum wir mit Triton und Nereide bisher nur die zwei größten seiner Trabanten aufgespürt haben.

Auch der sogenannte „Radius der dominanten Schwerkraft“ spricht für die Existenz weiterer Neptunsatelliten. Dieser Bereich, in dem die Anziehungskraft des Planeten die der Sonne übertrifft, ist abstandsbegünstigt mit $86 \cdot 10^6$ km der größte im Sonnensystem. Jupiter, Saturn und Uranus erreichen hier wegen ihrer geringeren Sonnenentfernung trotz zum Teil erheblich größerer Massen nur Werte um $50 \cdot 10^6$ km.

Außerdem sprechen die heute am meisten akzeptierten kosmogonischen Konzeptionen ebenfalls für mindestens in der Initialphase zahlreicher vorhanden gewesene primäre Satelliten, weil sie in der Regel davon ausgehen, daß zumindest die vier großen Protoplaneten sehr ähnliche Verdichtungsstadien durchliefen, während denen sich in ihrer Äquatorebene aus Restmaterie eine größere Anzahl der sogenannten primären Satelliten bilden müßten. Ausgangsmasse und der dynamische Befund lassen hier für Neptun keineswegs eine negative Ausnahmesituation erkennen.

Doch wenn wir uns vor jeglicher Prognose die schon jetzt von der Erde aus fixierbar gewesenen Satellitendaten vom Neptunsystem genauer an-

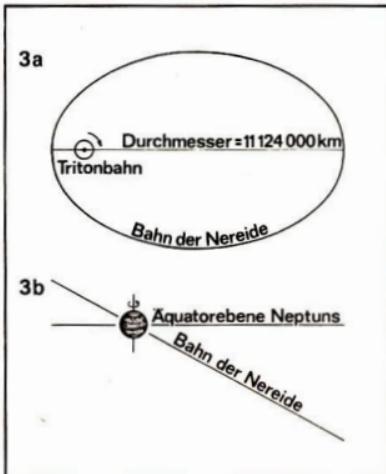


Abb. 3: Aufsicht der exzentrischen Nereidebahn im Vergleich zu der Tritons (a). Der Profilschnitt (b) zeigt die mit $27,6^\circ$ ebenfalls ungewöhnlich starke Abweichung der Bahn der Nereide von der Äquatorebene ihres Zentralplaneten.

sehen, treffen wir bei seinen beiden Begleitern sehr rasch auf merkwürdige Eigenschaften.

Die erst 1949 von G. P. Kuiper als Sternchen der 19. Größe entdeckte Nereide ist Rekordhalter aller bekannten Satelliten hinsichtlich der Abweichung ihrer Bahn von der Kreisform. Der Exzentrizitätswert ihrer Bahnellipse mit $e = 0,75$ wäre unter Kometen der Jupiterfamilie normal zu nennen. Sie benötigt für einen einzigen Umlauf mit 360 Tagen fast ein ganzes Erdjahr und pendelt in ihrer Entfernung zu Neptun dabei zwischen 9,73 und 1,39 Millionen km. Im Zusammenhang mit diesen großen Abständen kann eigentlich nicht überraschen, daß sie mit einer Bahnneigung von $27,6^\circ$ kaum eine Einregelung in die Äquatorebene ihres Zentralkörpers erkennen läßt (vgl. Abb. 3).

Ihr wahrer Durchmesser ließ sich in Folge ihrer Kleinheit bis jetzt nur sehr schwer abschätzen. Je nach den ihr zugeschriebenen Albedo-Eigenschaften werden 300 bis 900 km für am wahrscheinlichsten gehalten, und theoretisch müßte sogar die Spanne von 210 km bis zu 1500 km für den Durchmesser zur Zeit noch offen bleiben, wenn wir entsprechend den im Sonnensystem beobachteten Ex-

tremfällen geometrische Albedoewerte von 1,0 bis 0,02 für möglich halten. Hinzu kommt, daß wir erst seit kurzer Zeit (1988) durch die Schaefer-schen Untersuchungen wissen, daß die Nereide Helligkeitsschwankungen mindestens in der Größenordnung von 1:4 oder von 1:6 zeigt. Die Periodizität dieses rotationsbedingten Lichtwechsels war bisher noch nicht eindeutig fixierbar, dürfte aber wahrscheinlich zwischen 8 und 24 Stunden liegen. Inwieweit Albedoefekte oder Abweichungen des Nereideprofils von der Kugelgestalt die Ursache dieser Schwankungen sind, konnte ebenfalls bisher noch nicht definiert werden. Aber vielleicht wird die Voyagersonde, die sich der Nereide bis auf etwa $4,7 \cdot 10^6$ km nähern soll, schon sehr bald die Entscheidung zu fällen gestatten, denn ihre hochauflösende Kamera vermag dann schon Details ab der 50 km Dimension zu unterscheiden.

Als Substanz der Nereide läßt sich zwar entsprechend ihrem sonnenfernen Aufenthaltsort eine Mischung aus Eis und chondritischer Materie vermuten, doch gibt es dafür keine Anhaltspunkte aus ihrem schwachen Reflexionspektrum. Im Farbdiagramm steht sie völlig isoliert abseits vom Feld der Asteroiden und der übrigen Satelliten des Sonnensystems. Man könnte sich aber als vielleicht einmal interessant werdende Beziehung vormerken, daß die Uranussatelliten Titania und Oberon sowie Hyperion vom Saturn und ihr eigener Neptunsystempartner Triton in den Farbwerten noch ihre nächsten Nachbarn darstellen. Die Wahrscheinlichkeit ist also äußerst gering, daß sie einst Mitglied der Asteroiden war und erst über Bahnstörungen, vielleicht mit Hilfe Jupiters, in ihre heutige Position gelangte. Eher läßt sich vermuten, daß uns Hyperion auf eine heiße Spur führen könnte, doch warten wir ab, ob Voyager uns im August 89 etwas über ein unrundes Nereideprofil mitzuteilen hat.

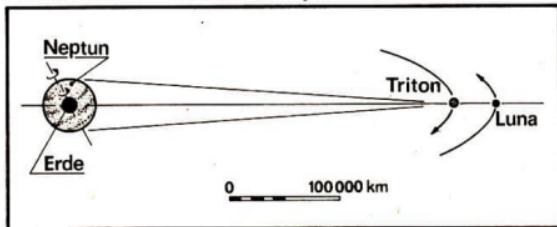
Die Bahn des größten Neptunmondes Triton er-

scheint im Gegensatz zu der der Nereide fast kreisrund und mit ihrer geringen Distanz von zirka 355000 km so nahe am Planeten gelegen, daß der Satellit nur 5,87 Tage für einen Umlauf benötigt (Abb. 4). Doch dieser wird erstaunlicherweise retrograd vollzogen, das heißt in umgekehrter Richtung zur Rotation des Planeten und, was fast ebenso überraschen muß, keineswegs angeglichen an dessen Äquatorebene, sondern um 21° geneigt dazu!

Ein solches Verhalten ist ganz ungewöhnlich und hat Konsequenzen. Tritons Bahn gilt als instabil, zumal Neptun eine deutliche Abplattung in der Größenordnung von 0,027, also ähnlich Uranus aufweist. Infolge von sich addierenden Bahnstörungen wird sich Triton im Laufe von Jahrtausenden immer näher an Neptun heran „spiralen“ müssen, und schließlich dabei auch die Roche-sche Grenze überqueren, was für ihn bedeuten müßte, daß er dann, von heute aus gesehen nach einigen 10^7 Jahren, vielleicht aber auch erst nach über 10^8 Jahren, in Stücke, nicht größer als einige 10 km, zerfallen dürfte, wobei das Gros seiner Bestandteile evtl. erst nach einer Ring bildenden Zwischenphase nach und nach dem Neptun einverleibt werden sollte.

Diese Vergänglichkeit Tritons stimmt nachdenklich! Der Satellitenbestand Neptuns scheint also aus der Sicht großer Zeitintervalle betrachtet, variabel zu sein. In 100 Millionen Jahren hätte Neptun demnach vielleicht schon seinen größten gegenwärtigen Satelliten verloren, und es schließt sich automatisch die Frage an: Wie war es umgekehrt wohl vor 10^8 oder gar vor Milliarden Jahren? Hatte Triton etwa Satellitengeschwister, die er selbst durch Bahnstörungen irgendwie verdrängen konnte? Oder stellt er selbst nur das Zufallsprodukt einer größeren kosmischen Kollisionskatastrophe oder eines „Beinahe-Zusammenstoßes“ bzw. eines nahen Vorrüberganges eines fremden Planeten etwa in der Frühphase unseres Sonnensystems dar?

Abb. 4: Vergleich der Körperlängen und Abstandsverhältnisse von Neptun und Triton mit dem Erd-Mond-System. Vom Triton himmel aus würde Neptun als Objekt von 8° Durchmesser zu sehen sein.



In diesem Zusammenhang sei an die 1936, also schon vor über 50 Jahren aufgestellte Hypothese R. A. Lyttleton's erinnert, der Pluto als einen entsprungenen Neptunmond deutete und diesen Vorgang aus einer Begegnung mit dem damals einzigen und für etwa so groß wie Titan eingeschätzten Neptunmond Triton ableitete, der bei diesem Vorgang auch seine retrograde Bahn erhalten haben sollte. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß Lyttleton seinerzeit von Masseverhältnissen oder Körpergrößen ausgehen mußte, die heute keine Gültigkeit mehr haben. Dies ist auch die Basis der kritischen neueren Untersuchungen von McKinnon 1984 zu diesem Thema gewesen, in deren Rahmen dieser zu dem Schluß kommt, daß sowohl Triton als auch Pluto ihre Existenz als selbständige Planetesimalen begannen, und daß Triton als eingefangener Mond Neptuns aufzufassen sei.

Eine der informativsten Studien zur Entstehung eines beträchtlich gestörten Satellitensystems Neptuns stammt von R. Harrington und T. Van Flandern aus dem Jahre 1979. Durchgespielt wird darin die neptunnahe Passage eines 0,2 bis 2 Neptunmassen umfassenden Störkörpers. In der Ausgangssituation des Modellsfalls wird Neptun noch von vier (primären) Satelliten umkreist, deren Konstellationen etwa dem Verband der vier Galileischen Monde Jupiters entsprochen haben sollen. Eine der Varianten mit einem Durchläuferplaneten von etwa drei Erdmassen erzielte bei einer Passage zwischen der Bahn des ersten oder innersten hypothetischen Neptunmondes und der des zweiten bei entsprechenden Aufenthaltsorten der Satelliten eine weitgehende „Zerspaltung“ dieses Neptun-Modellmondensystems. Die dabei für uns interessantesten Ereignisse sind folgende: Während der innerste Neptunsatellit seinen bisherigen Verband als Begleiter des Störkörpers verläßt, sollte aus dem ehemaligen zweiten Neptunsatelliten, der als Einzelkörper aus dem Neptunsystem katapultiert wird, später der Planet Pluto hervorgehen können. Des weiteren würde die Bahn des primär prograd umlaufenden dritten Modellsatelliten Neptuns in die retrograde Tritons, allerdings mit anfangs noch erheblich weitspanniger und exzentrischer Form, überführt werden, und nur der äußerste der primären Satelliten, der zunächst die relativ geringsten Störungen erfuhr, verbliebe in diesem Beispiel annähernd in seiner alten Position, bis er später in zunehmenden Maße von Triton beeinflußt würde.

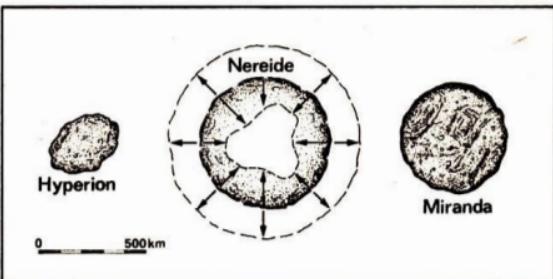
Man muß diese Computersimulation mit ihren Ergebnissen nicht allzu „wörtlich“ nehmen, denn hochwahrscheinlich enthält sie gewichtige Mängel bzw. fehlerhafte Grundvoraussetzungen im Vergleich zur wohl niemals ganz genau rekonstruierbaren Wirklichkeit vor Milliarden Jahren. Ihr Wert liegt vielmehr darin, daß sie zu zeigen vermag, daß nahe Passagen kosmischer Körper durchaus die Grundlage für solche erheblichen Bahnveränderungen unter den Satelliten eines Planeten abgeben können.

Schon seit Jahrzehnten finden wir Triton als einen der sechs großen Satelliten des Sonnensystems von mutmaßlichen 3000 bis 5000 km Durchmesser beschrieben. Die neueren direkten Durchmesserbestimmungen führten aber nach Bonneau und Foy 1986 zu Werten von nur 2074 bis 2500 km!

Wäre das richtig, müßte sein Reflexionsvermögen enorm hoch sein. Albedoerste in der Nähe von 1 sind aber schon wegen seiner rötlichen Färbung kaum zu erwarten. Noch größer wird die Konfliktsituation, wenn wir die gegenwärtig für annähernd richtig eingeschätzten Masseangaben für Triton, die zwischen $5,7 \times 10^{22}$ kg und $1,4 \times 10^{23}$ kg liegen, zur Berechnung der mittleren Dichte benutzen. Werte für ρ von über 10 gelten für Satellitensubstanzen im Sonnensystem nicht für diskutabel. Delitsky und Thompson haben 1987 hier den Ausweg in der gegenteiligen Richtung aufgezeigt. Sie verwenden die von Cruikshank u. a. 1984 angegebenen Durchmesserwerte für Triton von 5000 ± 750 km und halten Albedo-Eigenschaften von 0,2 für realistisch. Unter diesen Bedingungen läßt sich eine nicht unwahrscheinlich klingende mittlere Dichte von $\rho = 2,1 \text{ g cm}^{-3}$ für Triton berechnen.

Ein solcher großer und massereicher Triton wirft aber wieder andere Fragen auf. Er ähnelt zwar damit dem Titan und den Galileischen Jupitermonden sehr, doch seinem nächsten Nachbarn und Verwandten, dem Uranus, fehlt dieser Typ (Abb. 5). Dafür existieren dort nach innen zunehmend kleinere werdende Satelliten, deren beide äußerste und größte kaum den halben Durchmesser des Triton erreichen. Dabei wissen wir durch die kraterreichen Oberflächen der Uranussatelliten recht gut, daß ein intensives kosmische Kleinkörper-Bombardement als Ursache ihres gesetzmäßigen Massenschwundes von außen nach innen anzusehen ist. Was hat nun Triton evtl. vor einem solchen substanzzehreren

Abb. 5: Vergleich der mit ihrer wahren Form und Größe noch sehr unsicher bestimmten Nereide zu ihren vermutlich „nächsten“ Nachbarn Hyperion vom Saturnsystem und dem Uranusmond Miranda. Die Konturen für die annähernden Grenzgrößen des für wahrscheinlich gehaltenen Durchmesserbereiches sollen veranschaulichen, daß, je kleiner die Nereide in Wirklichkeit tatsächlich sein sollte, um so eher auch mit einer stärkeren Abweichung ihrer Gestalt von der Kugelform zu rechnen wäre.



den Schicksal bewahrt? War es ein längerer Aufenthalt als Himmelskörper auf selbstständiger Bahn, etwa so wie es heute noch für Chiron gilt? Noch bieten sich eine ganze Reihe von Erklärungsmöglichkeiten an, darunter vordergründig auch die, nach der er ein eingefangener Satellit des Neptuns sein könnte. Es wäre unter solchen Bedingungen nun durchaus denkbar, daß seine frühere, vielleicht nur einfangsbedingt retrograde und anfangs viel weitergeschwungene und dann wohl auch bedeutend exzentrischere Bahn zunächst außerhalb einer kreisförmigen der „Ur“-Nereide verlief und diese erst über Störungen durch die allmählich schrumpfende und sich mit ihr eine Zeit lang überschneidende Bahn des Triton ihre heutige hohe Exzentrizität erhielt.

Von der Richtigkeit solcher Progenitur-Konstruktionen mit Einfangprozessen oder nahen Vorbeigängen von Störkörpern hängt es also ab, ob überhaupt noch außerhalb der Tritonbahn seit Bestehen Neptuns stabile Bahnbereiche für eventuelle ehemalige primäre Satelliten übrig geblieben sein können.

Und unter solchen Bedingungen wäre es also auch keine Überraschung, wenn die bevorstehende Voyagerpassage am Neptun hinsichtlich der Erkenntnis neuer Satelliten nur ein relativ mageres Ergebnis bringt. Schon Körper über 500 km Durchmesser wären eine wirkliche Überraschung. Aber für Zwerge von nur einigen 10 km an Durchmesser sieht die Wahrscheinlichkeit eines bisher für uns verborgengebliebenen Daseins natürlich viel günstiger aus. Auch könn-

te dann mindestens ein Teil von ihnen bis in die Gegenwart hinein zu beliebigen Zeiten dem Neptun sekundär noch zugewandert sein und aus dem großen Reservoir der Kometen stammen.

Eine besondere Herausforderung für einen Prognoseversuch stellen Aussagen über die wahrscheinliche morphologische und substanzliche Beschaffenheit der Tritonoberfläche dar. Dieses Thema ist besonders aktuell, weil die Voyagersonde am Triton ähnlich wie am Titan des Saturn in nur sehr geringem Abstand von zirka 40000 km vorbeifliegen soll, was sehr detaillierte Studien, besonders zur Oberflächenmorphologie zuläßt. Aber der Vorbeiflug am Titan verlief hinsichtlich der Oberflächen-Strukturerkennung völlig ergebnislos, weil die dichte Stickstoffatmosphäre mit ihrer geschlossenen Methanwolkendecke den Blick zur Oberfläche dieses großen Saturnsatelliten während der Passage der Sonde überhaupt nicht freigab.

Was erwartet uns nun in dieser Hinsicht am Triton? Auch hier besteht die Gefahr einer starken Sicht einschränkung durch Dünste oder Wolken in seiner ebenfalls stickstoffreichen Atmosphäre. Was unsere Aussichten auf einen gewissen „Durchblick“ aber gegenüber dem Titanbedingungen beträchtlich steigert, ist das durch den noch größeren Sonnenabstand bedingte, deutlich kältere Temperaturregime, welches hoffen läßt, daß einige der atmosphärischen Komponenten Titans auf Triton am Boden in fester oder flüssiger Phase niedergeschlagen sind. Dominierende Substanzen solcher uns fremder Eisarten sollten dabei nach den sehr detaillierten Untersuchungen von Delitsky und Thompson 1987 der Stickstoff sowie Methan sein, untermischt mit einer ganzen Reihe von Kohlenwasserstoff-Verbindungen, die auch für die rötlich-braune Färbung

der Tritonoberfläche verantwortlich zeichnen sollen.

Gerechnet wird in Bodennähe auf Triton mit einem Temperaturintervall zwischen etwa 45 bis 70 K. Bei gebundener Rotation bringt die starke Bahnneigung es mit sich, daß gegenwärtig Tritons Südpolkappe „Sommerzeit“ hat, das heißt noch vieljährig unter permanenter solarer Bestrahlung steht. Entsprechend den resultierenden Temperaturgegensätzen könnte sich hier ein Teil des Stickstoffs in der flüssigen Phase befinden. Da bei Temperaturen um 55 bis 65 K ein eutektisches Gemisch aus N_2 und CH_4 in fester Phase unter Tritonbedingungen stabil sein soll, könnte auch ein meterhoher Schnee dieser Substanzen große Flächenanteile des Satelliten unter sich begraben haben.

Es wäre also vorstellbar, daß, falls die Sensoren der Voyagersonde tatsächlich die Bodenstrukturen erfassen sollten, wir von dort die Signale einer Oberfläche erhalten, die arm oder fast frei an Einschlagkratern ist und auf der saisonal-klimatisch bedingt unterschiedlich gefärbte Eisflächen-Felder oder -Gürtel miteinander abwechseln, darunter vermutlich auch solche mit braun bis orangefoten Tönungen, die auf Imprägnation der Stickstoff-Methaneis-Grundmasse mit den oben genannten organischen Verbindungen zurückgehen könnten. Delitsky und Thompson beschrieben 1987 als typische, durch kosmische Strahlung und den Sonnenwind verursachte Verbindungen dieser Art u. a.: (C_2H_6) ; (HCN) ; (C_4H_{10}) ; und (CH_3CN) .

Genaue Kenntnisse über den Chemismus an der Oberfläche Tritons könnten von großer Aussagekraft über die Entwicklungsgeschichte dieses Neptunsatelliten sein, da ein hoher Stickstoffanteil in seinen obersten Schichten eine stärkere Aufheizungsphase seines Inneren wahrscheinlich macht, als sie trotz seiner gegenwärtig für möglich gehaltenen Größe verträglich wäre. Bei einer Einfang-Phase könnten sich aber aus Gezeiteneinreibungsprozessen solche vorübergehenden Energieumsetzungen nach unseren heutigen Vorstellungen relativ leicht ableiten lassen.

3. Zur Ring- und Zwergmondproblematik innerhalb der Tritonbahn

Die übersichtliche Darstellung von Tiersch und Stoll zum derzeitigen Erkenntnisstand der Verteilung von Ringsubstanzen nahe am Neptun, die

erst kürzlich in dieser Zeitschrift (H. 1/1988) erschien, erlaubt es, hier in knapper Form nur die grundsätzlichen neuen Positionen zu umreißen. Aus der Summe aller registrierten Sternbedekungen Neptuns, die seit der Entdeckung der Uranusringe im März 1977 mit besonderer Aufmerksamkeit registriert wurden, geht bis jetzt mit Sicherheit nur hervor, daß sich auch innerhalb der Tritonbahn kondensierte Materie als Ringsubstanz befindet, und daß diese nicht lückenlos über den gesamten Bahnbereich verteilt sein kann. Was wir nicht sicher wissen ist, wie lang die mit kondensierter Materie besetzten Bogensegmente sind, welche Breite und optische Dichte als charakteristisch gelten kann, und ob es eventuell sogar mehrere Ringbögen mit unterschiedlichen Abständen zum Neptun in der Nähe der Rocheschen Grenze gibt. Eine Ausnahmeerscheinung stellt bisher die abrupt einsetzende Sternlicht-Okkultation vom 24. Mai 1981 dar, die von Reitsema u. a. 1982 als Entdeckung eines dritten Neptunsatelliten von zirka 180 km Durchmesser in 3 Radien Abstand vom Zentrum des Planeten gedeutet wurde. Bis heute ist nicht klar, ob diese Vorstellungen richtig sind, oder nur ein relativ seltenes, mit Materie dicht besetztes Ring-„arc“-Element diesen Effekt zustande kommen ließ.

Wichtig ist, daß, wenn die „ring arcs“ als relativ stabile Materie-Verteilungselemente in der Dimension von Jahrzehnten oder viel länger existenzfähig sein sollen, es dann aber dazu auch Begleitmonde als stabilisierende Faktoren geben müßte. Verschiedene Konstellationen, die mit nur einem (Goldreich u. a. 1986, Murray 1986) oder zwei Monden (Lissauer 1985) auszukommen versuchen, wurden zur Erklärung vorgeschlagen. Folgen wir dem Lissauerschen Modell, welches vermutlich der Wirklichkeit recht nahe kommt, dann sieht die bisher durch verschiedene Signale angedeutete Substanzverteilung innerhalb der Tritonbahn etwa wie folgt aus: Ein mit Materie besetztes Ring-Bogensegment („Arc ring“) befindet sich in ungefähr 67000 km, oder noch vorsichtiger ausgedrückt in 63000 bis 71000 km Entfernung vom Neptunzentrum. Es liegt in seiner Äquatorebene und hat eine Länge von mindestens 100 km bei einer Breite von nur 15 km und einer optischen Dichte τ von etwa 0.08. In seiner Position entspricht es der Lage der Lagrangeschen Punkte L_4 oder L_5 zu einem im gleichen Abstand den Neptun umkreisenden Be-

gleitsatelliten. Dieser könnte der 1982 von Reitsema postulierte Mond 1981 N 1 sein, ohne daß das zwingend wäre. Neben der azimutalen Bindung der Ringmaterie, für die der eben beschriebene Satellit im Lagrangeschen Punkt sorgt, bedarf es noch zur Einengung des radialen Spielraumes der Ringmaterie eines weiteren Trabanten, dessen Abstand zur Ringsubstanz nach dem bekannten Hufisenschema koorbitaler Saturnsatellitenbahnen ständig wechselt (vgl. Abb. 6).

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß solche ungleiche Materieverteilung in Planetenringen für uns aber keineswegs eine völlig neue Erscheinung darstellt. Schon vom F-Ring am Saturn und innerhalb der Enckeschen Teilung kennen wir sie. Aber auch am Uranus sind mindestens drei „Ring Arcs“ 1986 von der Voyagersonde in der Nachbarschaft zum innersten, zuvor bekanntgewesenen Ring in den Distanzen zwischen 38400 und 41800 km vom Planetenzentrum erfaßt worden. Es wird interessant sein, ob sich beim Voyagervorbeigang am Neptun auch eine ähnliche leichte Exzentrizität des oder der registrierbaren Ringelemente beobachten läßt, und ob sie auch substanzell, was eigentlich erwartet wird, dem dunklen, organischen Material der Uranusringe zumindest nahe verwandt sind.

Ob außer im Abstand von 67000 ± 5000 km vom Planetenzentrum entfernt noch weitere Ringmaterie oder kleinere Trabanten in Neptunnähe existieren, hängt sehr von den zur Zeit noch nicht voll überschaubaren veränderlichen Störeinflüssen ab, wie sie z. B. von Triton heute noch ausgehen und in der Vergangenheit ausgegangen sein können. Dobrovolskis hat schon 1980 darauf hin-

gewiesen, daß Tritons Bahnebene allein durch ihre Präzession während einer Periode von 581 Jahren mit Neigungswinkeln zwischen etwa 10° und 48° zur Bahnebene des Neptuns schwankt. Je nachdem, ob die damals noch völlig unbekannte Ringmaterie Neptuns prograd oder retrograd umläuft, und in welchen Abständen von der Planetenoberfläche bis zum Triton dies tatsächlich geschieht, hält er Neigungen ihrer substanzbesetzten Bahnebenen zur Äquatorebene Neptuns in den Winkeln von $0-15^\circ$, von $165-180^\circ$ und von 90° für sehr wahrscheinlich.

Auch J. Rawal hat schon 1981 für den gleichen Spielraum eine Prognose gewagt, indem er als mutmaßliche Aufenthaltsräume von bis dato unbekannten Satelliten oder von Ringmaterial diejenigen Neptunabstände aufgeführt hat, in denen stabile Resonanzbeziehungen zum Tritonorbit auftreten. Er nennt vier solcher „Gürtel“, wobei die beiden inneren bei 35000 und 58000 km Distanz von Neptun evtl. mit Ringmaterie besetzt sein könnten, während in 96000 und 171000 km Abstand vom Zentrum des Planeten nach ihm am ehesten Satelliten erwartet werden sollten. Da seine ähnlich motivierte Prognose sich am Uranus als nur in grober Annäherung richtig erwiesen hat, darf man gespannt sein, wie anders die Wirklichkeit am Neptun uns vielleicht schon in Kürze entgegentreten wird.

Fassen wir unseren Kenntnisstand vom Neptun vor der Begegnung mit der Voyagersonde zusammen, so läßt sich sagen, daß neben der schon länger bekannten nahen Verwandschaft zum Uranus sich auch schon jetzt deutliche Unterschiede nachweisen lassen. Diese treffen einerseits den

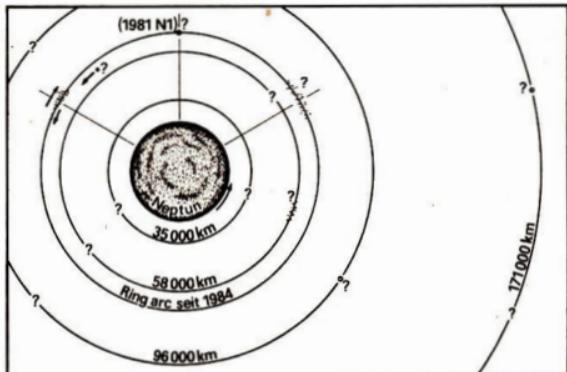


Abb. 6: Schematische Übersicht der hypothetischen, mit Ringmaterie besetzten, oder von Zwergsatelliten eingenommenen Abstandsbereiche zu Neptun innerhalb der Tritonbahn.

Planeten selbst mit seiner kontrastreicherem, durch große Methanwolkenfelder gekennzeichneten Hochatmosphäre, zum anderen aber in viel stärkerem Maße die Konstellationen und Masseverteilung in seinem Satellitensystem.

Die herausragendsten Forschungsergebnisse des letzten Jahrzehnts weisen in der Mehrzahl eigentlich recht deutlich in die gleiche Richtung, nämlich einer starken Störung und „Dezimierung“ des primären Satellitenverbandes Neptuns. Als Ursache steht eine weite Palette möglicher gravitativ kurzzeitig wirksamer Fremdeinflüsse zur Diskussion, wobei nahe Passagen von planetarischen Objekten zur Zeit am häufigsten erörtert werden. Einiges deutet darauf hin, daß Neptun durch seine besondere Position als der eigentlich massive Außenposten des Planetensystems eine spezifische Überprägung erfahren hat. Das könnte insbesondere für seinen Masseüberschuss im Vergleich zu Uranus gelten, der vielleicht damit im Zusammenhang steht, daß ihm als planetarisches Nährgebiet nach außen wenigstens auf über 20 AE kein zusätzlich von einem weiteren größeren Planeten abgereichertes Scheibenareal zur Verfügung stand.

Literatur S. C. Albers: 1979, *Sky and Telescope* vol. 57, S. 220. – M. J. S. Belton et al.: 1981, *Icarus* vol. 46, S. 263. – D. Bonneau and R. Foy: 1986, *Astr. u. Astrophys.* vol. 161, No. 1, S. L12. – D. P. Cruikshank et al.: 1984, *Icarus* vol. 58, S. 293 u. 306. – M. L. Delitzky and W. R. Thompson: 1987, *Icarus* vol. 70, S. 354. – A. R. Dobrovolskis: 1980, *Icarus* vol. 43, S. 222. – R. G. French et al.: 1985, *Astron. J.* vol. 90, S. 2624. – P. Goldreich et al.: 1986, *N. Astr. J.* vol. 92, S. 490. – R. Haefner u. J. Manfrid: 1985, *The Messenger* Nr. 42, S. 10. – H. B. Hammel and M. W. Bue: 1987, *Icarus* vol. 72, S. 62. – R. Harrington and T. van Flandern: 1979, *Icarus* vol. 39, S. 131. – W. B. Hubbard et al.: 1987, *Icarus* vol. 72/3, S. 635. – C. T. Kowal and S. Drake: 1980, *Nature* vol. 287, S. 311. – J. J. Lissauer: 1985, *Nature* vol. 318, S. 544. – B. McKinnon: 1984, *Nature* vol. 311, S. 355. – F. C. Michel: 1986, *Geophys. Res. Letters*, vol. 13, Nr. 5, S. 442. – C. D. Murray: 1986, *Nature* vol. 324, S. 209. – J. Rawal: 1981, *Moon & Planets*, vol. 24, S. 407. – H. J. Reitsema et al.: 1982, *Science* vol. 215, S. 289. – M. and B. Schaefer: 1988, *Nature* vol. 330, S. 436. – H. Tiersch and D. Stoll: 1988, *Astr. u. Raumf.* H. 1, S. 2.

Verkaufe: Cassegrain 210/840/3600 (neu) für 1300 M. Teleskop 63/840 kompl., Okularrevolver (5fach), 5 Okulare (40-H, 25-H, 16-O, 10-O, 6-O), NG-Filtersatz, Sonnenfilter, Barlowlinse, 1,3x, zus. f. 2100 M – Frank Rübesamen, Edersleber Str. 182, Rietnordhausen, 4701.

Verkaufe Zusatzgeräte zur astron. Beob. v. kompl. lichtelektr. Photometer bis z. Okularschr.-Mikrometer. Liste anfordern.

Suche Schmidoptik od. -kamera. – D. Böhme, PF 93, Nessa, 4851

Wandlungen im Kometenbild

Georg Samuel Dörrfel – Wegbereiter der neuzeitlichen Kometenforschung¹⁾

J. DORSCHNER

1. Das ungewöhnliche Phänomen

Seit grauer Vorzeit fasziniert der gestirnte Himmel die Menschen. Für uns Heutige ist das nicht leicht nachvollziehbar: Viele störende Lichtquellen und eine trübe gewordene Atmosphäre lassen den Sternenhimmel nur noch selten aus der unmittelbaren Anschauung heraus in das Bewußtsein der Menschen dringen. Viele Menschen haben auch heute die Fähigkeit verloren, Natur tiefgreifend auf sich wirken zu lassen und sich über die geschauten Phänomene nachhaltig wundern zu können.

Unsere Vorfahren, die oft den sternklaren Himmel bewundern konnten, waren vor allem von seiner Unwandelbarkeit und der gleichmäßigen, absolut unbeeinflußbaren Bewegung der Sterne, die in völliger Stille vor sich ging, tief beeindruckt. Der Sternenhimmel stand in schroffem Gegensatz zum ständigen Wandel der irdischen Dinge und wurde somit zum Symbol des Ewigen und Unveränderlichen.

Nun gab es aber Ausnahmen, die ihre Bewältigung forderten. Einige helle Gestirne bewegten sich relativ zu den anderen Sternen, meist blieben sie hinter der Bewegung der anderen Sterne zurück. In einer bestimmten Zone am Himmel, dem Tierkreis, wechselten sie von einem Sternbild in das andere über. Man nannte sie bereits im Altertum die „umherirrenden Gestirne“, und von dem entsprechenden griechischen Wort stammt unser Wort „Planeten“. In allen Hochkulturen interpretierte man die auffällig hellen Wandelsterne als Manifestationen von Göttern, und römische Götternamen tragen sie bis auf den heutigen Tag: Venus, Mars, Jupiter ... Aus ihrer jeweiligen Stellung am Himmel und aus ihrem Bewegungsverhalten den von den Göttern beschlossenen Lauf der Dinge auf Erden zu ergründen, ist die wichtigste Wurzel der Sterndeutung, der Astrologie.

Die Bewegung der Planeten, zu denen man früher auch Sonne und Mond rechnete, durch die Sternbilder des Tierkreises ließ Regeln erkennen, die bereits im Altertum erforscht wurden. Ihre Beherrschung, die die Vorausberechnung der Planetenstellungen ermöglichte, bildete eine wichtige Wurzel der Sternwissenschaft, der Astronomie. Da Astronomie und Astrologie Hand in Hand gingen, ermöglichte die astronomische Vorausberechnung der Planetenstellungen in der astrologisch geprägten Sicht unserer Vorfahren die Voraussage der Zukunft. Heute wissen wir, daß diese Methode der Prognose ein Irrweg war, weil die Planeten weder Götter noch irdische Geschehnisse bestimmende Faktoren waren, sondern erforschbare Himmelkörper. Der Reiz, die Zukunft kennen und beherrschen zu wollen, ist natürlich bis heute geblieben, nur die Prognosemethoden haben sich gewandelt. Neben den Planeten fand sich eine zweite Gruppe von Lichtern am Himmel, die die Unwandelbarkeit durch ihr Verhalten in Frage stellten. Es waren keine punktförmigen Gestirne wie Sterne und Planeten, sondern helle neblige Flecken, von denen Haarbüschel, Mähnen oder Schweife auszugehen schienen. Sie tauchten unmotiviert auf, bewegten sich anscheinend regellos über den Himmel, veränderten sich dabei z. T. höchst auffällig und verschwanden ebenso unmotiviert, wie sie gekommen waren. Wegen ihres haargen Aussehens nannte man sie schon im Altertum Haarsterne, und davon leitet sich unser Wort Kometen ab.

Kometen verstießen nicht nur gegen das Prinzip der Unwandelbarkeit des Himmels, sie mißachteten auch alle bekannten Regeln der Planetenbewegung. Hinter ihnen mußte Außergewöhnliches zu suchen sein. Das unvorhersehbare Auftreten, das unheimliche Aussehen, der Gestaltwandel, die gegen jede Regel verstörende Bewegung ... beeindruckten die Menschen früherer Generationen ungeheuer. Kein Wunder, daß plötzlich eingetretene Unglücksfälle, Tod und Verderben mit ihnen in Zusammenhang gebracht wurden.

Wir können das Furchtgebietende einer Kometenscheinung heute kaum noch nachempfinden, denn erstens ist unser Himmel so hell, daß wir viel weniger von der Erscheinung sehen als unsere Vorfahren, und zweitens wissen wir ja durch jahrhundertlange Forschungsarbeit – wobei unter den Pionieren auch Georg Samuel

Dörffel zu nennen ist – daß es sich um besondere Himmelskörper des Sonnensystems handelt.

2. Kometen im Weltbild der Antike und des Mittelalters

Wie dachten die Gelehrten früherer Zeiten über Kometen? Nicht nur in der Antike, sondern im gesamten Mittelalter bis zum Beginn der Neuzeit wurde das Kometenbild von den Ansichten des Aristoteles, des größten Gelehrten des Altertums (4. Jh. v. u. Z.), geprägt. In der Kosmologie des Aristoteles wurde die Welt in zwei verschiedene Bereiche eingeteilt: den supralunaren und den sublunaren Bereich; wir würden heute vereinfachend sagen, den kosmischen und den irdischen Bereich. Im Mittelpunkt der Welt ruhte die Erde, umgeben von den Sphären des Wassers, der Luft und zuoberst des Feuers. Dieser Bereich wurde sublunar genannt, weil er nach außen durch die Sphäre des Mondes begrenzt war. Mit ihr begann etwas grundsätzlich anderes, nämlich der supralunare Bereich, beginnend mit der Sphäre des Mondes, der die weiteren planetenträgenden Sphären folgten: Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn. Außen wurde das Weltsystem durch die Fixsternsphäre und das sog. Primum mobile, den Antrieb, der die Sphären am Kreisen hielt, begrenzt. Erwähnt werden sollte nur noch, daß das Sphärensystem eben sehr vereinfacht beschrieben wurde und daß das christliche Mittelalter jenseits der äußersten Sphäre den Wohnort Gottes, der Engel und der Seligen ansiedelte. Für unsere Betrachtung ist der grundsätzliche Unterschied zwischen sub- und supralunarem Bereich wichtig. Im supralunaren Bereich, für den die Astronomie zuständig war, herrschte Unwandelbarkeit, und die Bewegung erfolgte auf Kreisen. Unter der Mondosphäre, dem Zuständigkeitsbereich der Meteorologie, war alles in ständiger Wandlung begriffen, die natürliche Bewegung war nach unten (schwere Körper) oder nach oben (heißer Luft, Feuer) gerichtet. Wir wollen hier nur anmerken, daß diese strikte Trennung von Irdischem und Kosmischem erst durch das heliozentrische Weltbild, die Forderung des Kopernikus, daß die Erde ein Planet unter Planeten sei, aufgehoben wurde! Aus dem Weltbild des Aristoteles, in dem strikte Ordnung herrschte und jedes Ding seinen natürlichen Ort hatte, folgte somit schlüssig, daß ein

wandelbares Phänomen, wie das der Kometen, nur der sublunaren Welt angehören konnte. Kometen, so lehrte Aristoteles, sind Feuersherscheinungen, Ausdünstungen der Erde und der Luftsichten, die sich an der Grenze von der Luft zur Feuersphäre entzündeten. Sie sind kein Gegenstand der Astronomie; darum wird auch im „Almagest“ des Ptolemäus, der astronomischen Enzyklopädie des Altertums, nichts Wesentliches zu den Kometen gesagt. Die gewaltige Autorität des Aristoteles sorgte damit dafür, daß das Kometenphänomen bis ins 17. Jh., die Zeit, in der Dörffel lebte, als meteorologisches Phänomen gesehen wurde, wenn es auch vereinzelt Denker gab, und zwar bereits im Altertum, die Kometen für etwas Ähnliches wie Planeten hielten. Mit der scheinbar völlig plausiblen Einordnung der Kometen begründete Aristoteles auch ihre Interpretation, die wir gern „astrologisch“ nennen, obwohl dieser Begriff fehl am Platze ist, denn Kometen waren ja in dieser Sicht nichts Astronomisches wie die Planeten. Wenn Kometen in großer Höhe verbrennende irdische Ausdünstungen sind, dann bedeutet ihr Auftreten Feuchtigkeitssentzug der Erde, der Trockenheit und heißen Wind als meteorologische Konsequenz haben mußte. Damit waren Dürren, Hungersnöte, Feuerbrünste u. a. irdische Notstände die logische Folge. In seinem astrologischen Sammelwerk, dem „Tetrabiblos“, bringt Ptolemäus auch die detaillierten Auslegungen für das Auftreten von Kometen: Kriege, Hitzeperioden, Unwetter. Da die Tierkreiszeichen Völkern zugeordnet waren, konnte somit – und das ist jetzt echte astrologische Deutung – aus dem Auftauchen eines Kometen in einem bestimmten Tierkreiszeichen auch gefolgert werden, wo das Unglück eintreten mußte, und aus der Schweifform des Kometen konnte man überdies die Art des Unglücks genauer spezifizieren.

Für Kometen als Unglücksbringer gibt es ein Standardbeispiel aus der Antike, das Julianus, jener Komet, der die Ermordung von Julius Caesar angekündigt haben soll. Shakespeare, der selbst nicht an Astrologie glaubte, nutzte die dramatische Wirkung dieses Vorzeichens in seinem „Julius Caesar“, in dem es heißt: „Kometen sieht man nicht, wenn Bettler sterben, der Himmel selbst flammt Fürstentod herab.“ Die Deutung der Kometen als Unheilbringer, die „Kometomantik“, hat aber ihre eigene widersprüchliche Geschichte, auf die wir kurz eingehen müssen,

wenn wir beispielsweise Dörffels Beitrag zur Begründung des neuzeitlichen Kometenbildes voll würdigen wollen.

Das am Ende der Antike aufkommende Christentum verwarf das astrologische Denken aus grundsätzlichen Erwägungen heraus: Gott ist der Herr über die Gestirne, deswegen kann von letzteren keine eigenständige Gestaltung menschlicher Schicksale ausgehen, die Sterne können bestenfalls Zeichen des göttlichen Willens sein, vorausgesetzt, daß er sie dazu verwendet. Damit hatte das Kometenverständnis eine neue ideologische Basis erhalten. Die Interpretation der Kometen als Unheilsboten blieb damit zwar grundsätzlich möglich, aber das Unheil war abwendbar, weil sich Gott durch Bußwerke umstimmen ließ. Die Kunstgeschichte des Mittelalters zeigt uns deutlich, daß Kometen nicht nur für die Ankündigung von Unheil zuständig waren. So gibt es viele Gemälde der Geburt Christi, also eines freudigen Ereignisses, wobei als Weihnachtsstern, von dem im Matthäusevangelium die Rede ist, ein Komet über dem Stall von Bethlehem erstrahlt. In seinem Fresko „Die Anbetung der Weisen“ malte der Florentiner Meister Giotto di Bondone zu Beginn des 14. Jh. einen Kometen so realistisch, daß wir heute annehmen, daß er ihn nach dem damals gerade wiederkehrenden Kometen Halley, also nicht aus dem Kopf, sondern nach einer natürlichen Vorlage, gemalt hat. Damit wurde das antike Erbe an Kometenastrologie im christlichen Mittelalter eigentlich zu Grabe getragen, aber aus diesem Grabe erwuchs am Ende des Mittelalters und vor allem zu Beginn der Neuzeit der schreckliche Baum der Kometenfurcht, mit dessen Früchten sich auch Dörffel auseinanderzusetzen hatte. Diese Kometenfurcht kulminierte in der Zeit, in der auch andere Wahnvorstellungen, z. B. der Hexenwahn, gipfelten, nämlich im 15.–17. Jh. Es ist dies kein finstres Mittelalter mehr, von dem wir so gerne reden, wenn wir über diese schrecklichen Dinge sprechen, es ist die Neuzeit, die allerdings mit einer Periode gewaltiger geistiger und gesellschaftlicher Umbrüche begann (der Umsturz des alten Weltbildes durch Kopernikus, die fröhburglerische Revolution mit Reformation und Bauernkrieg), die aber auch durch große Kriege, das Vordringen der Türken und später den 30jährigen Krieg, und durch verheerende Pestepidemien gekennzeichnet war. Kometen wurden als „Zornruten Gottes“ angesehen, und durch

die Erfindung des Buchdruckes konnte jede Kometenerscheinung als Schreckensmeldung, versehen mit einem frommen Bußaufruf, weit verbreitet werden. Da diese Kometeneinblattdrucke auch ein Bild enthielten, war zumindest die Schreckensbotschaft vom Auftauchen eines neuen Unheilsboten auch für Analphabeten verständlich. Es ist dies das fragwürdige Debüt des Mediums Presse in der Weltgeschichte. Über den Großen Kometen von 1680, der für Dörfel so entscheidend wurde, weil er durch ihn zur Erkenntnis der Bahnform gelangte, erschienen ca. 200 solcher „Zeitungen“ und Flugschriften.

Einzelne Koinzidenzen zwischen dem Erscheinen von Kometen und dem Auftreten von großen Pestepidemien, Kriegen und Feuersbrünsten (im Jahr des Beginns des 30jährigen Krieges standen gleich drei Kometen am Himmel!) schienen die Interpretation zu untermauern. Statistik wurde auch damals schon mit kleinen Zahlen gemacht, und Fehlanzeigen wurden nicht registriert. Im Gegensatz zu heute gab es aber damals die Statistik als mathematisch streng begründete Disziplin noch nicht. Was unbedachte Äußerungen fanatischer Bußprediger leichtfertig herausbeschwere hatten, führte nun sein Eigenleben, und selbst die maßgebenden Männer der Kirche, erst recht die der Wissenschaft, die ja recht wenig Einfluß besaßen, standen diesem Treiben ziemlich hilflos gegenüber. Die Rundschreiben der Päpste Sixtus V. (1586) und Urban VIII. (1631) waren von geringer Wirkung. Selbst die Reformatoren waren in dieser Hinsicht etwas angekränkelt. Martin Luther, der gegen jede Astrologie war, äußerte über Kometen: „Die Heiden schreiben, daß Kometen von natürlichen Ursachen kommen, aber Gott schafft keinen, der nicht ein sicheres Unglück anzeigen würde“ und an anderer Stelle: „Was immer sich in ungewöhnlicher Weise am Himmel bewegt, ist ein sicheres Zeichen von Gottes Zorn.“

3. Der Beginn der wissenschaftlichen Kometenforschung

Die Renaissance-Zeit, die so ungeheuer viel für die Begründung des neuzeitlichen naturwissenschaftlichen Denkens getan hat, die – um mit Friedrich Engels zu sprechen – „Riesen an Denkkraft“ hervorgebracht hat, ist auch die Zeit, in der die wissenschaftliche Beschäftigung mit den Kometen, die messende Verfolgung ihres Laufs

am Himmel begann. Von Toscanelli (1397–1482) haben wir erste, relativ genaue Positionsmessungen vieler Kometen (darunter z. B. auch des Halleyschen von 1456). Zu nennen sind auch Georg Peurbach (1423–1461) und sein Schüler Johannes Müller, genannt Regiomontanus (1436–1476). Regiomontanus konnte beweisen, daß der Komet von 1472 weiter als 8200 dt. Meilen (1 dt. Meile = 7,42 km), d. h. 61000 km entfernt sein müsse. Das reichte zwar noch nicht, um den Beweis anzutreten, daß das aristotelische Postulat, Kometen seien sublunare Erscheinungen, falsch ist, aber es war der erste entscheidende Schritt in diese Richtung. Dörfel hat die Werke des Regiomontanus übrigens sehr genau studiert.

Am Kometen von 1531 – es ist wiederum der Halleysche Komet – wurde das erste physikalische Gesetz der Kometenforschung entdeckt. Peter Bienewitz, genannt Apianus, fand, daß die Schweife der Kometen immer von der Sonne weggerichtet sind. Damit war ein erstes Beweisstück dafür gefunden, daß die Sonne auf die Kometen in besonderer Weise einwirkt. Noch war aber nicht bekannt, daß Kometen kosmische Objekte, Himmelskörper jenseits der Mondbahn, sind, und fast alle Gelehrten gingen von der Überzeugung aus, daß die Kometen verderbliche Wirkungen auf die Menschen haben. Argumentiert wurde dabei nicht nur mit der theologischen Interpretation der Kometen als Boten des göttlichen Zorns, sondern es wurden auch vielfältige Argumente ins Feld geführt, die zeigen sollten, daß die verderbliche Wirkung der Kometen natürliche Ursachen habe. Hier macht sich das kausale Denken mit der Suche nach den materiellen Ursachen, die Grundlage jeglicher naturwissenschaftlichen Forschung, bemerkbar, das in der Renaissance-Zeit erstarkte.

Einen weiteren Meilenstein in der Kometenforschung setzte Tycho Brahe, dessen präzise Positionsmessungen es später Johannes Kepler ermöglichten, seine ersten beiden Gesetze zu entdecken. Am Kometen von 1577 konnte Brahe an Hand seiner Messungen beweisen, daß dieses Objekt mindestens 230 Erdradien vom Beobachter entfernt sein mußte. Da der Mond nur etwa 60 Erdradien weit weg ist, hatte Brahe damit bewiesen, daß Kometen supralunare Gebilde sein müssen. Es gibt also Wandelbares dort, wo Aristoteles ausschließlich das Unwandelbare angesiedelt hatte. Mehr noch: Kometen bewegten sich quer durch die Sphären der Planeten, nah-

men also nicht an der Kreisbewegung teil. Damit war ein Pfeiler des aristotelischen Weltbildes ins Wanken geraten. Zum generellen Angriff auf das geozentrische Weltbild hatte wenige Jahrzehnte vor Brahes Entdeckung bereits Kopernikus mit der Verkündung des heliozentrischen Weltbildes und dem Postulat der Bewegung der Erde um die Sonne geblasen. Die Forderung, daß die Erde Planet unter Planeten sei, hob die strikte Trennung zwischen Irdischem und Kosmischem auf, die Aristoteles lehrte. In Kopernikus' berühmtem Werk „Sechs Bücher über die Umläufe der Himmelsbahnen“ von 1543 spielten übrigens die Kometen kaum eine Rolle; auch Kopernikus dachte in diesem Punkt aristotelisch! Mit Tycho Brahes Abschätzung war der Weg frei zur Vorstellung, daß Kometen Himmelskörper, wenn auch recht kurzlebige, sind. Damit artikulierte sich von selbst die Frage nach ihrer Bahn. Das 17. Jh. mit seinen eindrucksvollen Kometenscheinungen sollte die Lösung dieses Naturrätsels bringen, und der schlichte Plauener Landpfarrer und spätere Weidaer Superintendent Georg Samuel Dörffel, also kein Berufs-, sondern ein Amateurastronom, sollte der erste sein, der das Rätsel löste.

(Schluß und Lit.-Verz. im Heft 2/1989.)

¹⁾Vortrag auf der Festveranstaltung im Rahmen der Dörffel-Ehrung der Stadt Weida am 5. August 1988.

* 100 Jahre photographisch bestimmte Radialgeschwin- digkeiten

GERHARD SCHOLZ

Um den Jahreswechsel 1987/1988 ist ein Jahrhundert vergangen, seit H. C. Vogel und J. Scheiner am Astrophysikalischen Observatorium Potsdam die ersten photographischen Sternspektren erhielten, die eine Bestimmung der in der Sichtlinie vom Beobachter zum Himmelskörper liegenden Geschwindigkeitskomponente, der Radialgeschwindigkeit, auf Grund des Doppler-Prinzips ermöglichten. Nach diesem beobachtet man bekanntlich beim Vorhandensein einer Relativgeschwindigkeit zwischen Lichtquelle und Beobachter höhere Frequenzen, wenn sich die Lichtquelle annähert und niedrigere Frequenzen, wenn sie sich entfernt. Da eine solche Frequenzänderung einer bestimmten Wel-

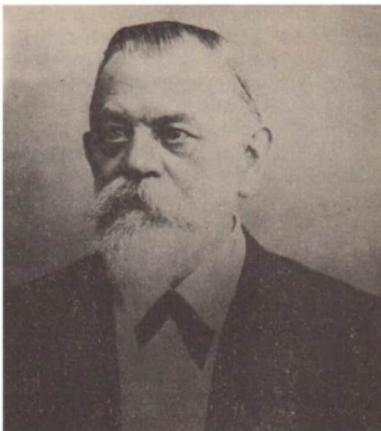


Abb. 1: H. C. Vogel (1842–1907)

lenlängenänderung entspricht, ist aus den gemessenen Verschiebungen $\Delta\lambda$ (relativ zur Linienlage, die der ruhenden Lichtquelle entspricht) der Spektrallinien die relative Radialgeschwindigkeit v nach $v = (\Delta\lambda/\lambda) \cdot c$ bestimmbar (c = Lichtgeschwindigkeit).

Der Gedanke, die Photographie für die praktische Lösung der vorliegenden Aufgabe einzusetzen, geht auf W. Huggins zurück, der schon 1864 Sternspektren photographiert hatte. Trotzdem dauerte es von diesem Zeitpunkt an noch fast ein Vierteljahrhundert bis zur erfolgreichen Bewältigung der Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten. Das lag wohl daran, daß man große Dispersionen der Spektren benötigte, um die kleinen Linienverschiebungen messen zu können. Auch einige noch bestehende Zweifel, ob das für die Schallwellen als richtig erkannte Doppler-Prinzip ebenso für die Lichtwellenlängen anwendbar sei, dürften eine Rolle gespielt haben. Dem Ausräumen dieser Zweifel galten vorerst Vogels spektroskopische Untersuchungen in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Das gelang ihm sowohl mit dem erhaltenen Wert der Rotationsdauer der Sonne, der aus Beobachtungen am Ost- und Westrand der Sonne abgeleitet wurde und gut mit der aus Sonnenfleckenbeobachtungen folgenden Angabe übereinstimmte, wie auch mit den Ergebnissen über die Bahngeschwindigkeit der Venus, wozu spektroskopische Beobachtungen des Planeten am Tage und die

Fraunhoferlinien des in der Erdatmosphäre gestreuten Sonnenlichts als Vergleichslinien benutzt wurden.

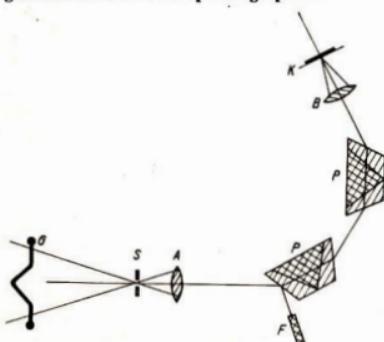
Die bis 1887/1888 vorwiegend angewandte Methode der Sternspektoskopie war die der visuellen Erfassung spektraler Merkmale mit Hilfe des Okularspektrometers [1]. Dabei wurde in einem an das Fernrohr angesetzten Spektralapparat ein Sternspektrum erzeugt und die Verschiebung der Sternlinien gegen ein Vergleichsspektrum mikrometrisch gemessen. Seitdem Huggins 1868 für den Sirius zum ersten Mal eine Radialgeschwindigkeit bestimmt hatte, machte auch Vogel wiederholt eigene Messungen. Seine Bedenken über die Brauchbarkeit der benutzten Methode verstärkten sich jedoch mit jeder neuen Messung, da sehr häufig selbst bei ruhiger Luft stundenlange Beobachtungen nötig waren, um eine Messung oder nur eine Schätzung vornehmen zu können. Es überrascht somit nicht, wenn die Unsicherheiten ± 30 km/s und mehr betragen und manchmal sogar, wie unsere heutigen Kenntnisse ausweisen, die falsche Richtung der Verschiebung angegeben wurde. Das bleibende Verdienst Vogels ist es nun, die so fruchtlosen visuellen Versuche in dieser Richtung durch die Anwendung der photographischen Platte als Empfänger entscheidend verbessert zu haben.

1887 konstruierte Vogel den ersten Sternspektrographen mit der Photoplatte als Empfänger. Obwohl die technische Ausführung nur sehr behelfsmäßig erfolgte, bestätigten die von Vogel und Scheiner noch im gleichen Jahr gemachten Beobachtungen die Erwartungen nach einer erheblichen

Steigerung der Genauigkeit. In einem schriftlichen Bericht an die Preußische Akademie der Wissenschaften im Februar 1888 berichtete Vogel [2] über die ersten erfolgreichen Versuche. Der noch im gleichen Jahr fertiggestellte und sorgfältig gebaute neue Spektrograph wlich in seinen Dimensionen nur wenig von seinem provisorischen Vorgänger ab, seine Realisierung erfolgte aber nach den der Zeit entsprechenden technischen Fertigkeiten und wissenschaftlichen Kenntnissen. Diese, noch heute gültigen Forderungen, verlangen z. B. nach großer Stabilität bei möglichst geringem Gewicht; geeigneten Dimensionen für Prismen, Kollimator- und Kameraobjektiv, um bei großer Dispersion noch genügende Lichtstärke zu besitzen; genauen Fokussiermöglichkeiten und einer befriedigenden Methode der Pointierung des Sternbildes auf dem Spalt.

Abb. 2 gibt eine schematische Darstellung des ersten von Vogel konstruierten Sternspektrographen [3], der an dem damaligen „großen“ Potsdamer Refraktor (von Schröder, 30 cm/540 cm) angesetzt war. Die Abkürzungen bezeichnen folgende Teile: *S* = Spalt (die Breite war bei den Aufnahmen in der Regel 0.02 bis 0.03 mm), *A* das Kollimator- und *B* das Kameraobjektiv. Die Brennweite betrug jeweils 408 mm und die Öffnung 34 mm. *P* sind zwei Rutherford-Prismen von 35 mm Höhe und 90 mm Basislänge und *K* bezeichnet die Kassette. Zur Erzeugung des Vergleichsspektrums diente die Geißlerröhre *G* von der angegebenen Form, wobei die Röhre in einer Entfernung von 400 mm vor dem Spalt senkrecht zur optischen Achse und senkrecht zum Spalt gestellt wurde und die H_{γ} -Linie im Minimum der Ablenkung in der Mitte der Photoplatte lag. Die lineare reziproke Dispersion des Spektrographen betrug etwa 13 \AA/mm bei H_{γ} , so daß bei den verwandten Spaltbreiten eine spektrale Auflösung von etwa 0.3 \AA erreicht wurde. Als bequem und erfolgreich erwies sich auch die erstmals angewandte Methode der Nachführung, bei der mit Hilfe des kleinen Fernrohrs *F* das Reflexbild des Spalts auf der ersten Prismenkante beobachtet wurde. Durch die Abhängigkeit des Brechungsexponenten der Prismen von der Temperatur und der daraus folgenden zunehmenden Verbreiterung der Linien des Sternspektrums mit der Beobachtungszeit, waren die Aufnahmen beschränkt auf Belichtungszeiten unterhalb einer Stunde. Das bedeutete die Beschränkung der Be-

Abb. 2: Optische Anordnung des ersten von Vogel konstruierten Sternspektrographen.



obachtungen auf Sterne heller als 3. Größenklasse, wobei der unterschiedlichen Helligkeit der Sterne durch eine unterschiedliche Verbreitung der Spektren Rechnung getragen wurde.

Vogels und Scheiners wesentliche Steigerung der Genauigkeit der Radialgeschwindigkeitswerte im Vergleich zu den anderenorts visuell bestimmten lassen sich wie folgt belegen. Bei etwa gleicher Fernrohröffnung war der Fehler eines photographisch erhaltenen Wertes $\pm 3.9 \text{ km/s}$, im Gegensatz zu den schon erwähnten $\pm 30 \text{ km/s}$ der visuellen Methode. Die Herabsetzung des Fehlers um das fast 8fache wird auch damit veranschaulicht, daß man – wie nach Fertigstellung des Lickrefraktors festgestellt wurde [4] – ein Fernrohr von 90 cm benötigte, um die gleiche Genauigkeit der visuell gemessenen Geschwindigkeitswerte mit den am 30 cm-Refraktor photographisch gemessenen zu erhalten.

Bis 1892 wurden die 51 hellsten Sterne des Nordhimmels beobachtet, die Ergebnisse fanden in einer umfangreichen und vorbildlichen Publikation von Vogel [5] ihren Niederschlag. Beim Vergleich der alten mit den gegenwärtig anerkannten Geschwindigkeitswerten läßt sich folgendes feststellen. Benutzt man nur die Sterne, für die von Vogel und Scheiner mehr als 3 Spektren erhalten wurden und die keine Doppelsterne sind, so kann man ihr Resultat, bei dem der Radialgeschwindigkeitswert aus dem Anschluß an nur eine Sternlinie (H_1) abgeleitet wurde, in die Beziehung bringen

$$v = (v_{1892} + 5.5) \pm 5.3 \text{ km/s}.$$

Beim Anschluß an mehrere Sternlinien erhalten wir

$$v = (v_{1892} + 2.1) \pm 1.3 \text{ km/s}.$$

Die vor 100 Jahren gemessenen Radialgeschwindigkeiten sind also systematisch zu negativ bestimmt worden. Berücksichtigt man im günstigsten Fall den ermittelten Wert von 2.1 km/s , so ist der Fehler eines Geschwindigkeitswertes mit etwa $\pm 1.5 \text{ km/s}$ bemerkenswert gering, so daß die alten Beobachtungen auch heute noch wertvoll sind. Wie gut die Geschwindigkeitswerte der 51 Sterne sind, wird auch noch dadurch unterstrichen, daß erstmals mit diesen Werten eine zufriedenstellende Ableitung des Betrages der Sonnen geschwindigkeit von Vogel [6] vorgenommen werden konnte.

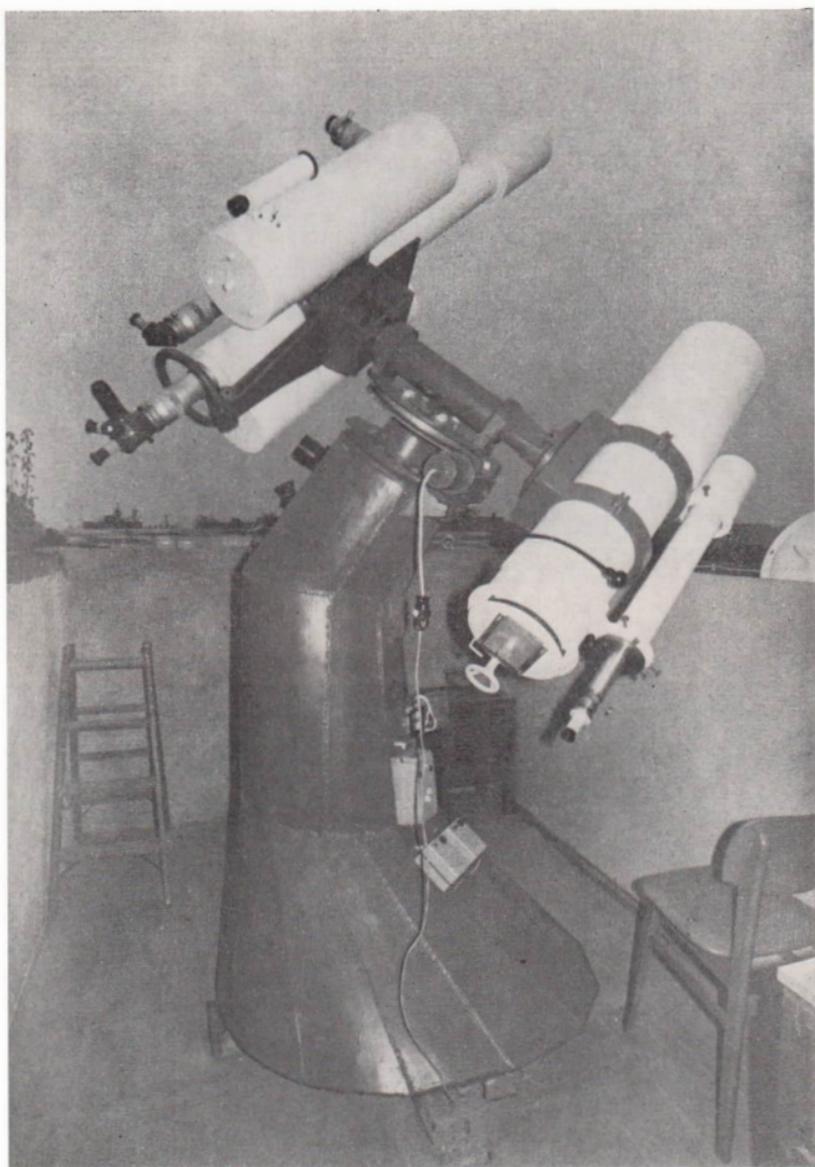
Nicht nur quantitativ sondern auch qualitativ war durch Vogels und Scheiners Arbeit ein großer

Schritt nach vorn getan worden. Praktisch schon mit den ersten Beobachtungen hatte Vogels Methode einen glänzenden Erfolg bei der Entdeckung der Doppelsternnatur Algols (β Persei) [7]. Erstmals war die Existenz eines Doppelsterns, bei dem die zweite Komponente im Spektrum unsichtbar bleibt, nachgewiesen und seine Bahn bestimmt worden. Damit war der Start zu Untersuchungen gegeben, die sich auf das physikalisch-dynamische Verhalten der Sterne bezogen und unsere Kenntnisse über stellare Zustandsgrößen wie Masse und Radius wesentlich erweiterten.

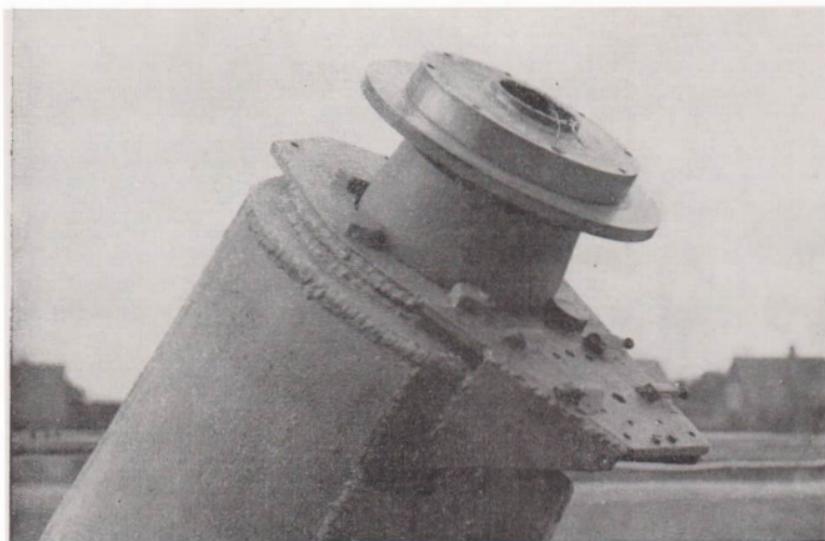
Bei den Astronomen, aber auch in weiteren Kreisen, machten diese Untersuchungen ein großes Aufsehen, und bald widmeten sich andere Sternwarten dem neuen Forschungsgebiet. Mehr als zwei Jahrzehnte stand nun weltweit das Studium spektroskopischer Doppelsterne mit in der vordersten Reihe der astronomischen Aufgabenstellung. In diesen Zeitabschnitt fällt auch die von Vogel veranlaßte und von J. Hartmann ausgeführte Beobachtung des spektroskopischen Doppelsterns δ Orionis. Die Resultate, die von Hartmann [8] mitgeteilt wurden, zeigten sowohl Sternlinienverschiebungen, die auf die Doppelsternbewegung zurückgeführt werden konnten als auch „ruhende“ Sternlinien mit zeitlich konstanter Radialgeschwindigkeit. Daraus zog Hartmann den richtigen Schluß, daß diese Linien in einer interstellaren Wolke, die sich mit einer konstanten relativen Radialgeschwindigkeit bewegt, entstanden sein mußte. Damit war erstmals die Existenz von Materie zwischen den Sternen bewiesen worden.

Bis zum heutigen Tag gehört die Kenntnis der Radialgeschwindigkeit für einzelne Sterne, Gruppen von Sternen und Sternsysteme zu einer wichtigen Bestimmungsgröße mit oftmals weitreichendem Erkenntnisgewinn. So bestätigten die Radialgeschwindigkeiten der Sterne bestens die aus der Theorie der differentiellen Rotation der Milchstraße zu erwartende Richtungsabhängigkeit in Form einer Doppelwelle sowie das Anwachsen der zugehörigen Geschwindigkeitsamplitude proportional mit der Entfernung, während die aus der Radiostrahlung des neutralen interstellaren Wasserstoffs ermittelten Radialgeschwindigkeiten die DichteVerteilung und damit das bevorzugte Vorkommen des neutralen Wasserstoffs in den Spiralarmen unserer Galaxis eindrucksvoll zeigen.

Von größter Tragweite war auch die von E. Hub-



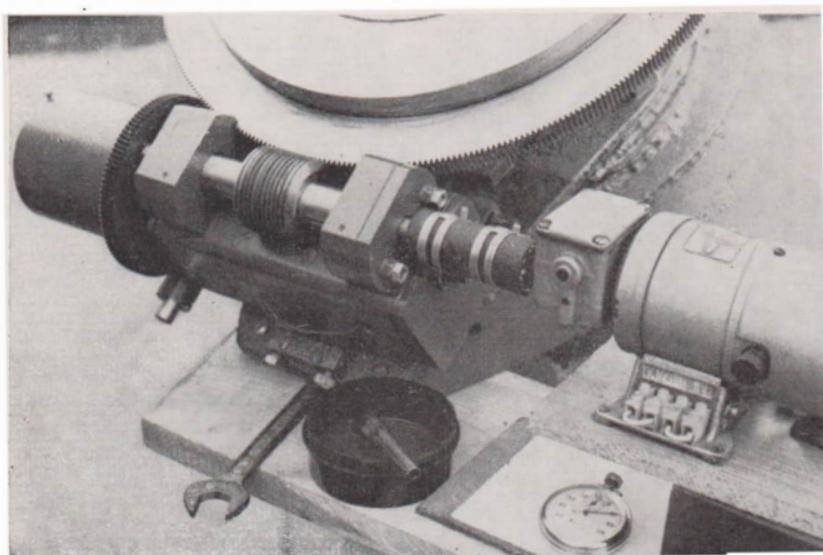
Bildbericht zum Beitrag S. 20 (BS I-IV): Montierungen für Amateurfernrohre
Amateurfernrohr mit Eigenbau-Kniemontierung von W. Roloff, Birkholz.



Stundenachse mit Schneckenradaufnahme, darunter der Schneckenstuhl mit Justierschrauben.

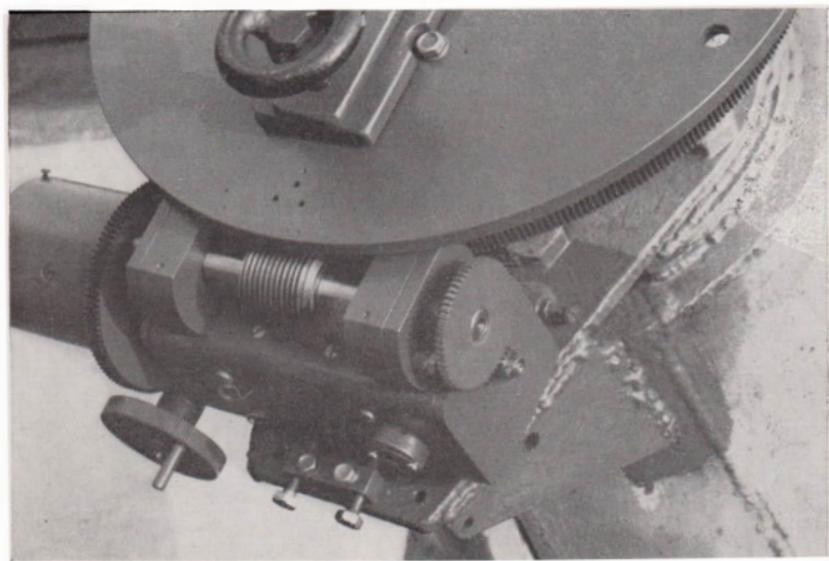
Aufgesetztes Schneckenrad und Antriebssektion in der Montage.

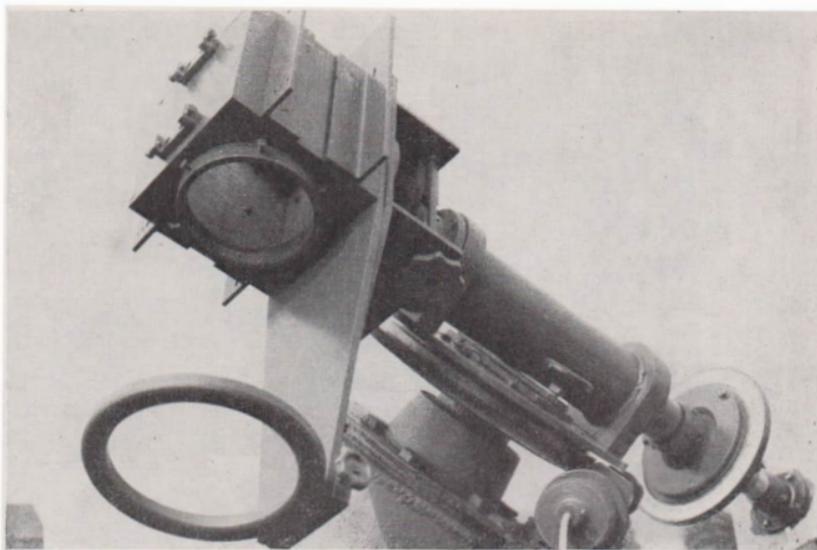




Einschleifen von Schnecke und Schneckenrad mit provisorisch angeflanschtem Getriebemotor.

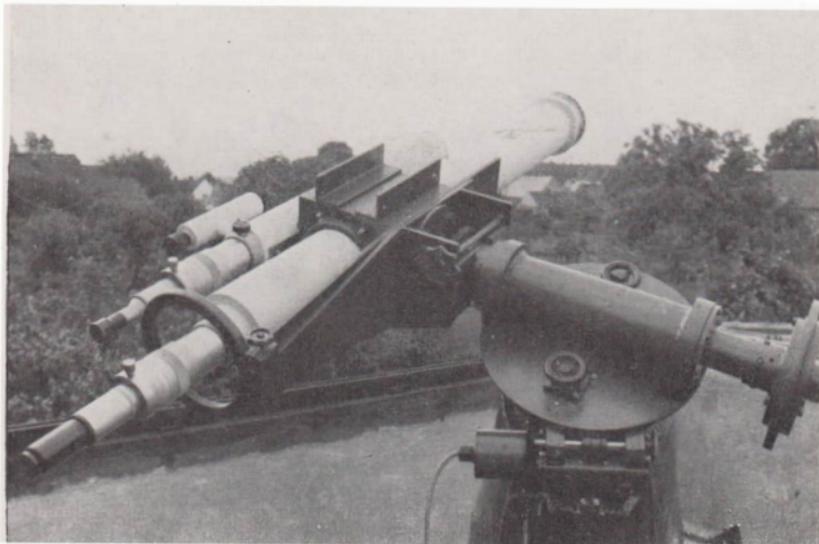
Fertig montierter Antrieb der Stundenachse.





Kombinierte Fernrohrwiege und Handhabungsgriff in Aluminiumbauweise.

Montage der Fernrohre.



ble gemachte und als „Rotverschiebung der extragalaktischen Sternsysteme“ bekannte Entdeckung, daß proportional mit der Entfernung die Fluchtgeschwindigkeit der Galaxien zunimmt, wobei wir dieses Resultat als eine gleichförmige Expansion des Weltalls interpretieren. Hiermit war zum ersten Mal der beobachtbare Kosmos als Ganzes zum Forschungsgegenstand geworden. Radialgeschwindigkeitsmessungen, bei denen allerdings zur Zeit die photographische Platte durch andere Empfänger sehr erfolgreich abgelöst wird, fällt gegenwärtig und sicher auch zukünftig eine wichtige Rolle in der astronomischen Forschung zu; so in der Sternphysik unter anderem bei der nach wie vor wichtigen Aufgabe der Bestimmung stellarer Größen von Doppelsternsystemen und der Erfassung eines möglichen Massenflusses zwischen den Komponenten, der Erforschung fleckiger Atmosphärenstrukturen, der Untersuchung zirkumstellarer Scheiben und der Dynamik expandierender Sternhüllen oder, zusammen mit Linienprofilen, bei der Ermittlung charakteristischer Eigenschaften pulsierender Sterne.

Die instrumentellen Voraussetzungen zur Beobachtung von Radialgeschwindigkeiten finden wir in der DDR in dem 2 m-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg mit seinen Spektrographen. Die Ermittlung der Radialgeschwindigkeit ist dabei in der Sternphysik eine unerlässliche Aufgabe im übergeordneten Thema der Untersuchung kosmischer Magnetfelder. Die Einbindung der alten Ergebnisse in die gezielten spektroskopischen Beobachtungen von heute kann auf Grund der langen Zeitbasis somit wertvolle Dienste leisten.

Literatur: [1] Secchi, P. A.: *Die Sterne*. Brockhaus, Leipzig 1878. – [2] Vogel, H. C.: *Sitzungsber. Preuß. Akad. Wissensch.* 1888, S. 397. – [3] Vogel, H. C.: *Astron. Nachr.* 121, Nr. 2896, 1889. – [4] Vogel, H. C.: *Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss.* 1900, S. 373. – [5] Vogel, H. C.: *Publ. Astro. Obs. Potsdam*, Bd. VII/1, 1892. – [6] Vogel, H. C.: *Astron. Nachr.* 132, Nr. 3150, 1892. – [7] Vogel, H. C.: *Astron. Nachr.* 123, Nr. 2947, 1889. – [8] Hartmann, J.: *Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss.* 1904, S. 527.

Sache dringend Montierung TM oder Ib, auch defekt o. unvollständig. – Dr. G. Ullrich, Lehderstr. 97, Berlin 1120.

Verkaufe gefärbten Sonnenfilter Ø 162 mm f. 650 M (Neupreis: 740 M). – **Sache** Astrokamera 56/250 o. ä. und Objektiv 110/750. D. Krause, Lelitzer Str. 82, Köthen, 4370.

Die japanische ISAS

Von der „Bleistiftrakete“ zur Raumfahrt

ARNO FELLENBERG

Seit 1970 ist Japan selbständige „Raumfahrtmacht“. Neben der NASDA (National Space Development Agency) und der NAL (National Aerospace Laboratory) betreibt die dritte und auch älteste Raumfahrtbehörde Japans – ISAS (The Institute of Space and Astronautical Sciences) einen wesentlichen Teil des umfangreichen Weltraumforschungsprogrammes des fernöstlichen Kaiserreiches.

1955 wurden die ersten Arbeiten mit der Entwicklung, dem Bau und Start von Höhenforschungsraketen aufgenommen.

Als ehemaliger Bereich der Universität Tokyo wurde ISAS 1981 eine autonome Weltraumbehörde, die vor allem für die rein wissenschaftlichen Missionen Japans zuständig ist.

ISAS ist dabei Auftraggeber für die verschiedenen Raumflugkörper sowie für die notwendigen Trägerraketen. Als Startgelände steht das Kagoshima-Space-Center in der Nähe der Stadt Uchinoura auf der Südinsel Kyushu zur Verfügung (vgl. Umschl.-S. 4). Der staatliche Etat des Raumfahrtinstituts lag 1987 bei einer Höhe von umgerechnet 92,8 Mio. Mark (NASDA: 1,290 Mrd. Mark; NAL: 20 Mio. Mark).

Raumfahrtprogramme der ISAS

Die ISAS hat bisher 23 Raumflugkörper gestartet, die zu 8 verschiedenen, z. T. sehr langfristig angelegten Serien von Raumforschungsprogrammen gehören, die nachfolgend kurz dargestellt werden sollen.

• LS (Lambda Satellite)

Zur Schaffung des 1. Satelliten Japans wurde ein kleiner, rund 24 kg schwerer Flugkörper gebaut, dessen Aufgabe darin bestand, lediglich den erfolgreichen Test der Trägerrakete zu dokumentieren. Der Start gelang allerdings erst beim 5. Versuch. „Ohsumi“ sendete danach für ca. 13 Stunden Signale zur Erde.

Bezeichnung	Start	Rakete	Masse	Flugbahn
-	26. 9. 66	L-4S-1	24 kg	Fehlstart
-	19. 12. 66	L-4S-2	24 kg	Fehlstart
-	13. 4. 67	L-4S-3	24 kg	Fehlstart
-	22. 9. 69	L-4S-4	24 kg	Fehlstart
„Ohsumi“	11. 2. 70	L-4S-5	23,8 kg	337x5151 km

• MS (My-Satellite)

Diese Satelliten dienen hauptsächlich Technologischen Tests und wurden grundsätzlich als Nutzlast beim jeweils ersten Start eines neuen My-Raketen Typs eingesetzt.

Darüberhinaus wurden auch wissenschaftliche Forschungen betrieben, die quasi beim Test von Neuentwicklungen für Spezialsatelliten „nebenbei“ anfielen. Eine besondere Rolle spielte dabei MS-T 5 als Test der Halley-Sonde.

Auch hierbei konnten eine Reihe wissenschaftlicher Erkenntnisse über den Kometen gewonnen werden.

F 1 -	25. 9. 70	M-4S	63 kg	Fehlstart
T 1 „Tansei 1“	16. 2. 71	M-4S	63 kg	990x1 100 km
F 2 „Shinsei“	28. 9. 71	M-4S	66 kg	870x1 870 km
T 2 „Tansei 2“	16. 2. 74	M-3C	56 kg	288x3 236 km
T 3 „Tansei 3“	19. 2. 77	M-3H	130 kg	791x3 813 km
T 4 „Tansei 4“	17. 2. 80	M-3S	185 kg	521x 606 km
T 5 „Sakigake“	8. 1. 85	M-3S-II	138 kg	Halley

• REXS (Radio Exploration Satellite)

Aufgabe des Satelliten war die Untersuchung der Ionosphäre und der kosmischen Strahlung.

Wegen eines Defektes im elektrischen System fiel der Sender bereits 4 Tage nach dem Start aus.

„Denpa“ 19. 8. 72 M-4S 75 kg 250x6560 km

• SRATS (Solar Radiation and Thermospheric Structure Satellite)

Der Satellit untersuchte die solare Strahlung und deren Einfluß auf die Thermosphäre der Erde. Hierzu wurden Röntgenstrahlungs-, Ultravioletts- und Lyman- α -Messungen ausgeführt.

„Taiyo“ 24. 2. 75 M-3C 86 kg 260x3140 km

• CORSA (Cosmic Radiation Satellite)

Die Satelliten dienen der Untersuchung der Röntgenstrahlquellen im Bereich von 0,1-100 keV sowie des energetischen Spektrums in einem Bereich von 3-6 GeV. Man erhofft sich hiervom u. a. Aufschlüsse über die s. g. „Schwarzen Löcher“.

In Form und Abmessung glichen die Satelliten dem Flugkörper „Taiyo“.

A -	4. 2. 76	M-3C	85 kg	Fehlstart
B „Hakuto“	21. 2. 79	M-3C	90 kg	545x577 km

• EXOS

Aufgabe dieser Serie von Raumflugkörpern ist die Atmosphärenforschung. Im Rahmen der internationalen Programme IMS (International Magnetospheric Study) und MAP (Middle Atmosphere Program) wurde mit den EXOS-Satelliten der Ozon-, Kohlendioxid- und Schwefeldioxidgehalt der Erdatmosphäre gemessen, sowie Polarlichtphänomene untersucht und fotografiert, sowie Elektronendichte und Plasmawellen bestimmt, die die Ionosphäre beeinflussen. Am geplanten Satelliten EXOS-D beteiligt sich auch Kanada mit einem Massenspektrometer.

A „Kyocco“	4. 2. 78	M-3H-2	126 kg	636x 3.977 km
B „Jikiken“	16. 9. 78	M-3H-3	92 kg	227x30.051 km
C „Ohzora“	14. 2. 84	M-3S-4	210 kg	354x 865 km
D	11. 9. 88	M-3S-II		Fehlstart

• ASTRO

Die astronomischen Aufgaben dieser Satelliten-Serie reichen von der Überwachung von Eruptionen auf der Sonne, der Untersuchung galaktischer und extragalaktischer kosmischer Strahlenquellen, der Suche nach „Schwarzen Löchern“ bis zur Beobachtung der großen Supernova SN 1987A (vgl. Abb. 1).

Auf den Satelliten ASTRO-D soll ein großes Röntgenteleskop zur Suche nach schwachen Röntgenquellen installiert werden. Mit Solar A wird die Beteiligung am Interkosmos-Projekt Interbol angestrebt.

A „Hinotori“	21. 2. 81	M-3S	180 kg	576x644 km
B „Tenna“	20. 2. 83	M-3S	216 kg	497x503 km
C „Ginga“	5. 2. 87	M-3S-II	420 kg	515x706 km
„Solar A“	1991	M-3S-II		
D	1993	M-3S-II		

• Planet

Die Sonden dieser Serie beinhalten die Erkundung von Planeten und Kometen und anderer Himmelskörper.

A „Suisei“ 18. 8. 85 M-3S-II 140 kg Halley

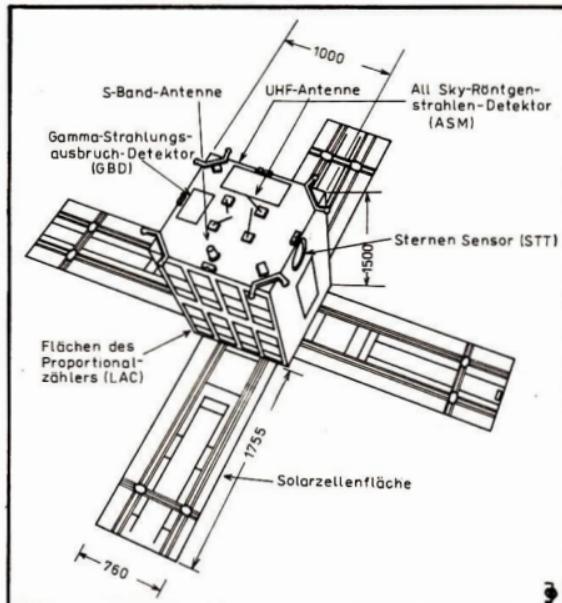
Weiterhin sind zwei Flugkörper geplant, die zum Mond geschickt werden sollen. 1989/90 soll MU-SES-A vor allem technologische Tests für spätere planetare Missionen in einem bis zu 1 Mio. km in den Raum reichenden „Mondorbit“ ausführen. Ein Subsatellit soll in 22700 km Höhe den Mond umkreisen und chemisch-physikalische Messungen vornehmen. Der geochemische Polarorbiter

Abb. 1: Konfiguration des am 5. 2. 1987 gestarteten japanischen Satelliten ASTRO-C (Ginga). – (Zeichn.: J. Oehler)

(LGO) soll 1994 starten und nach 109 Stunden Transfer in eine 100x4000 km Mondumlaufbahn einschwenken.

Mit 2 bis 3 Aufschlagsonden („Lanzen“), die vom Orbiter auf die Oberfläche geschossen werden sollen, werden Mondbeben ausgelöst, die dann von den Apollo-ALSEP-Seismometern registriert und zur Erde übermittelt werden sollen.

MUSES-A	1989/90	M-3S-II	195 kg
Subsatellit			12 kg
LGO	1994	?	650 kg



Der Raketenpark der ISAS

Die Entwicklung und der Bau der Raketen liegt vor allem in den Händen der großen Konzerne Mitsubishi Electronics und Nissan Motor Co.

Durch die planmäßige Weiterentwicklung der vorhandenen Raketen konnte eine enorme Leistungssteigerung bei äußerst geringen Entwicklungskosten erreicht werden.

Die Lambda („L“) 4S-Rakete resultierte aus Höhenraketen und war schließlich in der Lage, 1970 den ersten Satelliten Nipppons in den Weltraum zu tragen.

Zu Arbeitspferden wurden die 5 verschiedenen Typen der My („M“)-Serie. Diese Familie soll bis 1994 ein weiteres neues, besonders starkes Mitglied bekommen. (Tabelle 1)

Neben den Satellitenraketen werden aber auch weiterhin zahlreiche Höhenforschungsraketen eingesetzt.

Allein in der Zeit von 1955 bis 1970 wurden 200 Höhenraketen gestartet. Die Typen reichten

von 14,2 cm langen Mini- oder „Bleistift“-Raketen über die zweistufige Kappa (K) mit der 100 km Gipfelhöhe erreicht wurde bis hin zur dreistufigen Lamda (L), die ihre Nutzlast bis auf 3000 km Höhe tragen konnte. (Tabelle 2)

Herausforderung: Raumfähre

Im Aufgabenbereich der ISAS liegt auch die Entwicklung der japanischen Raumfähre. Bereits 1986 erfolgten Windkanaltests (Mach 4 Störungsgeschwindigkeit) bei Mitsubishi und ein Helikopterabwurf eines Fährenmodells ist ebenfalls bereits erfolgt.

AuR wird in einem späteren Heft dieses Jahrganges näher auf diese Pläne und Entwicklungen eingehen.

(Tabellen 1 und 2 s. S. 20)

Literatur: Flugrevue 7/87. – Fliegerrevue (div. Ausgaben). – Lectectvi + kosmonautika (div. Ausgaben). – Tagespresse.

Fotos: The Institute of Space and Astronautical Science, Ministry of Education, Science and Culture.

Tabelle 1: Raumfahrttriketen der ISAS

Typ	L-4S	M-4S	M-3C	M-3S	M-3S-II
Stufenzahl	4	4	3	3	3
Länge (m)	16,5	23,6	20,2	23,8	27,8
Durchmesser (m)	0,735	1,41	1,41	1,41	1,41
Startmasse (t)	9,4	43,6	41,6	48,7	61,0
Nutzlast (kg)	26	180	195	290	770
(nieder. Orbit)					

Tabelle 2: Höhenforschungsraketen der ISAS (Auswahl)

Typ	Stufenzahl	Länge (m)	Masse (kg)	Flughöhe (km)	Nutzlast (kg)
L 3 H	3	16,5	9500	2000	100-170
K 10	2	10,4	1750	250	170
K 9 M	2	11,1	1.500	350	100
S 520	1	8	2100	430	70-150
S 310	1	7,1	700	190	70
S 210	1	5,2	260	110	40

Sonnenfleckenrelativzahlen September/Oktober 1988

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

d	September		Oktober	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	137	179	109	131
2	153	169	117	147
3	129	147	129	166
4	148	174	128	162
5	128	143	130	157
6	93	117	131	142
7	97	116	128	140
8	88	100	138	143
9	74	97	112	123
10	76	87	146	174
11	87	102	148	149
12	83	101	156	205
13	91	111	150	177
14	94	120	131	154
15	89	108	109	130
16	97	106	120	146
17	79	107	125	152
18	97	125	134	162
19	113	151	133	173
20	153	196	119	131
21	168	177	117	160
22	168	206	109	131
23	190	244	104	150
24	166	211	121	129
25	143	187	124	148
26	151	168	110	130
27	157	187	120	139
28	148	165	119	172
29	111	120	122	144
30	117	131	115	138
31			111	137
Mittel	120,8	144,9	124,4	145,4

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Montierungen für Amateurnfernrohre

W. ROLOFF

In einer bestimmten Entwicklungsphase haben Sternfreunde die Tendenz, sich immer leistungsfähiger und damit auch größerer Instrumente zu bedienen. Vielfach kommt der Wunsch auf, das Beobachtungsinstrument auch fotografisch zu nutzen, um die in ihm gelegenen Möglichkeiten besser auszuschöpfen. Gegenüber den Möglichkeiten der Volkssternwarten, die mit öffentlichen Mitteln, aber auch durch das große Engagement ihrer tragenden Mitarbeiter und die Vorteile, die die Teamarbeit bietet, bereits beachtliche Instrumente geschaffen haben, ist der Einzelbeobachter im Nachteil. Bei ihm kann sich der Wunsch nach einem größeren Beobachtungsinstrument nur durch sachlichen Kalkül der eigenen, finanziellen, materiellen und handwerklichen Möglichkeiten und durch umfassende Information über die notwendige Technik sowie viel Zeit und Geduld, erfüllen. Das heißt, er muß selber bauen.

Je nach selbstgewählten Beobachtungsgebieten, in denen sich die standortbedingten Möglichkeiten bereits niederschlagen, sind in der Regel bereits Instrumente vorhanden, die man nicht missen möchte und die mit einer größeren Neuan schaffung zu kombinieren sind. So zeichnet sich bereits der Kompromiß ab, den der Amateur eingehen muß, um dem wechselhaften Geschehen

am Himmel immer gut gerüstet folgen zu können.

Anforderungen an Fernrohrmontierungen

Aus der Bestimmung der Montierung, das Fernrohrsystem sicher zu tragen, die notwendige Bewegungsfreiheit desselben zu ermöglichen und diese nur vom Willen des Beobachters abhängig auszuführen, leiten sich Forderungen an ihre Struktur ab:

- die Montierung muß festen Stand aufweisen;
 - die Proportionierung der Montierung und ihrer Einzelteile ist möglichst kompakt auszuführen, d. h. die Konstruktion soll insgesamt nur so hoch wie notwendig sein und keine weit ausladenden Teile besitzen;
 - die Konstruktion soll einen hohen Grad der Starrheit aufweisen, sie muß Durchbiegungen von Teilen entgegenwirken und Schwingungen in den Bereich kleiner Amplitude und kurzer Dauer verlegen;
 - die verwendeten Werkstoffe müssen sowohl von der Härte wie auch von ihren spezifischen Schwingungseigenschaften (Elastizitätsmodul) für den Verwendungszweck geeignet sein;
 - die auf Biegung beanspruchten Teile sollen biegesteife Querschnitte besitzen;
 - die Konstruktion soll insgesamt aus möglichst wenigen Einzelteilen bestehen, deren mechanische Verbindung sicher und spielfrei erfolgt;
 - die Masse aller Teile, die nach der Stunden- und Deklinationsachse folgen, ist so gering wie möglich zu halten;
 - die Lagerungen der beweglichen Teile müssen weitgehend spielfrei sein;
 - die Beobachtungsinstrumente sollen in sich, also möglichst ohne zusätzliche Ausgleichsgewichte in der Balance sein;
 - die Montierung soll Elemente zur Justierung in Azimut und Polhöhe besitzen;
 - die Beobachtungsbequemlichkeit ist durch die Zuverlässigkeit und die gute Zugänglichkeit der Bedienelemente zu gewährleisten;
 - unabhängig von der Position des Objekts am sichtbaren Himmel soll die Montierung die uneingeschränkte Beobachtbarkeit gewährleisten;
 - unter amateurgemäßen Bedingungen ist eine große Variationsbreite in der Instrumentierbarkeit günstig.
- Nachfolgend einige Merkmale empfehlenswerter Montierungsarten.

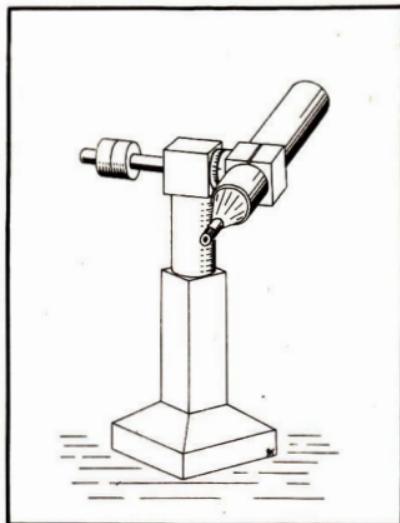


Abb. 1: Die azimutale Montierung.

Die azimutale Montierung

Die Lageorientierung der beiden mechanischen Achsen befindet sich im Horizontsystem, so daß die Verwendung überwiegend für Erdbeobachtungen sinnvoll ist. Bei Himmelsbeobachtungen muß gleichzeitig um beide Achsen nachgeführt werden, wobei es zur Bilddrehung kommt. (Abb. 1)

Schnelle Durchmusterungen des Himmels lassen sich gut durchführen, so daß diese Montierung auch von visuellen Kometensuchern angewendet wird.

Die fotografische Verwendung ist nur für kürzeste Belichtungszeiten (Sonne, Mond) möglich, wenn man vom professionellen Einsatz absieht. In neuerer Zeit haben auch Amateure Versuche angestellt, azimutale Montierungen mit Computern und elektrischen Steuersystemen besser für die Himmelsbeobachtung nutzbar zu machen. Alle Fotostative und Theodolite der Vermessung haben azimutale Montierungen.

Eine Sonderform der azimutalen Montierung ist die Feldstechermontierung. Hier besitzt sie gegenüber der parallaktischen Montierung den Vorteil der stets zum Horizont parallelen Okular-einblicke des Binokulars, was der bequemen Kopfhaltung des Beobachters entgegenkommt. (Abb. 2)

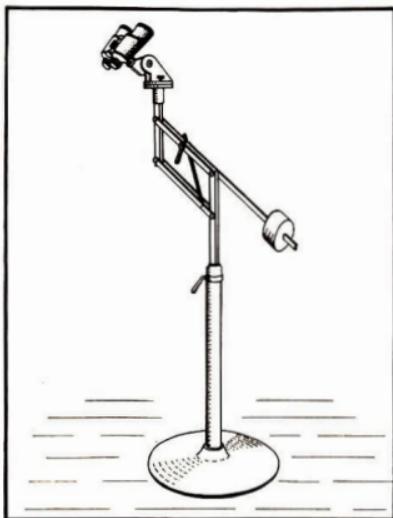


Abb. 2: Die Feldstechermontierung.

Die Feldstechermontierung soll den schnellen Versatz des optischen Instruments in der Höhe gestatten, um den Wechsel vom Erwachsenen zum Kind zu ermöglichen. Dabei muß die Lage des Bildfeldes erhalten bleiben.

Die deutsche Montierung

Die Orientierung der Stundenachse in einer Parallelen zur Erdrotationsachse kennzeichnet diese, wie auch alle folgenden parallaktischen Montierungsarten. Die Parallelität dieser beiden Achsen tritt erst dann ein, wenn die Stundenachse nicht nur in der Polhöhe, die gleich der geographischen Breite des Aufstellungsortes ist, sondern auch im Azimut 0° genau justiert ist. Erst dann kommen die Vorteile einer parallaktischen Montierung, nämlich die Nachführung um eine mechanische Achse und die ausgeschaltete Bildfelddrehung, zur Geltung. (Abb. 3)

Die deutsche Montierung ist überwiegend in mittleren geographischen Breiten verbreitet, da in diesen der Nachteil des Zwangs zur Umlegung des Fernrohrs bei Beobachtungen über den Zenit hinweg weniger stört. Aber auch die konstruktiv einheitliche, günstige Möglichkeit bei Serieninstrumenten den Polkopf auf die jeweilige geographische Breite des Aufstellungsortes justierbar auszulegen, veranlaßt Hersteller mit weltweitem Absatzmarkt zur Wahl dieser Montierungsart.

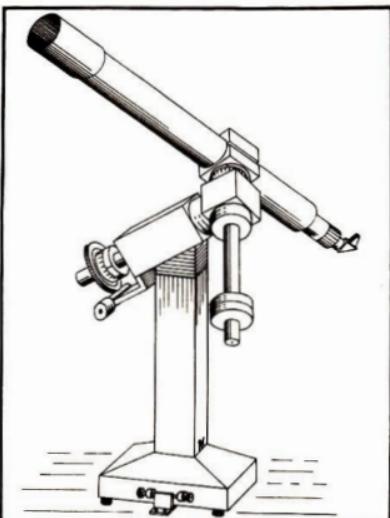


Abb. 3: Die deutsche Montierung.

Die einseitige Anflanschung der optischen Systeme grenzt deren Größe vor allem im Durchmesser ein, da es andernfalls zu beträchtlichen Biegebeanspruchungen am Hauptlager der Deklinationsachse, die sich noch in den Tubus des Fernrohrs übertragen, kommt.

Das an sich unerwünschte Balancierge wicht kann durch weitere optische Systeme ersetzt werden. Es ist ungünstig, hierfür Systeme großer Baulänge zu wählen, da dann wegen des Anstoßens der unteren Enden gegen die Säule, alle Beobachtungen über den Zenit hinaus sehr eingeschränkt werden. Mit etwas verlängerter Deklinationsachse und kurz gebauten Instrumenten tritt dieser Nachteil nicht mehr ein.

Das untere, südliche Ende der Stundenachse ist frei und bietet sich zur Aufnahme des Antriebsrades (Stundenrad) an. Es kann hier verhältnismäßig groß sein, was sich auf die Qualität der Nachführung günstig auswirkt. Man kann nämlich davon ausgehen, daß der Teilungsfehler der Verzahnung bei gleicher Herstellungsart auch gleich ist und nur über einen vergrößerten Radius des Stundenrades weniger stört.

In der in der Skizze gezeigten Bauweise läßt sich der Polkopf und die Buchse der Deklinationsachse sehr kompakt ausführen, außerdem ist die Demontage und eventuelles Nacharbeiten am Stun-

Abb. 4: Variante der Klemmung und Feinbewegung in Deklination.

Mit der Klemmschraube (3) werden die Backen (2) an die feststehende Lagerbuchse (1) gedrückt. Mit der Schraube (8) erfolgt die Feinbewegung des Hebels (6), wobei sich die mit ihm fest verbundene Fernrohrwiege (7) und die bei (4) angeflanschte Deklinationsachse drehen. (9) kennzeichnet eine Druckfeder zur Spielfreiheit der Vorrichtung. (10) ist ein Handgriff zur Grobbewegung des Fernrohrs.

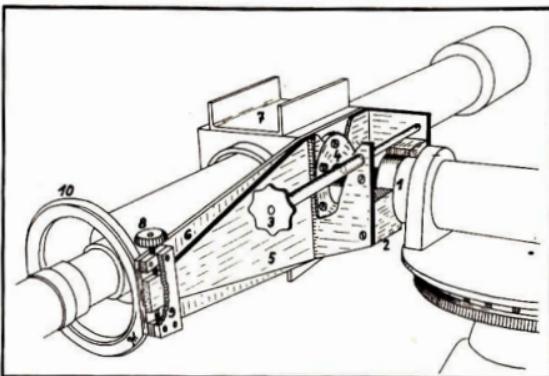
denachsenantrieb leicht möglich. Nachteilig ist es, daß ein Rektaszensionskreis, den man für das schnelle, berechnungsfreie Einstellen nach Koordinaten benötigt, recht weit vom Beobachter, nämlich am Stundenrad selbst, angeordnet ist. Er befindet sich verdrill- und klemmbar auf Letzterem. Die Handhabungsbequemlichkeit ist dann besser, wenn das Stundenrad, der Rektaszensionskreis und die Klemmung am oberen Ende der Stundenachse angeordnet wird. Bei elektromechanischer Betätigung der Klemmung und Feinbewegung, die indessen nicht jeder herstellen kann, treten diese Erwägungen etwas zurück. Die Klemmung und Feinbewegung in Deklination ist bei der deutschen Montierung konstruktiv einfach. (Abb. 4)

Die Kniemontierung

In fast allen Ausführungsvarianten besitzt diese Montierungsart eine fest auf den jeweiligen Beobachtungsort zugeschnittene Knicksäule, deren Neigung der jeweiligen geographischen Breite entspricht. Geringfügige Abweichungen davon, werden mit den Fußschrauben am Sockel justiert. (Abb. 5)

Wegen der Umlegungsfreiheit ist das fotografische Beobachten am Zenit und darüber hinaus problemlos möglich. Es muß dann darauf geachtet werden, daß die untere Länge des Instruments nicht zu groß wird, um nicht bei Polbeobachtungen doch noch irgendwann anzustoßen. Eine weitere Einschränkung bezüglich der Rohrlänge im Vergleich zur deutschen Montierung ist unbegründet, wenn man die Säule nicht zu niedrig auslegt.

Das Stundenrad mit der Klemmung und Feinbe-

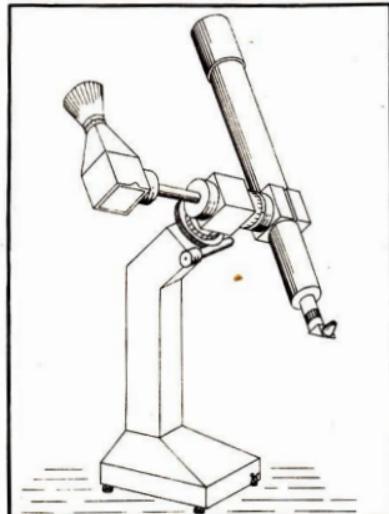


wegung befindet sich am oberen Ende der Stundenachse und ist somit bei mittelgroßen Instrumenten noch vom Okularende aus zu erreichen. Der mögliche Durchmesser des Stundenrades ist begrenzt. (Abb. 6)

Ebenso wie die deutsche Montierung, ist die Kniemontierung besonders für Instrumente mit hinterem Okulareinblick, wie Refraktoren oder Cassegrain-Spiegel geeignet, die mit fotografischen Instrumenten ergänzt werden.

Die in den Skizzen dargestellten, würfelförmigen

Abb. 5: Die Kniemontierung.



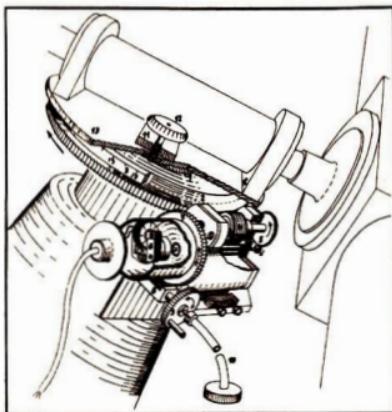


Abb. 6.: Variante eines Stundenachsenantriebs.

Das auf der Stundenachse (1) drehbare Schneckenrad (2) kann mittels der Schraube (12) und des Kipphabels (11) zwischen dem Teller (13) und einem nicht sichtbaren, unteren Teller eingeschlossen werden, dann erfolgt die Mitnahme der Fernrohre. (3) kennzeichnet den auf dem Stundenrad einstellbaren Rektaszensionskreis. Die in das Stundenrad eingreifende Schnecke (4) wird über das Zwischengetriebe (5) und über eine dünne Welle vom Synchronmotor (6) angetrieben. Der Getriebemotor kann im Gehäuse mit dem Schneckentrieb (7) und (8), sowohl vor-, als auch zurückgedreht werden. Die Überlagerung der Drehungen ermöglicht die spielfreie Feinbewegung in Stunde. (9) ist ein Zahnräder zur Motorisierung per Gleichstrommotor. (10) ist eine biegsame Welle für den Handbetrieb.

Buchsen der Deklinationsachsen und Fernrohrwiegen besitzen neben ihrer Verwindungsstarrheit den Vorteil der leichten Montage von kleinen Aufsatzinstrumenten.

In mittlerer Bauhöhe ist die Kniestellung sehr universell mit verschiedenen Instrumententypen bestückbar.

Die Gabelmontierung

Wegen der mit zunehmender geographischer Breite immer günstiger werdenden Entlastung der Gabel eignet sich diese vorwiegend für mittlere bis hohe Breiten. An den Polen der Erde würde sie zur azimutalen Gabelmontierung. Obwohl die in der Abb. 7 gezeigte Säule sehr niedrig ist, kann diese prinzipiell auch verlängert werden, um kurze Instrumente mit hinterem Einblick zu verwenden. Dann ist die Polbeobachtung mit dem Zenitprisma möglich.

Die paarweise Anordnung von Instrumenten in der Gabel ist empfehlenswert, da hierdurch die direkte Verbindung der Deklinationsachsenlager

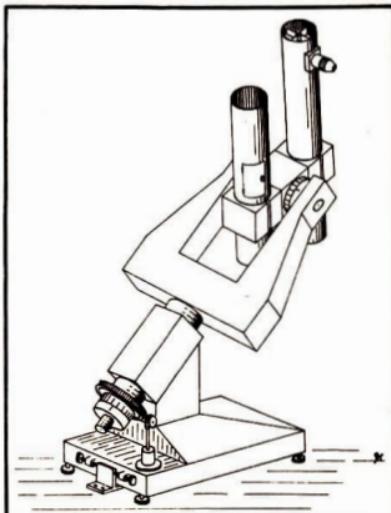


Abb. 7: Die Gabelmontierung.

mit einer durchgehenden Welle möglich ist. So werden die Gabelholme bei östlicher oder westlicher Lage des Instruments gleichmäßig belastet. Die Gabelmontierung eignet sich besonders für fotografische Instrumente sowie solche mit seitlichem Einblick, wie Newton-Teleskope oder Nasmyth-Cassegrain-Teleskope mit dem Einblick durch die hohlen Deklinationsachsenstümpfe. Bei letzterer ist die Bewegung des Okularteils minimal, außerdem lassen sich hier relativ schwere Zusatzgeräte anbringen.

Günstig ist die Balancierung des Instruments in sich, da Gewichte wegfallen können.

Die Proportionierung der Gabel ist kaum zu übertreiben, da der Schwerpunkt der optischen Systeme weit vom Stundenachsenhauptlager entfernt liegt, was zu starker Biegebeanspruchung führt. Ebenfalls kritisch ist die Befestigung der Gabel an der Stundenachse, hier sollte die Stundenachse durch den unteren, hohen Gabelsteg geführt werden. Die Gabel ist nur bei allseitig geschlossener Bauweise genügend verwindungssteif.

Die Handhabungsbequemlichkeit kann wegen der verschiedenen Anordnungsmöglichkeiten der Okulareinblicke und der Klemmungen sehr unterschiedlich ausfallen.

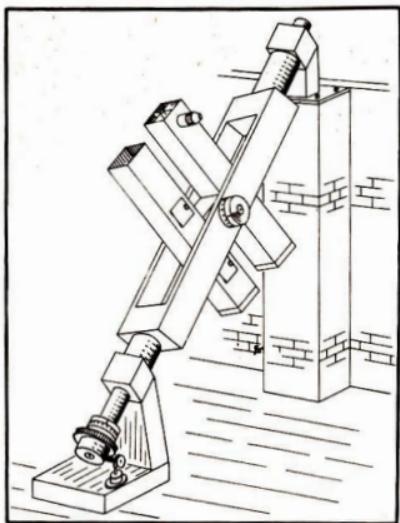


Abb. 8: Die englische Rahmenmontierung.

Die englische Rahmenmontierung

Diese, besonders für Instrumente in niedriger geographischer Breite geeignete Montierung, die die Belastung günstig auf die sehr weit auseinander liegenden Lager verteilt, wird von Amateuren selten und dann meist als artverwandte englische Achsenmontierung gebaut. (Abb. 8)

Hinsichtlich der Instrumentierung scheiden bei kleinerer Bauausführung alle mit hinterem Okulareinblick aus, da man nicht mehr bequem genug unter die Montierung kommt. Instrumente mit oberem, seitlichem Einblick lassen sich bis zur Meridianlage noch einsetzen, auch wenn man, wie auch bei der Gabelmontierung, bereits die Beobachtungsleiter braucht. Das ist immer nachteilig. Beobachtungen über die Meridianlage hinaus werden halsbrecherisch, wenn der Strahlengang nicht mittels Flipp – Flopp – Fangspiegel in ein gegenüberliegendes Okular gebracht werden kann, oder der Tubus insgesamt in seiner Wiege drehbar ausgeführt wird. Das sind beträchtliche konstruktive Klippen. Die Möglichkeit, ein Leitrohr mit Objektivspiegel in die hohle Deklinationsachse einzufügen, kann diese Nachteile mildern.

Die bereits erwähnte englische Achsenmontierung besitzt vergleichsweise den Vorteil, daß bei ihr das Fernrohr auf die andere Seite der Stun-

denachse umgelegt werden kann und dann der obere Okulareinblick wieder leichter zugänglich wird.

Schlußfolgerungen

Man erkennt bei den Besonderheiten im amateurgemäßen Montierungsbau und den angedeuteten Handhabungsbesonderheiten, daß heutzutage markante Unterschiede zum professionellen Instrument bestehen. Es hat wenig Sinn, hier allzu direkt abschauen zu wollen, da die Grundvoraussetzungen zu sehr voneinander abweichen. Es ist eben ein Unterschied, ob man per Aufzug in die Beobachtungskabine fährt, oder das Okular gleichgewichtsreich mit der Leiter erreicht. Wertvoll ist das eingehende Studium von gutem Bildmaterial, wie man es in alten und neuen Angebotskatalogen und vor allem in Zeitschriften findet, da man aus diesem ein gewisses Gefühl für die Proportionierung der eigenen Konstruktion bekommt. Allen Prinzipien des Montierungsbau wird man nicht genügen können, doch die Toleranz des Brauchbaren ist nur nach bestem Streben zu erreichen.

Literatur: [1] Ingals, A. G.: „Amateur telescopes making“. Bde. I bis III New York 1957. – [2] Ritt, S. u. Weber, A.: „Steuerung eines Amateurfernrohres durch einen Mikrocomputer.“ Sterne und Weltraum, Heft 1/1985. – [3] Rohr, H.: „Das Fernrohr für jedermann.“ Beitrag von Ziegler, H. Rascher Verlag Zürich/Stuttgart. 1964. – [4] Roloff, W.: „Aspekte zum Fernrohr-Montierungsbau“ Astronomie und Raumfahrt, Heft 6/1981. – [5] Roth, G. D.: „Handbuch für Sternfreunde“ Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1981. – [6] Staus, A.: „Fernrohrmontierungen und ihre Schutzbauten“ München 1952. – [7] Ziegler, H.: Konstruktive Grundlagen des Montierungsbau. In „Astro-Amateur“ Schrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, 1962. – [8] Ziegler, H.: „Das Instrument, Grundkriterien des Montierungsbau.“ ORION Nr. 162 (1977) bis Nr. 166 (1978). – [9] Ziegler, H.: „Holz als Werkstoff für astronomische Geräte“ ORION Sondernummer 1980.

Tagung

Halb- und Unregelmäßige Veränderliche Sterne

Zu diesem Thema organisiert der AKV am 14. 10. 1989 in Weimar eine Tagung. Neben dem Hauptvortrag eines Fachastronomen steht der Erfahrungsaustausch interessierter Beobachter im Mittelpunkt. Bereits am Abend des 13. 10. kann sich ein Diskussionskreis treffen. Übernachtungen sind möglich. Interessenten wenden sich an Ing. Dietmar Böhme, PSF 93, Nessa, 4851.

DATA

Kratergenaue Berechnung von Mondfinsternissen

JEAN MEEUS

1. Grundlagen

In dem folgenden Artikel bedeuten:

α	Scheinbare Rektaszension
δ	und Deklination der Gegensonne
α'	Scheinbare Rektaszension
δ'	und Deklination des Mondes
π'	Aquatoral-Horizontalparallaxe des Mondes
λ	Selenographische Länge und Breite der Formationen auf der
β	Mondoberfläche. Längen positiv gegen das Mare Crisium, negativ gegen den Krater Copernicus.
R	Radiusvektor der Sonne (AE)
L	Selenographische Länge der Sonne, $L = 90^\circ - \text{Co-latitude}$
B	Selenographische Breite der Sonne
P	Positionsinkel der Rotationsachse des Mondes

Die rechtwinkligen, geozentrischen Koordinaten des Mondes lauten:

$$X = (\cos \delta' \sin (\alpha' - \alpha)) / \sin \pi'$$

$$Y = (\sin \delta' \cos \delta - \cos \delta' \sin \delta \cos (\alpha' - \alpha)) / \sin \pi'$$

$$Z = (\sin \delta' \sin \delta + \cos \delta' \cos (\alpha' - \alpha)) / \sin \pi'$$

Die Längeneinheit ist der Aquatorhalbmesser der Erde, Z liegt daher in der Größenordnung von +60. Man berechnet die rechtwinkligen selenographischen Koordinaten jedes Kraters wie folgt, wobei die Einheit wieder der Aquatorhalbmesser der Erde ist:

$$x_0 = 0.2725 \xi = 0.2725 \cos \beta \sin \lambda$$

$$y_0 = 0.2725 \eta = 0.2725 \sin \beta$$

$$z_0 = 0.2725 \zeta = 0.2725 \cos \beta \cos \lambda$$

Darin bedeuten ξ , η , ζ die klassischen rechtwinkligen Koordinaten, aber nun ist der Mondhalbmesser die Längeneinheit. x_0 hat dasselbe Zeichen wie λ , y_0 hat das Zeichen von β , während z_0 für alle Krater der erd zugewandten Mondseite positiv ist.

Die folgende Tafel gibt die Koordinaten von 28 ausgewählten Formationen, und zwar für Copernicus, Eudoxus, Goelenius, Grimaldi, Pico, Riccioli, Taruntius und Tycho nach dem Times Atlas of the Moon; alle übrigen wurden aus Arthur's Consolidated Catalogue of Selenographic Positions (1962), Comm. Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona, genommen.

Man rechne:

$$a_x = -\cos L \cos P - \sin L \sin P \sin B$$

$$b_x = \sin P \cos B$$

$$c_x = \sin L \cos P - \cos L \sin P \sin B$$

Formation	x_0	y_0	z_0
Aristarchus	-0.1841	+0.1095	+0.1684
Aristoteles	+0.0520	+0.2092	+0.1668
Autolycus	+0.0061	+0.1390	+0.2343
Billy	-0.2028	-0.0651	+0.1699
Campanus	-0.1120	-0.1278	+0.2130
Censorinus	+0.1471	-0.0019	+0.2294
Copernicus	-0.0918	+0.0468	+0.2523
Dionysius	+0.0810	+0.0132	+0.2598
Endymion	+0.1348	+0.2193	+0.0894
Eudoxus	+0.0548	+0.1903	+0.1872
Goelenius	+0.1897	-0.0477	+0.1897
Grimaldi	-0.2522	-0.0275	+0.0994
Harpalus	-0.1135	+0.2166	+0.1203
Kepler	-0.1660	+0.0385	+0.2127
Langrenus	+0.2353	-0.0422	+0.1309
Manilius	+0.0417	+0.0681	+0.2605
Menelaus	+0.0719	+0.0763	+0.2515
Messier	+0.2012	-0.0089	+0.1835
Pico	-0.0292	+0.1954	+0.1877
Plato	-0.0271	+0.2130	+0.1677
Plinius	+0.1053	+0.0721	+0.2408
Proclus	+0.1913	+0.0756	+0.1787
Pytheas	-0.0897	+0.0956	+0.2389
Riccioli	-0.2619	-0.0150	+0.0739
Taruntius	+0.1964	+0.0266	+0.1870
Timocharis	-0.0550	+0.1224	+0.2372
Tycho	-0.0381	-0.1865	+0.1950
Vitruvius	+0.1348	+0.0826	+0.2220

$$a_x = \cos L \sin P - \sin L \cos P \sin B$$

$$b_x = \cos P \cos B$$

$$c_x = -\sin L \sin P - \cos L \cos P \sin B$$

$$a_z = -\cos B \sin L$$

$$b_z = -\sin B$$

$$c_z = -\cos B \cos L$$

Kontrolle:

$$\sum a_i^2 = \sum b_i^2 = \sum c_i^2$$

$$a_x^2 + b_x^2 + c_x^2 = 1$$

Die Größen X , Y , Z , a_x , b_x etc. sollten in stündlichen Intervallen berechnet werden; auch die Koordinaten x , y , z sollten – auf fünf Dezimalstellen – in stündlichen Intervallen berechnet werden.

2. Reduktion der Beobachtungen

Man bestimme den Winkel f aus $f = 950.84/R$, worin die Konstante der Differenz zwischen $959^\circ 63$ (Winkelhalbmesser der Sonne) und $87^\circ 79$ (Sonnenparallaxe) in Einheitentfernung entspricht. f kann über die Dauer der Finsternis als konstant angesehen werden.

Für den gegebenen (beobachteten) Termin T des Schatteneintritts oder Schattenaustritts findet man x , y , z durch Interpolation.

Dann ist der Abstand r des Kraters von der Mitte des Kernschattens und der Positionswinkel ψ vom Äquator

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} > 0; \quad \tan \psi = |y/x|$$

Der Winkel ψ wird zwischen 0° und 90° genommen. Der geometrische Halbmesser des Kernschattens ρ im Abstand des Kraters von der Erde und im Positionswinkel ψ ist

$$\rho = 1 - z \tan f - 0.00338 \cos^2 \delta \sin^2 \psi$$

Weil sich $\cos^2 \delta$ während der Finsternis nur sehr langsam ändert, kann dessen Wert für die Mitte der Finsternis genommen werden. Dann wird

$$\rho = 1 - Az - B \sin^2 \psi$$

worin A und B die nun konstanten Koeffizienten bedeuten. Der Ausdruck mit dem Koeffizienten 0.00338 berücksichtigt die Elliptizität des Schattens. Die Schattenvergrößerung beträgt somit in Einheiten des Äquatorhalbmessers der Erde

$$SV = r - \rho$$

3. Vorherberechnung der Krater-Verfinsternungen

Man bestimme den Winkel f aus $f = 950.73/R$, worin die Konstante $959.63 - (86/85) 8794$ ist. Der Faktor $86/85$ berücksichtigt die Schattenvergrößerung. So wird in den Connaissance des Temps seit 1951 verfahren.

Der Winkel f ändert sich über die Finsternis nur wenig, weshalb sein Wert für die Mitte der Finsternis genommen werden kann. Für irgendeinen Augenblick ist der Abstand des Kraters von der Mitte des Kernschattens r und vom Äquator gezählte Positionswinkel ψ gegeben durch

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} > 0; \quad \tan \psi = |y/x|$$

Der Winkel ψ wird zwischen 0° und 90° genommen. Der Halbmesser des Kernschattens in der Entfernung des Kraters von der Erde und im Positionswinkel ψ wird

$$\rho = 1.01176 - z \tan f - 0.00338 \cos^2 \delta \sin^2 \psi$$

worin die Konstante gleich $86/85$ ist. Weil sich $\cos^2 \delta$ während der Finsternis nur sehr wenig ändert, kann dessen Wert für die Mitte der Finsternis genommen werden. Dann wird

$$\delta = 1.01176 - Az - B \sin \psi$$

worin A und B die nun konstanten Koeffizienten bedeuten. Weiter berechnet man den Ausdruck

$$\rho_0 = 1.01176 - Az$$
 in stündlichem Intervall.

Die Kontaktzeiten mit dem Kernschatten sind nun jene, für die $r = \rho$ ist. Das muß durch Iteration festgestellt werden.

Genäherete Uhrzeiten findet man folgendermaßen:

Man nimmt ρ_0 für einen Zeitpunkt nahe der Finsternismitte und den Wert des Ausdrucks $xx' + yy'$ für die beiden letzten vollen Stunden. x' und y' sind die stündlichen Änderungen von x und y . Die Uhrzeit T_m , zu der die Kratermitte den kleinsten Abstand vom Schattenzentrum erreicht, ist dann durch $xx' + yy' = 0$ be-

Mond

Zeit (TDT)	α	δ	π
1 ^b	21 ^h 40 ^m 18 ^s	-14 [°] 15'07"	59 ^{35'53"}
2	21 43 41.8	-13 52 46	59 37.71
3	21 45 56.9	-13 37 45	59 39.06
4	21 48 11.8	-13 22 39	59 40.40
5	21 50 26.6	-13 07 28	59 41.72

Sonne

1	9 45 41.9	13 29 07
2	9 45 51.2	13 28 19
3	9 46 00.5	13 27 31
4	9 46 09.9	13 26 44
5	9 46 19.1	13 25 56

stimmt. Diese geringste Distanz r_m ist in Einheiten des Äquatorhalbmessers der Erde gegeben durch

$$r_m = (xx' - xy')/n; \quad n = \sqrt{x'^2 + y'^2}$$

worin n die stündliche Geschwindigkeit des Kraters ist und x, y sowie x', y' für einen Zeitpunkt in der Nähe von T_m zu nehmen sind. Dann berechnet man

$$p = \sqrt{\rho_0^2 - r_m^2} > 0$$

Die halbe Dauer der Verfinsternis t für die Mitte des betreffenden Kraters ist dann in Stunden

$$t = p/n$$

und damit ergibt sich die Uhrzeit des Anfangs der Verfinsternis T_s und jene des Endes der Verfinsternis T_e nach

$$T_s = T_m - t \quad \text{und} \quad T_e = T_m + t$$

Anmerkung der Redaktion:

Zur Anwendung dieses Verfahrens auf die totale Mondfinsternis vom 17. August 1989 geben wir hier die stündlichen Positionen von Sonne und Mond. Alle anderen Daten können mit ausreichender Genauigkeit Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1989 entnommen werden.

Aus: Der Sternbote 17 (1974), S. 198–203. – Wir danken Hrsg. und Autor für die freundliche Genehmigung der Übernahme.

Verkaufe: Binok. Aussichtsfernrohr (Zeiss; 20/40fach) m. Stativ u. solid. Adapter f. astr. Beob. (lb, ggf. 84fach), Bestzust. f. 2150 M. Refraktor 80/500 (bis 84fach), Teleobjektiv, kompl. 980 M. – E. Beer, Glienicker Weg 100, Berlin, 1199.

Verkaufe neues Schraubokular 63-H. **Suche** Dunkelfeldbeleuchtung, Ok.-Schraubenmikrom., Pos.-Kreis (pass. f. Meniscas 180) – P. Taubert, Baumschulenweg 15, Doberlug-Kirchhain, 7970.

Suche Zeiss-Asiola-Fernrohr. – H. Jakob, Dessauer-Str. 189a, Halle (Saale), 4050.

Kurzberichte

Einladung zum Jugendlager 1989

In der Zeit vom 4. bis 12. August 1989 findet in der Feriensternwarte des Kulturbundes der DDR in Drebach ein Jugendlager Astronomie für Anfänger und wenig Fortgeschrittenes statt. Teilnahmeberechtigt sind nur Jugendliche im Alter von 15 bis 21 Jahren.

Während des Lagers werden sowohl theoretische als auch praktische amateurastronomische Kenntnisse vermittelt. Für die Beobachtung stehen Instrumente von 63 mm bis 300 mm Objektivöffnung zur Verfügung.

Anmeldungen nimmt die Volkssternwarte Drebach bis zum 25. Juni 1989 entgegen. (Teilnehmerzahl ist begrenzt.)

KARLHEINZ MÜLLER

*

Das aschgraue Venuslicht endlich zweifelsfrei beobachtet?

Am 11. Mai 1988 fand gegen 19.30 UT ein recht seltenes Himmelsereignis statt: Der Nachbarplanet Venus bedeckte den +4m6 hellen Stern 136 Tau. Eine rechtzeitige Information ermöglichte vielen Beobachtern Mitteleuropas, dieses Schauspiel in voller Pracht zu erleben, da sich das Wetter von der besten Seite zeigte.

Neben der eigentlichen Bedeckung, die zumeist unter recht guten Bedingungen zu verfolgen war, zeigte sich ein weiteres, selten beobachtbares Phänomen, das aschgraue Licht der Venus. Der Autor beschäftigt sich schon längere Zeit mit dieser Erscheinung und war über dessen Sichtbarkeit (beleuchtete Phase der Venus: $k = 0,24$) nicht sonderlich überrascht. Jedoch fristet dieser Beobachtungsgegenstand noch immer ein „Mauerblümchen-Dasein“, da er häufig als optische Täuschung abgetan wird. Vereinzelte Berichte über Beobachtungen sowohl von der Erde als auch von Raumsonden aus (die bisher noch keine eindeutigen Hinweise, aber eine Reihe Indizien liefernten) ändern grundsätzlich nichts an dieser Situation.

Am 11. Mai 1988 nun wurde die Sternbedeckung durch die Venus von vielen Sternfreunden verfolgt und es gab nebenher ein erstaunliches Ergebnis: An 7 Orten der DDR und der BRD meldeten 11 Beobachter, daß sie das aschgraue Venuslicht zweifelsfrei gesichtet haben.

Die Auswertung ergab noch einen interessanten Befund: Nur mit größeren Geräten (Refraktoren ab 100 mm Öffnung aufwärts, Spiegel ab 200 mm Öffnung) konnte das aschgraue Venuslicht gesehen werden. Alle Beobachter mit kleineren Geräten haben (übereinstimmend) nichts Derartiges gesehen. Neben den visuellen Beobachtungen brachten fotografische Beobachtungen leider keinen Erfolg. Auch Videoaufnahmen einiger Beobachtergruppen um Herrn H.-J. Bode (Hannover) und anderer IOTA/ES-Mitglieder brachten kein positives Ergebnis, was auf die geringe Empfindlichkeit der verwendeten Emulsionen bzw. Kameras zurückzuführen ist. Da zum Zeitpunkt der Sternbedeckung durch

Venus (etwa gegen 19.15 UT) das aschgraue Venuslicht von verschiedenen Beobachtern an verschiedenen Beobachtungsorten simultan und zweifelsfrei gesehen worden ist, muß es sich also doch um eine reale Erscheinung handeln. Darum bittet der Autor – da alle Sichtungen nur visuelle sind – zur Untermauerung der Beobachtungsbefunde, daß sich weitere Beobachter melden, um mit ihren Wahrnehmungen zur weiteren Klärung des Sachverhaltes beizutragen. Gesucht werden alle Beobachtungen, auch Fehlmeldungen sind wichtig. Die Ergebnisse können an den Autor gesandt werden. Eine detaillierte Auswertung soll zu einem späteren Zeitpunkt folgen, wenn alles vorhanden Material, das z. Z. noch in den verschiedenen Beobachtungsjournalen „schlummert“ gesichtet ist.

KLAUS-DIETER KALAUCH

*

Die 88er Sommerlager in Apolda, Drebach und Waltersdorf

In diesem Bericht soll ein Überblick über einige der jährlich stattfindenden Jugendlager vermittelt werden und vielleicht manchem Leser bei der Planung des nächsten Sommers in astronomischer Hinsicht geholfen werden. Nur durch ein „Zu- und Absagengewirr“ bedingt konnte der Autor an drei Jugendlagern teilnehmen, woraus die Idee entstand einen Überblick von jenen Lagern zu geben.

1. Das Jugendlager der Zentralen Amateursternwarte „Erich Bartl“

In der Zeit vom 5. bis 16. 7. 1988 fand im thüringischen Städtchen Apolda nach langer Zeit wieder ein astronomisches Jugendlager statt. Für mich unübersichtlich, das Apoldaler Jugendlager wies eine nur geringe Beteiligung auf. Alle Teilnehmer hatten über ein Kurzreferat des Sternwartenleiters bei der 10. „Zentralen Tagung des Kulturbundes nach Apolda“ gefunden. Vor allem lockten die für Amateurbegiffe sehr großen Instrumente, die schon fast eine neue Dimension astronomischer Beobachtungsinstrumente darstellen. Unser Hauptbeobachtungsinstrument war ein 40 cm-Cassegrain-Spiegelteleskop mit einem 150/2250 mm Refraktor. Das 85 cm-Spiegelteleskop der Sternwarte befand sich leider noch in Reparatur und konnte so nicht für die Beobachtung genutzt werden. Zahlreiche Fotoobjektive, wie z. B. das 5,6/1000 Spiegelobjektiv wurden zur Astrofotografie genutzt. Im Rahmenprogramm fanden mehrere Vorträge statt, meist zum Thema Beobachtungspraxis. Drei Exkursionen nach Jena, Weimar und Tautenburg waren willkommene Programmpunkte. Um die Finanzierung des Lagers zu gewährleisten, wurden von den Lagerteilnehmern Instandhaltungsarbeiten an der Sternwarte durchgeführt. Bei den nächtlichen Beobachtungen stand die visuelle Beobachtung der Objekt des Sommerhimmels an erster Stelle. In vier klaren Nächten überzeugten wir uns von der herrlichen „Nebelwelt“ im 40 cm Cassegrain. Viele ungewohnte Bilder zeigten sich uns, so z. B. der Kugelsternhaufen M 13, der sich über den ganzen Gesichtsfeld-durchmesser hinstreckte. Dabei kam auch die Beobachtung der Planeten nicht zu kurz. In einer klaren Nacht wurden von uns drei Saturnmonde registriert. Uranus zeigte im 40er Cassegrain deutlich eine bläuliche Scheibe. Auch einige Marsbeobachtungen wurden durchgeführt. Einen Höhepunkt unserer nächtlichen Beobachtungen bildete die doch recht selten Erscheinung leuchtender Nachtwolken am 6. 7. 1988. Mit der Literatur der Apoldaer Sternwarte konnten wir unseren Erfahrungsschatz noch erweitern.

tern. Der Sternwartenleiter, Andreas Dill, unterstützte uns sehr aktiv bei den nächtlichen Beobachtungen und gab „Nachhilfe“ in der rechnenden Astronomie. Das Afpoldaer Jugendlager kann allen empfohlen werden, die schon Erfahrungen auf astronomischem Gebiet besitzen. Die Teilnehmer des diesjährigen Lagers beobachteten zum erstenmal mit Instrumenten, die wohl die obere Grenze der Amateurastronomie darstellen und waren am Ende des Lagers befähigt, selbstständig mit den Geräten umzugehen.

2. Das Drebacher Jugendlager

Vom 5. bis 12. 8. 1988 führte die Volkssternwarte Drebach ihr Jugendlager durch. Mit 15 Teilnehmern war die Kapazität des Vortragstraums der Sternwarte „ausgebucht“. Das Instrumentarium reicht vom Schulfernrohr bis zum 30 cm-Spiegelteleskop. Zwei Astrokameras konnten zur Astrofotografie genutzt werden. In Drebach erwartete uns ein anspruchsvolles Vortragsprogramm, das keine Wünsche offen ließ. Am Rande der astronomischen Betätigung fanden Ausflüge in der näheren Umgebung statt (s. o.). Das erste was wir in Drebach feststellten, war, daß der Drebacher Himmel eine Welt für sich ist! So klar hatte selbst der Autor die Milchstraße noch nicht gesehen. Neben den Beobachtungsgeräten der Sternwarte nutzten wir die umfangreiche Bibliothek und die Computer der Sternwarte. Zum besseren Verständnis der Bewegungen am Himmel wurde auch das Planetarium eingesetzt. Besonders lehrreich waren auch die Sonnenbeobachtungen, an denen sich auch einige Referenten beteiligten. Bei den nächtlichen Beobachtungen war die Fotografie der Milchstraße besonders reizvoll, da der Drebacher noch Belichtungszeiten von 40 min mit einem 2,8/50 mm Objektiv zuläßt. Viele nützliche Tips zur Astrofotografie erhielten wir vom Leiter der Drebacher Sternwarte, Karlheinz Müller. Das Drebacher Jugendlager ist für den Neuling auf astronomischen Gebiet zum Aneignen astronomischer Kenntnisse hervorragend geeignet, aber auch für schon fortgeschrittenere Amateure ihres Wissens, besonders auf fotografischem Gebiet und in der Beobachtungspraxis ist es empfehlenswert.

3. Das Meteorbeobachtungslager in Waltersdorf

Jährlich findet im August in dem kleinen lausitzer Ort Waltersdorf ein Meteorbeobachtungslager statt. Es wird von der Radebeuler Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“ organisiert. Die meisten Teilnehmer sind Mitglieder des astronomischen Jugendklubs der Radebeuler Sternwarte, aber auch Meteorbeobachter aus Karl-Marx-Stadt und Schwerin finden sich jedes Jahr hier ein. In klaren Nächten gilt die Aufmerksamkeit verständlicherweise ausschließlich den Meteoren, speziell den Perseiden. Allerdings sind Beobachtungen der Planeten oder von Objekten des Fixsternhimmels nicht gänzlich aus dem Beobachtungsprogramm verbannt. Die Bilanz weist deutlich auf die vielen klaren Nächte im August 1988 hin: Es wurden über 14 000 Meteoren registriert. Da kann man schon sagen, neuer Rekord! Zur fotografischen Erfassung von Feuerkugeln wurde ein All-Sky-Objektiv genutzt. Für die Unterbringung der Instrumente und als Aufenthaltsraum nutzten wir die Schutzhütte auf der Lausche. Das Waltersdorfer-Lager ist wohl für alle Meteorbeobachter einer der besten Orte zum Erfahrungsaustausch und bietet sehr gute Beobachtungsmöglichkeiten. Zusammengefaßt sei gesagt: Eine direkte Einstufung der Lager ist nicht möglich, jeder sollte sich nach Wissen und Beobachtungszielen ein Lager aussuchen. Allen Organisatoren der Jugendlager sei gedankt. Sie seien ermutigt, auch 1989 wieder mit einem Lager aufzuwarten.

WOLFRAM HÖHNE

Interessante Begegnungen im Jugendlager

Das nun schon fast traditionelle Jugendlager in dem astronomisch so günstig gelegenen erzgebirgischen Ort Drebach war auch 1988 ein Erfolg für alle Beteiligten. Die aus allen Gegenenden der DDR angereisten Sternfreunde wollten ihr Wissen auf den Gebieten der Astronomie erweitern und Neues dazulernen, wobei natürlich große Hoffnungen auf die Arbeit an den Instrumenten der Sternwarte gesetzt wurden. Und dafür war während des 7-tägigen Lagers viel Zeit.

Durch die Vorträge verschiedener namhafter Amateurastronomen, von denen hier nur die Bundesfreunde Blasberg, Mettig und Hähnel genannt seien, erhielten wir viele Tips und Anleitungen zu Beobachtungen und zum Bau eigener Beobachtungsgeräte. Nicht zuletzt war auch die persönliche Begegnung mit diesen sonst nur von Veröffentlichungen her bekannten Beobachtern sehr aufschlußreich. Hoch einzuschätzen ist die Möglichkeit einer individuellen Gestaltung der Beobachtungen an dem reichhaltigen Instrumentarium der Sternwarte. Dank der erfahrenen Anleitung konnte jeder ein reiches Beobachtungsmaterial sammeln. Das betrifft vor allem die Astrofotografie und die Filmverarbeitung in der Dunkelkammer. Einige Beispiele daraus sollen hier vorgestellt werden. Man kann sagen, daß trotz des für Anfänger und wenig Fortgeschrittenen bezeichneten Lagers das Niveau der Diskussionen recht hoch war. Das ist sicher auch eine Folge der zunehmenden Betätigung der Sternfreunde in den Fachgruppen des Kulturbundes.

Zuletzt sei noch bemerkt, daß der Einsatz des Planetariums sowie verschiedener Computerprogramme und die Nutzung der gut ausgestatteten Bibliothek diesen Lehrgang abrundeten.

Für das Gelingen der Veranstaltungen und für die Tagesausflüge zum Fichtelberg, zum Frohnauer Hammer und die botanisch-ornithologischen Führungen sei dem Leiter der Sternwarte, Karlheinz Müller, besonders gedankt. Ihm und seinen Kollegen wünschen wir für weitere Astrolager viel Erfolg!

UWE SCHWARZKOPF

Aus der Literatur

Fusionsforschung international

Im April 1988 begannen die Arbeiten zum ITER, dem internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktor. In Garching bei München traf sich erstmals eine internationale Studiengruppe, die aus 40 Wissenschaftlern der vier großen Fusionsprogramme in der Sowjetunion, Westeuropa, den USA und Japan besteht. Unter Schirmherrschaft der IAEA (Internationale Atomenergiebehörde) will man hier die wissenschaftlichen und technologischen Potentiale vereinen, um in der Fusionsforschung auf dem Weg zur industriellen Nutzung besser vorzurücken. Auf Grund der nun durchzuführenden gemeinsamen Planungen soll 1990 entschieden werden, ob ein gemeinsam betriebener ITER gebaut wird oder ob die Partner die gemeinsamen Erfahrungen jeweils in die eigenen Fusionsprogramme einfließen lassen.

Die Anregung zu dieser Zusammenarbeit stammt von Michail

Gorbatschow, der sie 1985 bei seinen Treffen mit Francois Mitterrand und Ronald Reagan gegeben hatte. ITER wird allen Partnern eine große Herausforderung auf administrativem und politischem Gebiet sein. Es wird hier erneut die Gelegenheit bestehen, neue Verhaltensweisen im Umgang miteinander zu üben, ohne die die globalen Probleme der Menschheit grundsätzlich unlösbar bleiben werden.

Vielleicht wird es möglich sein, ITER um die Jahrhundertwende zu bauen, zu einem Zeitpunkt, da es 7 Mrd. Menschen geben dürfte. Bis zur praktischen Nutzung schließlich, so die Meinung des Direktors der Leitungskommission, könnten 8 bis 10, vielleicht 15 Mrd. Menschen auf der Erde leben. Die Nutzbarmachung der Kernfusion wird also noch viel Zeit in Anspruch nehmen, aber die Arbeit muß getan werden.

Literatur: MPG-Spiegel 4/88, 19-20 (AD)

*

Planet X

Die Spekulationen um die Existenz eines zehnten Planeten unseres Sonnensystems erhielten neuen Auftrieb. Aus Bahnstörungen von Uranus und Neptun, die sich aus Positionsbeobachtungen im Zeitraum von 1843 bis 1982 ableiten ließen, berechnete R. Harrington vom U. S. Naval Observatory Bahnelemente und Positionen des hypothetischen Planeten X jenseits der Bahn des Pluto. Er leitete folgende Werte ab:

Zeit des Periheldurchgangs	6. 8. 1789
Große Halbachse	101,2 AE
Umlaufzeit	1019 Jahre
Masse	4 Erdmassen
Bahnneigung	32,4°
Exzentrizität	0,411
Länge aufsteigender Knoten	275,4°
Länge des Perihels	208,5°

Die scheinbare Helligkeit wird mit ca. 14^m angegeben, die derzeitig wahrscheinlichste Position mit $\alpha = 16^h$ und $\delta = -38^\circ$.

Literatur: Astronomical Journal 96 (1988) 4, S. 1476 (MW)

trag gibt eine Einführung in die numerische Behandlung astronomischer Probleme durch Kleincomputer.

Mit dieser Sammlung von Bauanleitungen wendet sich der Herausgeber an den erfahrenen Amateurastronomen und versierten Bastler. Es werden Lösungen für Probleme vorgestellt, die sich erst nach einigen Jahren aktiver Betätigung auf astronomischem Gebiet einstellen. Natürlich kann eine solche Sammlung nur ausgewählte Beispiele darstellen und deshalb auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Die detaillierten Abbildungen und Baupläne gestatten es, die vorgestellten Zusatzergeräte exakt nachzubauen. Der Praktiker wird, allerdings bestätigen, daß erfahrungsgemäß ein originalgetreuer Nachbau kaum sinnvoll ist, da man meist auf bereits vorhandene Elemente (Zwischenringe u. a.) zurückgreift, eigene Vorstellungen über einzusetzende Materialien und spezielle Möglichkeiten und Fähigkeiten hat. Der erfahrene Bastler wird deshalb die Bauanleitungen nur als Anregung für eigene Konstruktionen nutzen und nach seinen Bedürfnissen und Möglichkeiten variieren.

Der mechanische und optische Aufbau astronomischer Amateurergeräte sowie des entsprechenden Zubehörs wird sich in der nächsten Zukunft sicherlich nur unwesentlich ändern. Deshalb werden die vorliegenden Bauanleitungen noch lange aktuell bleiben. Auf einige neu und interessante Beobachtungs- und Auswertemethoden läßt sich diese Vorhersage aber nicht übertragen. Speziell der letzte Beitrag zum Einsatz von Kleincomputern läßt erkennen, daß seit der ersten Auflage des vorliegenden Bandes mehr als ein Jahrzehnt vergangen ist und seitdem auch keine Überarbeitung erfolgte. Beispielsweise dürften Lochkarten als Datenträger kaum noch dem Stand der Technik entsprechen.

Es muß bezweifelt werden, ob die gewählte Form der Veröffentlichung optimal ist. Wünschenswert, wenn auch aus ökonomischen Gründen kaum realisierbar, erscheint die separate Publikation der einzelnen Beiträge (eventuell nach Bestellung in einer Mappe zusammenge stellt). Danach könnten einzelne Beiträge leichter aktualisiert werden und der Leser könnte gezielt die Bauanleitung bestellen, die ihn auch tatsächlich interessiert.

Sicherlich wird der vorliegende Band viele Amateurastronomen anregen, sich intensiver und tiefründerig mit der Funktionsweise und dem Aufbau astronomischer Beobachtungstechnik zu beschäftigen. Die genaue Kenntnis der selbstgebauten Geräte führt zu besseren Beobachtungsergebnissen. Die Publikation dieser Bauanleitungen ist deshalb zu begrüßen.

MICHAEL SCHREITER

Rezensionen

Astronomische Zusatzergeräte für Sternfreunde

Der vorliegende Band enthält acht Beiträge verschiedener Autoren, die den Amateurastronomen beim Bau und bei der Nutzung von Zusatzergeräten für Amateurfernrohre unterstützen sollen. Diese Geräte sind ein Reisetekoskop, zwei Fernrohr-Nachführsysteme, eine Sonnenprojektionseinrichtung für Newton-Teleskope, ein Protuberanzenansatz für Refraktoren, ein Kamera-Ansatz, eine Tiefkühlkamera und ein Spektrograf. Ergänzt wird der Textteil der Bauanleitungen durch ein Vielzahl beiliegender Zeichnungen, einige davon in größerem Format. Der letzte Bei-

Roth, Günther D.: **Astronomische Zusatzergeräte für Sternfreunde**. Acht Bau- und Gebrauchs anleitungen. UNI-Druck, München, 1976, 3. Auflage 1982, 68 S., 43 Abb. und Baupläne, 4 Tab., 303 x 222 mm, Plastmappe, Preis (BRD): 33,- DM, ISBN 3-87821-132-5

Das Phänomen des Polarlichtes

Die Untersuchung des Polarlichtes gehört nicht unmittelbar in den Aufgabenbereich der Astronomie. Es gibt aber zahlreiche Verbindungen zwischen dem Polarlicht und der Astronomie. Man braucht dazu in dem vorliegenden Buch nur die Abbildung 25 (S. 117) zu betrachten. Sie zeigt die enge Korrelation zwischen den Sonnenfleckenhäufigkeit und der Anzahl von Tagen mit Nordlicht. Für die Astronomie bleibt das Polarlicht als Phänomen der Erdatmosphäre aber nur von bedingtem Interesse.

Der Schwerpunkt des vorliegenden Buches liegt auf der Geschichte der Erforschung des Polarlichtes. Der Leser erfährt, daß

es bereits Aufzeichnungen aus der Antike gibt, die dieses Phänomen beschreiben (Aristoteles). Aus Darstellungen der frühen Neuzeit geht hervor, daß nicht nur Kometen, sondern auch Polarlichter den Menschen Furcht und Schrecken einflößten.

Die Beschreibung der Polarlichterscheinungen aus dem Mittelalter und insbesondere der frühen Neuzeit waren wichtig für das spätere Verständnis dieses Phänomens. Der Autor macht deutlich, daß mit dem Neuanfang naturwissenschaftlichen Fragens, Suchens und Erklärens im 17. und 18. Jahrhundert insbesondere auch die Interpretation des Polarlichtes vorangetrieben wurde. In diesem Zusammenhang werden ausführlich die physikalischen Überlegungen zum Polarlicht im 18. Jahrhundert dargestellt. Viele Originalzitate aus dieser Zeit sind in diesem Teil des Buches von großem Interesse.

Der Abschnitt „Neuere Studien zum Polarlicht“ ist zwar sehr kurz, aber äußerst informativ. Allein das Blockschema des Polarlichtprozesses auf Seite 113 gibt einen ausgezeichneten Überblick.

Das Buch ist sowohl für an der Geschichte der Naturwissenschaften als auch für an atmosphärischen Erscheinungen interessierte Leser geeignet. Ein ausführliches Literaturverzeichnis am Ende des Buches erleichtert den Zugang zu weiterer Literatur.

S. MARX

Schröder, Wilfried: Das Phänomen des Polarlichtes. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 2. Aufl., 1988, 156 S., ISBN 3-534-08997-9.

*

In den Weltraum zum Nutzen der Menschheit

Das gemeinsam vom Verlag Progress Moskau und vom Staatsverlag der DDR herausgegebene Buch stellt sich schon mit dem Titel das Ziel, Fachleute und interessierte Laien an die Aufgaben und Probleme der erdorientierten Raumfahrt heranzuführen. Auf fast 300 Seiten und mit fast ebensoviel Farb- und Schwarzweißbildern sowie einigen Abbildungen versuchen die Autoren den Lesern technische und methodische Grundlagen der Fernerkundung der Erde nahezubringen und anhand von Bildbeispielen die erreichten Ergebnisse bzw. die ableitbaren Folgerungen für die Forschung und die Volkswirtschaft deutlich zu machen. Dabei können sich die Autoren auf einen hervorragenden Farbdruck und gutes Bildmaterial stützen. Anhand dieses Materials machen sie dem Leser deutlich, was aus den fotografischen Aufnahmen – in Echt- oder Falschfarbendarstellung – für den versierten Fachmann ablesbar wird. Sie zeigen Beispiele thematischer Interpretationen, die vor allem durch das Gegenüberstellen der Kosmosaufnahmen mit Fotografien aus den entsprechenden Landschaftsgebieten für den Leser faßlich und verständlich werden. Auch geologische Interpretationen werden in Wort und Bild erläutert. Gleichzeitig erhält der Leser einen sachlichen Überblick über alle der Fernerkundung der Erde dienenden Raumfahrtaktivitäten der UdSSR und aller im Rahmen von „Interkosmos“ zusammenarbeitenden Länder.

Das Buch hinterläßt beim flüchtigen Betrachten einen hervorragenden Eindruck und wird manchem Freund schöner Bücher begeistern. Leider wird der gute erste Eindruck des Buches beim Lesen schnell getrübt, da die Verlage eine verwirrende Anordnung der Texte und Bilder gewählt haben. Durch rund zwei Drittel des Buches werden zwei unabhängige Texte in Schwarz- bzw. Blau- druck parallel geführt, dazu noch zu beiden Texten die Bilder. Da

die Bilder dann häufig noch auf anderen Seiten abgedruckt sind wie im Text aufgeführt, muß man sich beim Lesen des Buches von Seite zu Seite neu orientieren, um nicht im falschen Text weiterzulesen. Ein Beispiel sei kurz aufgeführt: Der „schwarze“ Text springt von Seite 53 auf Seite 60 unterbrochen vom „blauen“ Text und Bildern zum „schwarzen“ und zum „blauen“ Text. Dabei wäre die Anordnung der Texte in dieser Art verständlich, wenn ein Text den anderen kommentieren würde, aber beide Texte behandeln das gleiche Thema vom Beginn der Raumfahrt bis zum heutigen Stand. Es wäre ein großer Gewinn für das Buch gewesen, wenn beide Texte nacheinander angeordnet worden wären. Man hätte dann auch Doppelungen wie „Kosmische Geologie“ – Seite 30 im „schwarzen“ Text und „Ziele und Aufgaben der geologischen Fernerkundung der Erde“ – Seite 75 „blauer“ Text vermeiden können. Dem Leser hätte man damit weniger „Störungen“ beim Beschäftigen mit der Materie aufgedrängt.

Des Weiteren wäre für das Buch eine sorgfältige Durchsicht des deutschen Textes vorteilhaft gewesen. Es hätten kleine Unkorrektheiten der Übersetzung wie Germaszewski statt Hermaszewski, Kollektiv statt Objektiv, radiometrischer „Geber“ statt Empfänger, Wellenlängenbereich usw. ebenso beiseitigt werden können wie die sachliche Unrichtigkeit auf Seite 120 (nicht die Atmosphäre absorbiert den Wasserdampf und die Sauerstoffmoleküle, sondern diese – als Bestandteile der Atmosphäre – absorbieren elektromagnetische Strahlung der genannten Frequenzen).

Trotz dieser kritischen Worte ist das Buch eine Bereicherung der bisher vorliegenden Literatur zur Fernerkundung der Erde. Es hätte aber mehr sein können!

ACHIM ZICKLER

Kowal, A.; Dessinow, L.: In den Weltraum zum Nutzen der Menschheit. Verlag Progress Moskau, Staatsverlag der DDR, 1987, 286 S., 240 Abb., 7 Tab., Format 210x250 mm, Preis 19,80 M, Bestell-Nr. 7722748, ISBN 3-329-00191-7.

*

Farbige Welt der Sterne

Unter diesem Titel zeichnen die Autoren ein faszinierendes, farbiges Gesamtbild der modernen optischen Astronomie. Sie veranschaulichen dem Leser, welche Beziehung zwischen der Farbe und dem physikalischen Zustand astronomischer Objekte besteht, wie man die Farben der Sterne, Nebel und Galaxien sehen und fotografieren kann und wie die Farbfotografie zu einem besseren Verständnis des Weltalls beiträgt.

In dem mit vielen, z. T. ganzseitigen Farbfotos und unterstützen den Farbgrafiken ausgestatteten Buch wird in den ersten zwei Kapiteln der Zusammenhang zwischen Farbe, Temperatur und Spektrum und die Grundzüge der Farbfotografie erläutert. Der Hauptteil des Buches befaßt sich in 7 Kapiteln, basierend auf der Interpretation von Farbaufnahmen, mit astronomischen Fragestellungen, und diskutiert die Entwicklung von Staubwolken, Nebeln, Sternen und Galaxien. Ein kurzer Anhang widmet sich Bildbearbeitungstechniken und der Dreifarben-Fotografie.

MANFRED WOCHE

Malin, D., Mardin, P.: Farbige Welt der Sterne. VCH-Verlagsgesellschaft Weinheim, 1986, 280 mmx225 mm, 198 S., 152 Abb., 13 Tab., Preis (BRD): 84 DM, ISBN 3-527-26491-4.

Sterne über Treptow

Der heutige Direktor der Archenhold-Sternwarte, Prof. Dr. Dieter B. Herrmann, gibt hier einen Einblick in die Geschichte dieser Einrichtung. Unter ausführlicher Berücksichtigung der jeweils herrschenden kulturpolitischen Situation schildert der Autor, wie die Sternwarte zum bedeutenden Zentrum der Populärwissenschaft in Berlin wurde und welchen Platz sie im geistig-kulturellen Leben der Hauptstadt heute einnimmt.

ANDREAS DILL

D. B. Herrmann: Sterne über Treptow. Treptower Historische Hefte 3, herausgegeben vom Rat des Stadtbezirkes Berlin Treptow, Abteilung Kultur, Heimatgeschichtliches Kabinett, 80 Seiten, m. zahlr. Abbildungen, Preis: 5,- M.

schen Aufwand und ist für Aussagen über das fertige Bild wenig geeignet. Es gibt jedoch eine hervorragende Methode, mit der in jedem Fotolabor gearbeitet werden kann. Das ist die Ermittlung der Körnigkeit durch die subjektive Bestimmung der Grenzvergrößerung beim Kopieren. Dazu werden Vergrößerungen mit verschiedenen Maßstäben angefertigt und hinsichtlich der Bildunruhe durch das Korn untersucht. Benutzt man Planetenfotos, kann man fast das gesamte Feld der Nebengrößen wie Negativkontrast, Negativdichte usw. berücksichtigen.

Dabei muß man beachten, daß härtere Vergrößerungspapiere das Korn wesentlich stärker wiedergeben. Ausgehend von der ermittelten Körnigkeit und unter Beachtung der Filmempfindlichkeit, das ASA-Maß ist hierfür nur ein Richtwert, läßt sich das günstigste Aufnahmematerial finden. Nach meinen Versuchen sind das der NP-22 und der preisgünstige NP-20. Als Entwickler hat sich der R 09 bewährt.

HOLGER MÜLLER

Literaturangebot des Zeiss-Planetariums Jena:

– Reichstein, Der Saturn und seine Eiskörperwelt	2,80 M
– Meier, Die Bewegungen des Mondes	1,10 M
– 75 Jahre Sternwarte Jena (Urania)	3,- M
– Moderne Zeiss-Planetariumstechnik (Beilage der Zeitschrift Jenaer Rundschau)	4,- M
– Aufbau und Entwicklung des Weltalls (Sonderdruck aus „Die Sterne“)	ca. 3,- M
– Die Sonnenfinsternis in der SU vom 31. 7. 1981 (Sonderdruck aus „Die Sterne“)	3,- M
– Das Astronomische Jahr 1988/89 (Übersichtstafel I. Schüler und Amateur- astronomen 1988)	1,50 M

Sammelbestellungen sind zu richten an:
Zeiss-Planetarium der Carl-Zeiss-Stiftung Jena,
Am Planetarium 5, Jena, 6900

*

Nach Redaktionsschluß

Leserbrief

In dem Artikel „Jupiteraufnahmen mit dem Telementor“ (AuR 5/88) wurde aus einem Vergleich der Auflösungsvermögen des NP-15 und des NP-27 geschlußfolgert, daß letzterer am besten für Planetenfotos geeignet sei. Das Auflösungsvermögen fotografischer Emulsionen wird durch Aufnahmen von Rastervorlagen mit verschiedener Linienrichte bestimmt. Bei den Linien handelt es sich um absolut schwarze und scharfe Striche. Die Auswertung wird unter dem Mikroskop vorgenommen. Daraus entstehen Probleme. Sieht man sich ein Planetenfoto unter dem Mikroskop an, kann man zwar sehr gut das Korn der Emulsion, aber nur Schärzungsschiede im hundertstel Millimeterbereich erkennen. Der Kontrast des Aufnahmegerätes ist dafür viel zu gering. Treffendere Aussagen ergibt eine Untersuchung auf die sog. Körnigkeit. Die in der Sensitometrie angewandte Bestimmung dieser Größe aus dem Callier-Quotienten verlangt einen hohen techni-

Suche Okulare: f = 10-O und 6-O. – Zuschriften erbeten an Geroold Claus, Kalkberg 56, Meißen, 8250.

Suche AuR 78/1 u. 3, 79/1 u. 4, 81/1, 82/2, 83/1, auch im Tausch gegen Metallkularsteckhülsen. – Heiko Vahrenhold, Marienstrasse 4, Leipzig, 7050.

Suche 2 Okularauszüge für 250 mm Newton-Cassegrain-Spiegelteleskop und 1 Gewicht (5 kg) für die Ib-Montierung. – Guido Baur, Leinewstr. 18, Falkensee, 14542.

Vorschau auf Heft 2/1989

Bleibt Tautenburger Spiegel der größte der Welt? • Wandlungen im Kometenbild (II) • Wiederverwendbare Raumgläser • 30 Jahre NASA • Die Ebertsche Regel • Amateurtätigkeit in der Erforschung der Astronomiegeschichte • JIV 1987/88

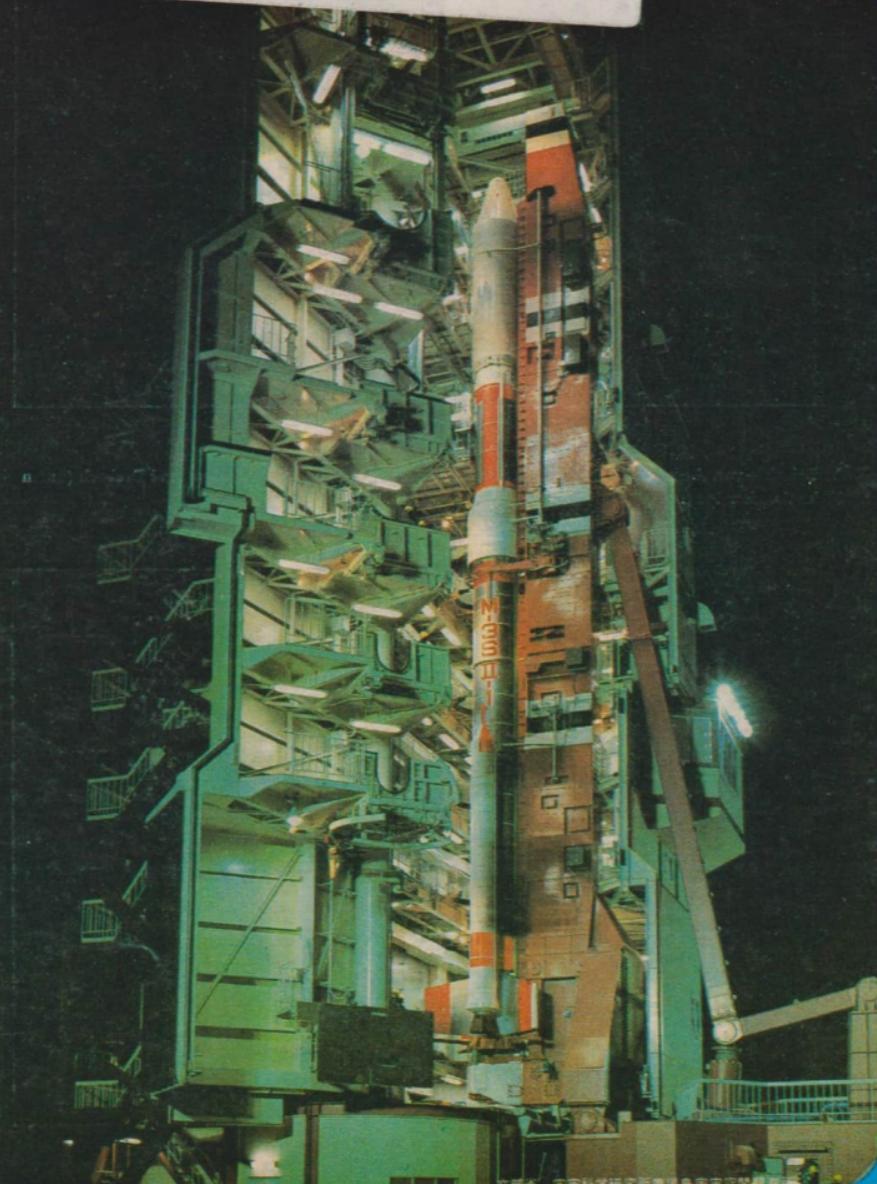
Unsere Autoren

- Doz. Dr. M. Reichstein, Händelstr. 35, Halle (Saale), 4020
Dr. J. Dorschner, Uni-Sternwarte, Schillergräbchen 2, Jena, 6900
Dr. G. Scholz, AdW – ZIAP, Telegrafenberg, Potsdam, 1561
Arno Fellenberg, W.-Leuschner-Str. 12, Teltow, 1530
Dr. A. Kockelenbergh, 3. ac. Circ., B-1180 Brüssel, Belgien
OL Hein Alpert, Str. der Jugend 20, Crimitschau, 9630
Wolfgang Roloff, Dorfplatz 9, Birkholz, 3511
Jean Meeus, Heuvestraat 31, B-3017 Erps-Kwerps, Belgien
Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
Klaus-Dieter Kalauch, K.-Liebknecht-Str. 10, Annahütte, 7802
Frank Schäfer, Volkssternwarte „E. Scholz“, Zittau, 8800
Uwe Scharzkopf, H.-Steyer-Ring 48, Dessau, 4500
Wolfram Höhne, Berthelsdorfer Weg 1, Dresden, 8021



Beispiele von photographischen Arbeiten während der Jugendlager Apolda (oben) und Drebach (unten) im Sommer 1988.

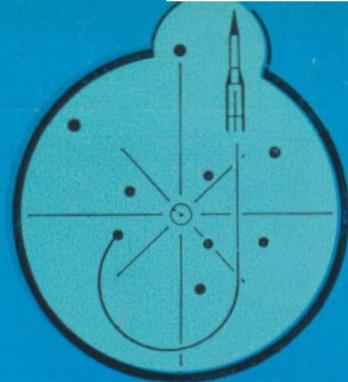




次回登場 牛窓科学研究所 僕の宇宙空間

Astronomie UND Raumfahrt

ISSN 0587-565 X



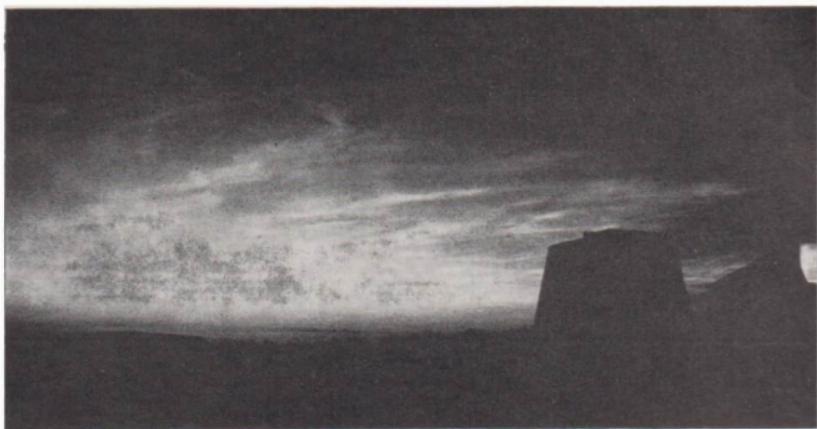
EVP 1,50

1989

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; – **Amateur:** Ing. A. Grünerberg, Dipl.-Phys. J. Rendtel, Str. A. Zenkert, Dr. B. Zill; – **Rezensionen:** Dipl.-Phys. M. Woche; **Zeichn.:** M. Schreiter

Redaktionsansitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1989 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 Lizenznummer 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 einzureichen. Für unverlangte Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Die Redaktion behält sich vor, Beiträge zu kürzen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie und Raumfahrt veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

Inhalt

27. Jahrgang (1989) Heft 2

R. Ziener, W. Häupl: Bleibt der Tautenburger Schmidt der größte der Welt?	34
Sonnenfleckenzahlen Nov./Dez. 1988 (SIDC und AKS)	36
J. Dorschner: Wandlungen im Kometenbild (II)	37
H.-D. Naumann: Wiederverwendbare Raumgleiter	41
A. Fellenberg: 30 Jahre NASA	47
E. Javorka: Die Ebertsche Regel	53
J. Hamel: Amateurtätigkeit in der Erforschung der Astronomiegeschichte	55
A. Dill: Sonnenfinsternisse (I; aus der Reihe DATA)	58

Kurzberichte

Hinweise für Autoren	50
I. Rendtel: Meteorbeobachtungen im IHW – erste Ergebnisse	60
D. Büttner: Sternbedeckung durch die Venus, 1988 Mai 11	61
L. Till: Neues vom Kometen Halley (Aus der Literatur)	62
Anzeigen	50, 62, 64
Rezensionen • Vorschau auf Heft 3/1989 • Anschriften	
unserer Autoren	64
B. Jende: Auch im Urlaub astronomisch aktiv	3. US
Inhaltsverzeichnis der Jahrgänge 25 und 26 (1987/88)	Beilage

Redaktionschluss: 15. 1. 1989

Auslieferung an den PZV: 27. 4. 1989

Bildseiten

Titelbild: Am 11. Mai 1988 fand ein relativ seltenes Ereignis statt. Die Venus bedeckte den um 8°8 schwächeren Stern 136 Tauri (21°30'17.5'). Die Beobachter F. Schäfer und D. Kitta benutzten den Cassegrain 400/5750 fokal als Kamera (in Verbindung mit einer DTL 3) und belichteten einen NP 27-Film 1 s lang um 21.17 MEZ. Die visuell arbeitenden Beobachter an der Sternwarte „E. Scholz“ in Zittau gaben die Zeitdauer des Verschwindens des Sternes mit 5 bis 6 s an. Das Wiederauftauchen des Sternes am beleuchteten Venusrand wurde auf Grund der unruhigen Luft erst reichlich spät bemerkt.

2. Umschl.-S.: Leuchtende Nachtwolken über Apolda, aufgenommen am 6. Juli 1988 zwischen 21.50 und 22.25 MEZ, jeweils 10 s belichtet mit UT 18-Film (umkopiert auf NP 15) und 2,8/29-Objektiv an der Zentralen Amateursternwarte „E. Bartl“ durch M. Richert, Magdeburg.

4. Umschl.-S.: „Das schöne Amateurfoto“ von M. Nitschke und A. Jaeger (beide Berlin): Die Milchstraße und Jupiter. Aufgenommen in Krampfer, Kreis Wittenberge, am 26./27. Aug. 1984 mit Weitwinkelobjektiv 4/20 auf NP 27-Film bei einer Belichtungszeit von 1 h 50 min. Gut erkennbar sind die Staubbäumen in der galaktischen Ebene. Jupiter steht mitten über dem unteren Bildrand.

Bleibt der Tautenburger Schmidt in Zukunft der größte der Welt?

RAINER ZIENER und WOLFGANG HÄUPL

Seit 28 Jahren arbeitet am Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg der Akademie der Wissenschaften der DDR das größte Schmidt-Teleskop der Welt. In diesem Zeitraum wurden damit mehr als 6600 Himmelsaufnahmen gewonnen. Der große Vorteil eines Schmidt-Systems gegenüber anderen Fernrohrtypen ist sein großes Gesichtsfeld. Dieses wird durch eine spezielle Korrektionslinse, die im doppelten Abstand der Hauptspiegelbrennweite vor diesem angebracht ist, ermöglicht. Eine solche Anordnung bringt, wie weiter unten gezeigt wird, auch Nachteile mit sich.

Trotzdem wurden auch nach 1960 weitere große Schmidt-Teleskope gebaut (Tab. 1). Auf dem 78. IAU Colloquium, welches 1983 in Asiago/Italien stattfand, wurde die Bedeutung von Schmidt-Teleskopen für die Astronomie der Gegenwart und Zukunft hervorgehoben. Als besondere Forschungsschwerpunkte kristallisierten sich dort heraus:

- Galaxien
- Quasare
- Galaxienhaufen und Superhaufen
- Planetarische Nebel
- HII-Regionen und Dunkelnebel
- spezielle Sterne (variable und absolut schwache Sterne)
- Kometen und Planetoiden.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Schmidt-Teleskope ab 1 m freier Öffnung

Ort/Land	Durchmesser Korr. Pl.	Brenn- weite Hauptspiegel	Jahr der In- dienststellung
		Hauptspiegel	
Tautenburg/ DDR	1.34 m	2.00 m	4.01 m 1960
Palomar/USA	1.26 m	1.86 m	3.05 m 1948
Siding Spring/ Australia	1.24 m	1.83 m	3.06 m 1973
Kiso/Japan	1.05 m	1.50 m	3.25 m 1974
Byurakan/ Armenien	1.00 m	1.32 m	2.13 m 1961
UdSSR			
Kvistaberg/ Schweden	1.00 m	1.35 m	3.00 m 1963
La Silla/ Chile	1.00 m	1.62 m	3.06 m 1972
Merida/ Venezuela	1.00 m	1.52 m	3.01 m 1978

Damit stellt sich die Frage, weshalb bisher keine größeren Schmidt-Teleskope gebaut wurden, obwohl bezüglich des Hauptspiegeldurchmessers wesentlich größere Teleskope existieren (z. B. 6m-Spiegelteleskop Selentschukskaja/UdSSR und 5m-Mount-Palomar-Teleskop/USA).

In unserer Betrachtung soll es nicht darum gehen, ob man vielleicht einige Zentimeter größere Schmidt-Teleskope fertigen könnte, nur um für sich in Anspruch zu nehmen, das größte Schmidt-System der Welt zu besitzen.

Wir sind der Meinung, daß es drei wesentliche Gründe gibt, die bisher den Bau entscheidend größerer Schmidtspiegel verhindert haben. Vorrangig sind dies technische Probleme, aber auch Kostenfragen und die Frage nach großen leistungsfähigen Strahlungsempfängern spielen eine Rolle.

Wesentliche technische Probleme bei allen Fernrohrtypen mit herkömmlicher Montierung (pa-

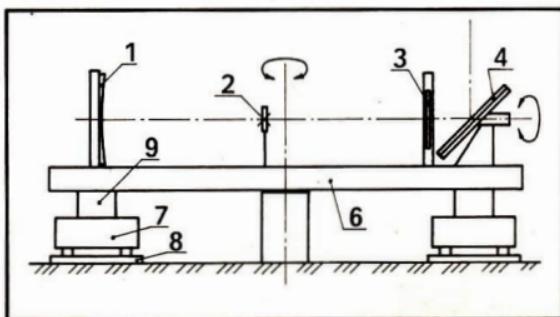


Abb. 1: Schematische Darstellung des Schmidt-Teleskopes nach Reddish und Simmonds [1].

Erläuterungen zu Abb. 1 und 2: 1 – Hauptspiegel, 2 – Fokus, 3 – Korrektionsplatte, 4 – 45°-Planspiegel, 5 – Lagerung des Planspiegels, 6 – optische Plattform, 7 –

rallaktisch, azimutal) werden durch die unterschiedliche Wirkung der Erdanziehungskraft auf ein Teleskop in unterschiedlichen Stellungen verursacht. Zu nennen wäre hier u. a. die Deformation der optischen Bauteile durch ihr Eigengewicht und die Biegung von Rohrkörper und Montierungsteilen. Dies trifft besonders auf Schmidt- teleskope zu. So kann die Korrektionsplatte nicht durch spezielle Systeme gravitativ entlastet werden, wie dies z. B. beim Hauptspiegel der Fall ist. Während der Hauptspiegel die einfallenden Lichtstrahlen nur reflektiert, müssen diese die Korrektionsplatte möglichst verlustarm passieren. Durch die eingangs erwähnte optische Anordnung von Primärspiegel und Korrektionsplatte ergibt sich auch eine gegenüber anderen Teleskopvarianten wesentlich größere Tubuslänge. Damit spielt natürlich die Rohrbiegung eine große Rolle. Dies kann durch eine stabile Konstruktion verringert werden, was aber zu sehr schweren Rohrkörpern führt (z. B. 26 t beim Tautenburger Schmidt). Diese wiederum führen unvermeidlich zu Biegeeffekten bei den gebräuchlichen Montierungsarten.

Die eben angeführten Einflüsse der Gravitation haben u. a. bereits um die Jahrhundertwende den Bau von Refraktoren mit Objektiven deutlich größer als 1 m Durchmesser verhindert.

Ende vergangenen Jahres stellten Reddish und Simmonds [1] ein neues Montierungssystem für sehr große Teleskope vor, welches die oben angesprochenen unterschiedlichen Einflüsse der Gravitation vermeidet. Als praktische Anwendung schlagen sie ein klassisches Schmidt- teleskop mit 5 m Korrektionsplattendurchmesser (7.5 m

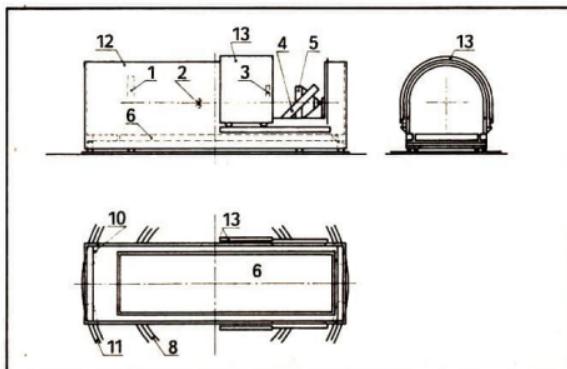
Hauptspiegel durchmesser) vor. Das Prinzip der Konstruktion wird in Abb. 1 dargestellt. Die optischen Komponenten stehen auf einer horizontalen Plattform, welche um eine vertikale Achse drehbar ist. Die Hauptkräfte werden vertikal mittels verstellbarer Stempel auf Drehgestelle übertragen, die wiederum auf einer kreisförmigen Bahn laufen. Die Drücke der Stempel werden überwacht, um exakt die auf sie wirkenden Kräfte zu kompensieren. Dabei kann gleichzeitig eine grobe Justierung der Optik erzielt werden. Durch dieses Vorgehen erübrigt sich eine besondere Präzision in der Konstruktion der Drehgestelle und ihrer Laufbahn. Das druckkontrollierte System aus Stempel, Drehgestell und Sensoren erfüllt alle drei Funktionen eines Lagers, nämlich Kraftaufnahme, Spielfreiheit und kleine Reibung. Gleichzeitig verhüten dieses System Veränderungen des Biegemoments der Plattform. Beim Aufbau des Systems gibt es verschiedene Kombinationsmöglichkeiten:

- mechanische, hydraulische und pneumatische Stempel
- optische, mechanische, elektronische und akustische Sensoren
- Stahl- und Betonbahnen

Die Drehung der Plattform um die vertikale Achse erlaubt die Ausrichtung in Azimut. Ihre Bewegung erfolgt mittels mehrerer im Drehgestell integrierter Antriebseinheiten.

Die Pointierung des Fernrohres in Höhe erfolgt über einen Planspiegel, der unter einem Winkel von 45 Grad zur optischen Achse steht und um

Abb. 2: Schema des Teleskopgebäudes nach Reddish und Simmonds [1].



Drehgestell für die Plattform, 8 – Laufbahn für die Plattform, 9 – Stempel, 10 – Drehgestell für das Gebäude, 11 – Laufbahn für das Gebäude, 12 – Gebäude, 13 – Spaltschieber.

diese drehbar ist. Plan- und Hauptspiegel bilden die Hauptlasten des Systems.

Das Gebäude in Leichtbauweise (Abb. 2, Länge etwa 35 m) ist ebenfalls auf einfachen Drehgestellen montiert und bewegt sich mit dem Fernrohr, ohne dieses zu berühren. Die Tunnelform des Gebäudes erfordert ebenfalls geringe Konstruktionskosten und ist außerdem ideal für eine günstige Belüftung. Es wird erwartet, daß auf diese Weise das in den bodennahen Schichten schlechte Seeing um das Teleskop herum entschieden verbessert wird. Damit würden sich die heutzutage angestrebten hohen und damit teuren Kuppelgebäude erübrigen.

Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint die von Reddish und Simmonds vorgeschlagene Teleskopkonstruktion als nicht völlig neu. Zum Beispiel gibt es horizontal fest montierte Sonnenteleskope, die über einen Siderostatenspiegel ausgeleuchtet werden. Da hierbei das Fernrohr fest steht, muß der Siderostatenspiegel parallaktisch montiert sein. Dies führt zu unterschiedlichen Stellungen des Spiegels zur optischen Achse des Teleskopes und damit zu unterschiedlichen effektiven Bündeldurchmessern des vom Siderostatenspiegel reflektierten Lichtes. Durch die Möglichkeit der Drehung der Plattform bei der von Reddish und Simmonds vorgeschlagenen Montierung kann der Planspiegel immer unter einem Winkel von 45 Grad zur optischen Achse des Teleskopes bleiben. Auf diese Weise ist mit einem Planspiegel, der die 1,4 fache Größe der Korrektionsplatte besitzt, die volle Ausleuchtung des Fernrohres möglich. Wie oben bereits beschrieben, ändern Hauptspiegel und Korrektionsplatte nicht ihre Lage bezüglich der Erdanziehungskraft und können dadurch dünn und somit leicht und billig gebaut werden.

Die einfache und leichte Bauweise des Teleskopes erfordert, wie bereits mehrfach erwähnt, verhältnismäßig geringe Kosten. Es wird veranschlagt, daß ein Schmidteleskop mit 5 m freier Öffnung weniger kosten würde als die derzeit existierenden 4 m Teleskope. Fünf Meter freie Öffnung bringen gegenüber dem Tautenburger Schmidt eine Vergrößerung der lichtsammlenden Fläche von fast 14.

Ein Problem wird aber von Reddish und Simmonds offen gelassen, das Problem der Empfänger. Legen wir für das vorgeschlagene Teleskop das Gesichtsfeld des Tautenburger Schmidtystems zugrunde, so ergeben sich Empfängerflä-

chen von 90 cm x 90 cm. Photoplatte dieser Ausmaße bringen sicher erhebliche Probleme (z. B. Handlichkeit, Homogenität, Auswertegeräte, Archivierung usw.) mit sich. Elektronische Empfänger dieser Dimensionen existieren nach unserer Meinung auch in nächster Zukunft nicht.

Literatur: [1] Reddish, V. C. and Simmonds, E. W.: Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. 228, 537.

*

Sonnenfleckenrelativzahlen November/Dezember 1988

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

d	NOVEMBER		DEZEMBER	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	126	160	128	131
2	114	133	105	126
3	121	136	139	144
4	104	131	122	147
5	129	157	139	157
6	124	174	149	178
7	114	137	144	151
8	95	118	111	166
9	110	119	122	147
10	131	154	127	166
11	155	166	152	183
12	159	185	175	199
13	147	167	195	234
14	139	188	213	293
15	156	211	214	264
16	181	215	216	328
17	196	245	232	309
18	175	232	229	267
19	147	169	223	243
20	112	123	234	263
21	145	169	218	276
22	124	168	255	306
23	117	159	235	282
24	116	157	199	219
25	96	105	183	199
26	80	102	174	177
27	69	82	175	209
28	86	115	196	229
29	92	101	194	218
30	107	141	190	229
31			172	227

Mittel 125,6 154,0 179,4 215,1

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Wandlungen im Kometenbild (Teil II)

J. DORSCHNER

4. Das Problem der Kometenbahnen

Anhand seiner Untersuchungen der Bewegung der Kometen von 1607 (Halley) und eines der drei Kometen von 1618 kam Johannes Kepler zu ersten Folgerungen über die Kometenbahnen. Er glaubte annehmen zu müssen, daß sich Kometen geradlinig, also ohne Rücksicht auf die Sphären der Planeten, durch das Planetensystem bewegen. Kepler hatte durch das Auffinden der nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung der heliozentrischen Hypothese von Nikolaus Kopernikus das wissenschaftliche Fundament gebaut. Die mathematische Strenge seiner neuen Theorie bewies schlagend ihre Überlegenheit über die alte geozentrische Planetenbewegungstheorie, wenn auch Kepler ansonsten noch keine direkten Beweise für die Bewegung der Erde um die Sonne erbringen konnte. So bahnbrechend Keplers geometrische Analyse der Planetenbewegung war, so unbrauchbar war sein Ansatz zur Lösung des Problems der Kometenbahnen. Nur in sehr großer Entfernung von der Sonne, und auch dort nur in grober Näherung, bewegt sich ein Komet auf einer Geraden. In Sonnennähe muß die Bahn auf jeden Fall stark gekrümmpt sein, denn der Komet schwingt ja, wie Dörffel als einer der ersten richtig erkannte, um die Sonne herum. Trotzdem war Keplers Ansicht von 1619 progressiv. Kometen waren für Kepler Himmelskörper, die ihre Bahn im supralunaren Bereich zogen. Kepler ahnte auch bereits, daß es die Sonnenstrahlung ist, die einen Kometen entscheidend in seinem Äußeren beeinflußt. Die Natur dieser Himmelskörper blieb ihm, wie überhaupt allen Gelehrten des 17. Jh., verschlossen. Übrigens war Kepler von bestimmten astrologischen Vorstellungen bezüglich der Kometen nicht frei. Obwohl sie für ihn ein kosmisches und kein atmosphärisches Phänomen waren, glaubte er an Wirkungen auf die Erde. Die ganze Natur gerät seiner Meinung nach in Schrecken über die Erscheinung eines Kometen, und das sei die Ursache für

Unwetter, Seuchen, Erdbeben, die die Kometen mit sich brächten.

Im Laufe des 17. Jh. brach sich dann gegen die große Autorität Keplers unter den Astronomen die Erkenntnis Bahn, daß Kometen auf gekrümmten Bahnen laufen. So finden wir in einer Arbeit Borellis (1608–1679) über den Kometen von 1664 erste Hinweise, daß er sich die Kometenbahn ähnlich einer Parabel vorstellt. 1668 erschien das große Kometenbuch „Cometographia“ des Danziger Ratsherren und Astronomen Johann Hewelcke (Hevelius). Alle Kometenerscheinungen, über die Hevelius Informationen finden konnte, werden dort beschrieben und interpretiert. Aus diesem großen Material zieht Hevelius den Schluß, daß Kometen auf zur Sonne hin, also konkav gekrümmten Bahnen laufen. Keplers Gerade wird jedoch nicht ausgeschlossen. Kegelschnitte werden beiläufig erwähnt, aber nicht eingehend diskutiert. Bemerkenswert ist Hevelius' Vorstellung über die Herkunft der Kometen aus den Atmosphären von Planeten. Es ist dies nicht als eine Renaissance des Aristoteles zu sehen. Das Neue dieser Idee ist vielmehr, daß Hevelius' Kometen im Sonnensystem auf natürlichem Wege entstandene Himmelskörper sein mußten, während Keplers von außerhalb kommende „Fremdlinge“ sein konnten. Der Weg zum neuzeitlichen Kometenverständnis wurde gebahnt.

Bahnbrechend sollte der Große Komet von 1680 werden, den Gottfried Kirch am 14. Nov. 1680 in Coburg im Fernrohr entdeckte (erste Fernrohrentdeckung eines Kometen). Anknüpfend an Kepler, Hevelius und auch an Weigel, bei dem Kirch ja studiert hatte, stellte er sich Kometen als von der Sonne erleuchtete „Himmelswolken“ aus „Dunststäublein“ vor, wobei die Sonnenstrahlen die „Stäublein“ wegstoßen und damit Anlaß zur Schweißbildung geben. Kirch war nicht in der Lage, Genaueres über die Bahn des von ihm entdeckten und darum nach ihm benannten Kometen zu sagen; er konnte nur angeben, daß er mindestens 258000 dt. Meilen entfernt sein müsse. Ein wesentliches Hindernis, weswegen Kirch daran scheiterte, die Bahn dieses Kometen zu konstruieren, war, daß er der Zweikometentheorie anhing. Viele Gelehrte der damaligen Zeit glaubten nämlich daran, daß die Erscheinung des Kometen vor der Perihelpassage (bis zum scheinbaren Verschwinden in den Strahlen der Sonne) und danach zwei verschiedene Kometen wären.

Ich bin nicht sicher, ob sich Dörffel und Kirch vorher gekannt haben, der Komet Kirch des Jahres 1680 führte sie auf jeden Fall zusammen. Es gibt seitdem einen intensiven Briefwechsel zwischen beiden, und Kirch veröffentlichte später auch Arbeiten Dörffels in seinem Kalender.

Wenden wir uns nun Dörffels Hauptwerk zu, das 1681 bei Johann Christian Meise in Plauen gedruckt wurde, ein Werk, über das der Astronomiehistoriker Johann Heinrich Mädler in seiner Astronomiegeschichte von 1873 schreibt, daß es „das wahre Goldkorn unter der Spreu der Hunderte von Schriften aller Art“ sei, die über diesen berühmten Kometen geschrieben wurden. Die Titulatur dieser Schrift ist dem Geist des Barock entsprechend voluminös:

„Astronomische Betrachtung des Großen Kometen, welcher im ausgehenden 1680, und angehenden 1681. Jahre höchst verwunderlich und entzücklich erschienen: Dessen zu Plauen im Voigtlan-
de angestellte tägliche Observations, nebst etlichen sonderbaren
Fragen und neuen Denckwürdigkeiten, sonderlich von Ver-
besserung der Hevelischen Theoriea ans Licht stellt M. G. S. D.
Tob. XII. v. 8

Der Könige und Fürsten Rath und Heimlichkeit soll man ver-
schweigen, aber Gottes Werk soll man herrlich preisen und offen-
baren.

Dasselbst gedruckt und verlegt durch Johann Christian Meisen. im
Jahre 1681.“

Der Komet Kirch erreichte im Dezember 1680 eine Schweiflänge von 70° am Himmel, gehört also zu den eindrucksvollsten Kometenerscheinungen, von denen wir Kunde haben. In heutiger Sicht war er ein sog. Sonnenstreifer, d. h. er kam beim Herumschwingen um die Sonne unserem Tagesgestirn so nahe, daß er tief in ihre äußere Atmosphäre, die Korona, eintauchte. Wir wissen heute daß er sich auf einer extrem langgestreckten Ellipsenbahn um die Sonne bewegt, aber auch mit den heutigen Mitteln der Bahnbestimmung würden wir ihn unter die parabolischen Kometen einordnen, denn angesichts der Beobachtungsgenauigkeiten unterscheidet sich in Scheitelnähe (wo wir den Kometen überhaupt erst wahrnehmen) die wahre elliptische Bahn so gut wie nicht von der einhüllenden Parabel. Bekanntlich ist die Parabel der Grenzfall der Ellipse, wenn die große Halbachse gegen Unendlich geht.

Am barocken Titelblatt von Dörffels Schrift erscheinen mir folgende Dinge bemerkenswert:

1. Dörffel geht von eigenen Beobachtungen aus, die er in Plauen angestellt hat. Er will neben einer

Verbesserung der Theorien des Hevelius sonder-
baren Fragen nachgehen und neue Ideen beitra-
gen. Hier äußert sich der durchaus selbstbewußte
Forscher.

2. Dörffel taucht auf diesem Titelblatt nur mit den Initialen seines Namens auf, denen sein philo-
sophischer Grad des Magisters, gleichfalls als Abkürzung, vorausgeht. Wir gehen sicher nicht fehl, wenn wir in der bescheidenen Art des Um-
springens mit dem eigenen Namen einen Wesen-
zug des Charakters Dörffels erblicken, dem es mehr um die Sache als um seine Person geht. Da-
zu paßt in gewisser Weise auch der nächste Punkt.

3. Dörffel versteht seine Wissenschaft als Got-
teslob, das man öffentlich verkünden soll, und nimmt damit von vornherein Kritikern aus den
Reichen seiner Kirche, die seine Forschungen arg-
wöhnisch betrachten, jeden Wind aus den Seg-
eln. Denn Gotteslob zu verkünden, gehörte zu
seinen Amtspflichten.

Was ist an diesem Werk neu oder gar bahnbre-
chend? Es ist zunächst die Tatsache, daß Dörffel zur Einkometentheorie findet. Er geht von sei-
nen Beobachtungen aus und wird dabei in seiner
Meinung bestärkt, daß der Komet, den er vom
22. bis 24. November 1680 (jul.) am Morgenhim-
mel gesehen hatte, bevor er in der Sonne ver-
schwand, derselbe ist, der nach dem 11. Dezem-
ber 1680 am Abendhimmel auftauchte. Er ver-
weist dabei auf Wilhelm von Ockhams berühmtes
Prinzip der Einfachheit in der Naturphilosophie
(„Ockhams Rasiermesser“), das er in die Worte
kleidete: „Man soll ohne Not aus einem Ding
nicht mehr machen“. Der Komet Kirch war für
diese Erkenntnis zweifellos ein sehr förderliches
Beispiel, weil er durch seine große Sonnennähe
sehr schnell um die Sonne herumschwang. Zur
selben Zeit gab es übrigens in England zwischen
Flamsteed und Newton über diesen Punkt eine
aufschlußreiche Kontroverse, die zeigt, wie stark
die Zweikometentheorie auch im Denken großer
Gelehrter verwurzelt war. Während Flamsteed
wie Dörffel zu dem Schluß gekommen war, daß
es sich um einen Kometen handle, beharrte Newton
zunächst darauf, zwei verschiedene Kometen
beobachtet zu haben.

Ausgehend von seiner Einkometenkonzeption
kam Dörffel zu dem Schluß, daß die beiden
Bahnstücke Teile einer einzigen Bahn sein müs-
sen, und er erkannte sie als Äste einer Parabel, in

deren Brennpunkt die Sonne steht. Gegenüber Hevelius u. a. war eine Präzisierung eingetreten: Die Sonne liegt in der Bahnebene, und zwar in einem ausgezeichneten Punkt dieser Ebene, eben dem Brennpunkt der Parabel. Eine solche Erkenntnis war, wie Dörffel ausdrücklich hervorhob, bei Hevelius nirgends erwähnt, wenn Hevelius u. a. gelegentlich auch ganz qualitativ von der Möglichkeit der Parabelbahn sprachen. Dörffel entdeckte auch sofort das Gemeinsame zwischen Planeten und Kometen: die Stellung der Sonne in einem Bahnbrennpunkt. Er verweist auf Kepler, der zuerst die Rolle der Brennpunkte entdeckt hatte, allerdings nur bei den Planeten. Die Gera-denbahn Keplers lehnte er entschieden ab, und dafür hatte er ja gerade durch die Beobachtungen des Kometen Kirch die besten Argumente. Planeten waren für Dörffel kugelfunde und beständige Körper, Kometen (in Anlehnung an Hevelius) „tellerrunde“ und vergängliche.

Bildlich ausgedrückt: Stellt man sich das Kometenproblem als ein Mosaik vor, zu dem viele For-scher des 17. Jh. einzelne Steinchen gefunden hatten, dann war Dörffel in der Lage einen Teil dieses Mosaiks zusammenzusetzen und daraus das mögliche Aussehen des Gesamtbildes zu erahnen.

1687 erschien Newtons berühmtes und epochemachendes Werk „Philosophiae naturalis principia mathematica“, in dem die Grundgesetze der Mechanik und das Gravitationsgesetz, d. h. die Erkenntnis, daß hinter der Bewegung der Planeten und Kometen um die Sonne eine Anziehungs-kraft der Sonne steckt, die mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, enthalten waren. In New-ton's Darlegungen nehmen Kometen einen unge-wöhnlich breiten Raum ein. Ihre Bahnen werden als Kegelschnitte angegeben. Speziell teilt New-ton einer Methode mit, durch drei Beobachtungen eine Kometenbahn in Form einer Parabel rech-nerisch zu bestimmen. Genau das wird dann am Kometen von 1680, den Newton auch beobachtet hatte, durchgeführt. Newton hatte damit in einem genialen Akt schlagartig das ganze Mosaik sichtbar gemacht; Dörffels zunächst bahnbrechende Erkenntnis war weit überflügelt.

5. Würdigung der Leistung Dörffels

Die Zeit, in der Dörffel geboren wurde, war in Deutschland durch die gesellschaftlichen Aus-

wirkungen der fröhburgerlichen Revolution, ins-besondere der Reformation, einerseits und durch die von den Fürsten verhinderte Bildung eines Nationalstaates andererseits geprägt. Der 30jährige Krieg hatte die Bevölkerung dezimiert, viele einstmal blühende Städte arm gemacht, die Ent-wicklung der Produktivkräfte behindert, die Wirtschaft zerrüttet und die Entwicklung des geistigen Lebens gebremst. Während in anderen europäischen Ländern, z. B. in England, Frank-reich und Holland, Philosophie, Mathematik, Physik und Astronomie in hoher Blüte standen, finden wir im Deutschland des 17. Jh. nur verein-zelt überragende Forscherpersönlichkeiten und große wissenschaftliche Leistungen.

Das Klima an den deutschen Universitäten war weniger wissenschaftlich fruchtbar als an den westeuropäischen; das gilt insbesondere für das in den protestantischen Gebieten. Die koperni-kanische Idee von der bewegten Erde fand hier weniger Anerkennung – vor allem keine öffentliche – unter den Gelehrten als anderswo. Die dringend notwendige Kalenderreform, die in den katholischen Ländern bereits 1582 durchgeführt worden war, wurde als „papistisches Werk“ weit-hin abgelehnt, wissenschaftliche Kontakte zu den fortschrittlichen Universitäten Westeuropas gab es kaum, zu groß war die Angst, daß kalvinisti-sches Gedankengut sich an den lutherischen Uni-versitäten breitmachen könnte.

Man muß alle diese Faktoren betrachten, wenn man Dörffel gerecht beurteilen will. Die genann-ten Verhältnisse, die Orte seines Studiums, Leip-zig und Jena, und sein geistlicher Stand erklären, warum Dörffel sich nicht zum neuen heliozen-trischen Weltbild von Kopernikus bekannte, so sehr er auch Kepler, dem die zunächst nicht di-rekt beweisbare Hypothese von der bewegten Er-de ihren Durchbruch in der Wissenschaft ver-dankte, verehrte und so sehr auch Dörffels geo-metrische Konstruktionen zur Ableitung der Ko-metenbahn denen Keplers glichen, also heliozen-trisch angelegt waren. In seinem genannten Hauptwerk weist Dörffel darauf hin, daß Kome-ten im Weltbildstreit weder für die Erdbewegung (wie Kepler glaubte) noch für den Stillstand der Erde Zeugnis ablegten, wie manche Verteidiger des geozentrischen Weltbildes behaupteten.

Dörffel war ein gläubiger Mensch; er war nicht nur aus Gründen der Kirchendisziplin und wegen der ablehnenden Haltung Luthers zu Kopernikus kein Verfechter des heliozentrischen Weltbildes.

Er war zutiefst von der Richtigkeit der Hl. Schrift im wörtlichen Sinne überzeugt und brauchte darum den Stillstand der Erde. Daß es darüber hinaus damals viele geistige Barrieren gab, die Bewegung der Erde zu akzeptieren, zeigt uns ja deutlich Dörffels Lehrer, der Jenaer Professor Erhard Weigel, bei dem Dörffel 1663 mit einer Dissertation über die Schwere seine Magisterwürde erwarb. Es war übrigens zur selben Zeit Student bei Weigel, als auch Gottfried Wilhelm Leibniz, der spätere Initiator der Berliner Akademie und ein universeller Gelehrter von Weltruf unter den deutschen Aufklärern, bei Weigel Vorlesungen hörte. Weigel war ein hochberühmter Naturwissenschaftler, Mathematiker, Pädagoge und Erfinder, der sich, obwohl Protestant, für den Gregorianischen Kalender einsetzte und auch im katholischen Raum, z. B. beim Kaiser, hohes Ansehen genoß. Dieser geistig für alles offene Gelehrte, der für Verbindungen zu den westeuropäischen Universitäten eintrat und sich mit engstirnigen, allzu konservativ denkenden Professoren seiner Universität anlegte, lehnte das neue Weltbild ab!

Dörffel war aber so sehr Mathematiker, daß er aus Gründen der „mathematischen Bequemlichkeit“ nicht zögerte, nach Keplers Vorbild die Sonne als Bewegungszentrum für Planeten und Kometen zu akzeptieren, ein Umstand der im Prinzip nicht mit einer stillstehenden Erde verträglich war. Es spricht für Dörffel, daß er aus dieser Zweigleisigkeit herauszukommen versuchte. Er fand den scheinbaren Kompromiß in Tycho Brahes Weltsystem: Die Planeten umlaufen die Sonne, aber die Sonne mit den Planeten bewegt sich um die Erde.

Dörffel war ein Gelehrter der Frühaufklärung: Seine Werke sind größtenteils in Deutsch verfaßt. Lateinischen Zitaten in seinem Hauptwerk folgt die deutsche Übersetzung. Dörffel kannte keine Furcht vor Kometen. In seiner Bewältigung dieses für ihn faszinierenden Phänomens mischen sich naturwissenschaftliche mit theologischen Argumenten. Für ihn sind Kometen „Wundergeschöpfe, bei denen man die Finger Gottes merkt“, sie sind aber keine Schreckensboten im Sinne der Kometenfurcht seiner Zeit. Obwohl völlig im Bezugssystem der christlichen Theologie stehend, dürfte Dörffel in den Predigten, die mit Kometen im Zusammenhang standen, beruhigend auf seine verängstigten Zuhörer eingewirkt haben. Auch hierin war er Aufklärer.

In seiner Forderung nach genauen Messungen, aus denen allein Schlüsse auf die Bahnform der Kometen gezogen werden können, in seiner strikten Ablehnung der Kometenvorstellung des Aristoteles sowie seiner Kritik an den „faulen Mönchen“, die lieber Aristoteles wiedergaben, als eigene genaue Beobachtungen anzustellen, und in seiner profunden Literaturkenntnis – Dörffel kannte die Werke von Regiomontan bis Hevelius gut – kommt unzweifelhaft der Naturforscher zum Vorschein, der innerhalb seiner eng gezogenen Grenzen dem neuen Denken über Kometen den Weg bereiten hilft, ohne in der Weltbildfrage sich zu letzter Konsequenz durchringen zu können.

Er ist ein bescheidener und realistischer Forstner, der weiß, daß seine Theorie von der Parabelbahn sowohl weiterer beobachterischer, vor allem aber mathematischer Untermauerung bedarf, die aber, wie wir heute einschätzen können, ein Freizeitforscher, ein Amateurastronom, angesichts seiner starken beruflichen Beanspruchung gar nicht erbringen konnte.

Dörffel hatte keine Verbindungen zu den führenden Astronomen seiner Zeit, zu Cassini, Huygens, Römer, Flamsteed, Halley und natürlich auch Newton, der übrigens im selben Jahr wie Dörffel das Licht der Welt erblickte. Er kannte auch die neusten Schriften dieser Gelehrten nicht. Seine wissenschaftlichen Kontakte, soweit sie bekannt sind, bestanden nur zu Weigel in Jena und später zu Gottfried Kirch und Johann Abraham Ihle in Leipzig. Angesichts dieser Arbeitsbedingungen und seiner außergewöhnlich harten Lebensumstände hat er in seinem kurzen Leben von 45 Jahren neben seiner zeitaufwendigen und mit vielen Querelen in Plauen wie in Weida belasteten beruflichen Tätigkeit ein geradezu unglaubliches Pensum an wissenschaftlicher Arbeit bewältigt, das ihn bis an die Lösung des Problems der Kometenbahnen heranführte. Man kann sich vorstellen was ein Dörffel für die Astronomie bedeutet hätte, wenn er mit den Möglichkeiten der großen Astronomen seiner Zeit ausgestattet gewesen wäre.

Die Astronomen unter Dörffels Nachfahren im 18. Jh. waren sich der Größe seiner Leistung wohl bewußt und ließen sich dabei auch nicht durch die gewaltige Ausstrahlung der „Principia“ Newtons irritieren. In bedeutenden bibliographischen und Übersichtswerken des 18. Jh., in denen über Kometen berichtet wird, finden wir

Dörfels Entdeckung vermerkt. Pingré findet in seiner „Cométographie“ von 1783 bewundernde Worte für ihn, ebenso Lalande in seiner „Astronomie“. Dörfels Priorität im Wissen um die Parabelform der Kometenbahnen wird klar anerkannt. In Johann Hieronymus Schröters „Sele-notopographischen Fragmeten“ von 1791 finden sich aber bereits Hinweise, daß Dörfels Leistung in Vergessenheit zu geraten drohte. Um ihn zu ehren und gleichzeitig auf ihn aufmerksam zu machen, benannte Schröter vier ihm am äußersten Mondrand der Südpolgegend aufgefallene Berge nach Dörfel und kommentierte diese Benennung mit der folgenden Fußnote: „Dieser nicht allgemein bekannte Astronom, . . . , gab im Jahre 1681 eine Abhandlung heraus, und machte damit zugleich 6 Jahre früher als Newton die Entdeckung bekannt, daß die Kometen sich in Parabeln bewegen und daß die Sonne im Brennpunkt dieser Parabeln liege.“

Verfolgen wir abschließend die Geschichte dieser „Dörfel-Berge“, die man heute auf keiner modernen Mondkarte mehr verzeichnet findet. Wegen der schwierigen Beobachtungsbedingungen und der unsicheren Erfassung des Reliefs am Mondrand (man blickt ja streifend in die Landschaft hinein!), ist es nämlich nicht mehr möglich, Schröters Dörfel-Berge eindeutig zu identifizieren. Versuche dazu wurden im Zusammenhang mit den Dörflehrungen in diesem Jahr unternommen, z. B. von Elvira Pfitzner in Karl-Marx-Stadt. Sie stellen sicher, daß es durchaus prominente Berge in der besagten Gegend des Mondrandes gibt, die mit dem einen oder dem anderen der vier Schröterschen Berge übereinstimmen könnten, aber eben nur könnten. Eine völlig sichere Zuordnung ist, wie gesagt, nicht möglich. Dazu ist auch Schröters Zeichnung viel zu qualitativ. Wegen dieser Situation hat die 1973 gegründete Arbeitsgruppe für Planetensystemnomenklatur der Internationalen Astronomischen Union empfohlen, die „Montes Doerffel“ aus der Liste der verbindlichen Namen der Mondnomenklatur zu streichen. Damit aber dem großen Forscher kein Unrecht geschieht, wurde auf der 17. IAU-Generalversammlung in Montreal (1979) beschlossen, einen größeren Krater auf der Mondrückseite mit den Koordinaten $69,1^{\circ}\text{S}$, $107,9^{\circ}\text{W}$, der bis an jenen Mondrand der Vorderseite heranreicht, an dem Schröter die Dörfel-Berge gesehen hat, nach dem Plauener bzw. Weidaer Forscher zu benennen (vgl. AuR

26 (1988) 4, S. 114). Damit soll allerdings nicht gesagt werden, daß etwa die Spitzen der Wallkrone des Kraters Doerffel wirklich jene Gipfel sind, die Schröter als Dörfel-Berge von der Vorderseite aus gesehen hat. Wie dem auch sei: Jede heutige Mondkarte legt Zeugnis davon ab, daß die moderne Astronomie jenen vor genau 300 Jahren verstorbenen Wegbereiter der neuzeitlichen Kometenforschung, Georg Samuel Dörfel, kennt und schätzt. Es ist mir eine besondere Freude, daß nunmehr auch an der Stätte seines einstigen Wirkens die in der Zwischenzeit verblaßte Erinnerung an diesen großen Menschen und bedeutenden Forscher wieder lebendig geworden ist und gepflegt wird.

Literatur: Dorschner, J.: R. Möller: Georg Samuel Dörfel – ein fast vergessener Astronom des 17. Jh. *Sterne* **59** (1983) 259. Dort s. weitere Literatur. – Hamel, J.: Die Kometen im Weltbild der Antike und des Mittelalters. *Sterne* **60** (1984) 347–356. – Hamel, J.: Gottfried Kirch und die Kometentheorie des 17. Jahrhunderts. In: Vorträge und Schriften, Nr. 66. Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow 1987, 1987, S. 11–27. – Mädler, J. H. v.: Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neueste Zeit. Braunschweig 1873. – Pfitzner, E.: Georg Samuel Dörfel und der große Komet von 1680/81. *Sterne* **59** (1983) 270–279. – dies.: Georg Samuel Dörfel. *Astr. u. Raumf.* **26** (1988) 4, S. 114. – Tammann, G. A.; Ph. Véron: Halley's Komet. Birkhäuser Verlag Basel 1985.

★

Wiederverwendbare Raumgleiter

H.-D. NAUMANN

Mit dem erfolgreichen Erstflug der sowjetischen Raumfähre BURAN am 15. 11. 1988 wurde nach dem amerikanischen SPACE SHUTTLE das zweite wiederverwendbare Raumtransportsystem zum Einsatz gebracht. Während Grundphilosophie und Leistungsbereich beider Systeme weitgehend identisch sind, unterscheiden sie sich in Konzeption und Einsatzzielstellung:

- Die sowjetische Raumfähre ist Nutzlast eines eigenständigen, auch anderweitig einsetzbaren Schwerlast-Trägersystems, während die amerikanische Fähre Komponente eines integrierten Transport- und Orbitalsystems ist, das nur im Zusammenwirken einsetzbar ist, keine der Komponenten separat oder mit anderer Zweckbestimmung.
- Die sowjetische Fähre gestattet auto-

Tabelle 1: Daten der sowjetischen Raumfähre BURAN

Länge	36 m
Höhe	16 m
Spannweite	24 m
Fläche der Tragflächen	250 m ²
Rumpfdurchmesser	5,6 m
Länge des Nutzlastraumes	18,3 m
Durchmesser des Nutzlastraumes	4,7 m
Startmasse	100 ... 110 t
Landemasse	82 t
Nutzlast Erde-Erde	30 ... 40 t
Kabinenvolumen	70 m ³
Besatzung	2 ... 4
Passagiere	6 ... 8
Einsatzdauer	7 ... 30 Tage

matischen, teilautomatischen und manuell gesteuerten Flug, während die amerikanische nur manuell gesteuert einsetzbar ist. Auch im BURAN findet damit die sowjetische Strategie des Anteils und der Rolle automatischer Systeme bei bemannten Missionen ihre Fortsetzung.

Unterschiede hinsichtlich des Einsatzes und der Zweckbestimmung beider Fähren sind nicht in ihrer Konzeption zu sehen, sondern in der Strategie und dem Weg der bemannten Raumfahrtprogramme beider Staaten überhaupt. Während BURAN im MIR-Komplex ein definitives Ziel im Kosmos hat und zu einem Zeitpunkt zum Einsatz kommt, da der weitere Ausbau von Raumstationen und die anzustrebende höhere Effektivität ihrer Nutzung für bestimmte Transportaufgaben ein Transportsystem dieser Art nahelegt oder erfordert, wurde die amerikanische Fähre nicht in ein langfristiges Programm eingebettet entwickelt und bildet für rund 1,5 Jahrzehnte seit ihrem Erstflug alleinigen Träger eines bemannten Raumflugprogramms mit stark eingeschränkten Möglichkeiten, ehe eine kosmische Basis in Form einer Raumstation verfügbar sein wird. Damit erscheint an dieser Stelle schon eine erste, vielleicht trivial anmutende, in Abetracht der aus Anlaß des Erststarts des amerikanischen SPACE SHUTTLE entfachten Euphorie aber notwendige Feststellung gerechtfertigt:

Raumfahrt sind Transportsysteme, sie sind keine Orbitalkomplexe, die alternativ zu Raumstationen stehen. Im Rahmen des angestrebten Langzeitbetriebes ständig bemannter Raumstationen sind sie letztlich Mittel zum Zweck, bilden gleichsam das Dienstleistungsunternehmen für das „kosmische Haus“.

Während ferner der sowjetische BURAN mit dem Ziel zum Einsatz kommt, ein vorhandenes

Spektrum von Raumtransportsystemen um ein weiteres zu ergänzen und damit die Möglichkeiten des Raumtransports entsprechend künftigen Erfordernissen zu erweitern, wurde der USA-Shuttle mit dem Ziel entwickelt und eingegesetzt, allein alle künftigen Raumtransportaufgaben zu bewältigen und das eingesetzte und weiter einsatzfähige Spektrum der USA-Trägerraketen abzulösen. Diese falsche und nach zwei Jahrzehnten praktischer Raumfahrt aus heutiger Sicht unbegreiflicherweise gefällte Entscheidung der USA mußte zwangsläufig in die Sackgasse führen, nicht nur für die bemannte Raumfahrt der USA, sondern gleichermaßen auch die unbemannte. So ist der Ersteinsatz der ersten wiederverdienbaren Raumfähre in den USA fast symbolhaft verbunden mit der bisher vielleicht größten und unverständlichssten Fehlplanung in der Entwicklung der Raumfahrt überhaupt, während BURAN für wohlbedachte Kontinuität und nüchterne Überlegungen spricht, soweit solche die Risiken und Unsicherheiten des „Unternehmens Weltraum“, besonders bei der Einführung neuer Techniken derartiger Dimensionen überhaupt zulassen.

Raumfahrt einer ersten Generation

BURAN und der SPACE SHUTTLE weisen eine Reihe von Gemeinsamkeiten auf. Nachbau- und Kopieunterstellungen sind allerdings fehl am Platz. Vielmehr erinnert die äußerliche Ähnlichkeit wieder einmal daran, daß gleiche Problemstellungen auf einer bestimmten Entwicklungsstufe von Wissenschaft und Technik zu vergleichbaren Lösungen führen, sollen diese optimal sein. Und das gilt im High-Tech-Bereich mehr als anderswo. Um es „abgemagert“ zu sagen, gerichtet vor allem an jene, die derartige Kopiepolemiken in die Diskussion brachten: Eine Raumfähre in Doppeldeckerausführung war nicht zu erwarten. Die Grundmerkmale der damit heute verfügbaren und sich in Entwicklung befindlichen Raumfahrt sind:

- Vertikalstart und Horizontallandung,
- Anwendung konventioneller Träger- und Antriebskonzepte,
- Start als Rückenlast, bei kleineren Fähren auch Spitzennutzlast eines konventionellen Trägersystems,

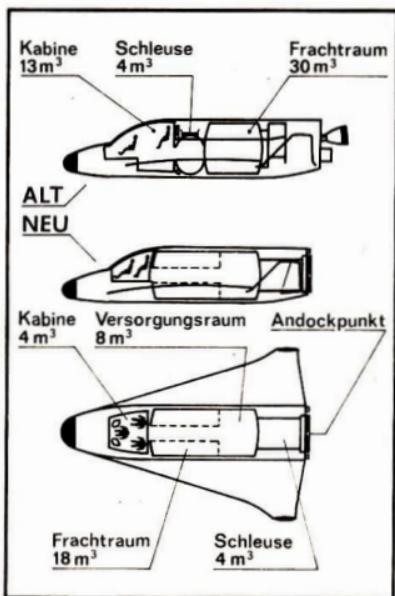


Abb. 1: Konzept der westeuropäischen Raumfahre HERMES im Vergleich „alt“ zu „neu“.

- Nicht aktiv beeinflußbare Gleitlandung,
- Wiederverwendbarkeit nach Regeneration von Verschleißkomponenten.

Diese Charakteristika sind Grundmerkmale der ersten Generation wiederverwendbarer Raumfahrzeuge, deren Startsysteme selbst nicht oder nur teilweise wiederverwendbar sind. Ihr Einsatz erfolgt nicht alternativ zu konventionellen Träger- und Transportsystemen, sondern das verfügbare Sortiment ergänzend. Dabei ist zu beachten, daß der Raumtransport – dem terrestrischen in dieser Hinsicht durchaus vergleichbar – ein breites Spektrum differenzierter Aufgaben umfaßt, die sowohl aus technischen als auch ökonomischen Gründen unterschiedliche Träger- und Transportsysteme nahelegen und erfordern. Es wird auch für die nächsten Jahrzehnte unökonomisch sein, kleinere Satelliten mit Raumfahrzeuge zu starten. Und es wird unzweckmäßig sein, in diesem Fall in den Transportprozeß den Menschen direkt einzubeziehen, da hierzu keine Notwendigkeit besteht. Raumfahrt ist und bleibt risikobehaftet

und erfordert vor allem auch deshalb eine optimale Konzeption als Gesamtsystem. Raumfahrzeuge schaffen vor allem die Möglichkeit, schwere Nutzlasten aus dem Weltall zwecks Wartung, Neuinstrumentierung und Wiederverwendung zurück zu holen. Hierin liegt ihre eigentliche Novität gegenüber bisherigen Transportmitteln. Sie schaffen ferner günstigere Bedingungen für den Mannschaftstransport zu Raumstationen und zurück (geringere Belastungen, höhere Bewegungsfreiheit) und erlauben größere Flexibilität und Operativität bei Operationen und Montageprozessen im All.

Neben der UdSSR und den USA werden im Verlaufe des nächsten Jahrzehnts weitere Staaten und Gemeinschaften Raumfahrzeuge der ersten Generation zum Einsatz bringen.

Weitere Raumfahrtprojekte der ersten Generation

Projekt HERMES (ESA)

Beim Projekt HERMES handelt es sich um eine von Frankreich in die Zukunftsplanungen der westeuropäischen Raumfahrtgemeinschaft ESA eingebrachten Vorschlag für ein teilweise wiederverwendbares Raumtransportsystem für be mannte und unbemannte Unternehmen. Studien wurden bei der französischen Weltraumbehörde CNES 1977 begonnen. HERMES wurde vor allem aus dem Bemühen heraus geboren, zunehmende Unabhängigkeit von amerikanischer Transporttechnik zu erlangen und damit den aus der bestehenden Abhängigkeit abgeleiteten vorbehaltlosen Bedingungen der USA Paroli bieten zu können, selbstverständlich ebenso aus Gründen der Sicherung eigener Marktanteile am Wirtschaftsfaktor Raumfahrt.

Das HERMES-Konzept beruht im Prinzip auf konventionellen Technologien der Raumfahrt- und Raketentechnik. Jedoch werden modernste Forschungsergebnisse zahlreicher Disziplinen genutzt, vor allem auch um extreme Sicherheits- und Zuverlässigkeitswerte zu erreichen. Das betrifft sowohl den Einsatz von Werkstoffen und Bordcomputern mit künstlicher Intelligenz als auch die aerodynamische Konzeption, die optimale Flugeigenschaften vom Unter- bis zum Hyperschallbereich gewährleisten soll. Für die Zelle kommen Titan- und Alu-Legierungen zum Einsatz, für den Hitzeschutz Karbon-Keramik-Verbundwerkstoffe.

Das Konzept von HERMES unterlag zwischenzeitlich allerdings (teils gravierenden) „Abmagerungen“. Beibehalten wurden die Deltaform und das konzeptionelle Grundanliegen (Abb. 1). Ursprünglich waren 17 m Länge, 5 m Höhe und 10 m Spannweite kalkuliert. Das Startgewicht sollte 18,6 t ausmachen. Eine 26 m³ große Druckkabine war für bis zu 6 Raumflieger vorgesehen. Die Nutzlastbucht hatte rund 36 m³ Volumen bei etwa 3 m Höhe und Breite und 4 m Länge. Für die Lageregelung waren 16 Steuertriebwerke mit je 2 N Schub vorgesehen. Ferner verfügte er über 2 Hecktriebwerke mit je 20 kN Schub. Sie dienten als Drittstufe beim Start nach der Trennung vom eigentlichen Trägersystem in etwa 170 km Höhe, für Bahnmanöver sowie die Einleitung des Rückkehrmanövers.

Als unbemannter Transporter sollte HERMES bis zu 15 t Nutzlast in eine 400 km hohe Bahn, 11,5 t in eine sonnensynchrone 800-km-Bahn oder 8 t auf eine geostationäre Übergangsbahn bringen. Bei bemannten Flügen mit bis zu 6 Raumfliegern waren einen Monat währende Missionen bei autarken Flügen und bis zu drei Monaten in Verbindung mit einer Raumstation möglich.

HERMES startet senkrecht an der Spitze der sich ebenfalls in Entwicklung befindlichen ARIANE 5. Start und Landung erfolgen in Kourou, wo eine neue Startplattform ELA 3 errichtet wird. Ausweichlandplätze werden in Europa, Afrika und Südamerika vorgesehen.

Dieses anspruchsvolle und relativ flexible HERMES-Konzept wurde allerdings wesentlich abgerüstet (vgl. Tab. 2). Grund dafür war u. a. die eingeplante Rettungsversion, die als Folge der Challenger-Katastrophe vorgesehen wurde. Die neue Druckkabine bietet nur für drei Raumflieger Platz und ist im Katastrophenfall abtrennbar. Die weiche Landung erfolgt in diesem Fall an einem Fallschirmsystem. Weggefalten ist das Haupttriebwerk von HERMES, was sowohl polare Missionen ausschließt als auch die angestrebten Manövriermöglichkeiten des Gleiters wesentlich einschränkt. Damit wird insbesondere auch der Einsatz für Wartungszwecke polarer Satelliten eingeschränkt. Die Manövriertiefe von HERMES ist damit etwa der des SOJUS-Raumschiffes vergleichbar. Generell neu gestaltet ist der Frachtraum, der keine aufklappbaren Flügel mehr besitzt. Stattdessen befinden sich am Heck Schleuse und Andocksystem für den Transfer

von Versorgungsgütern zur Raumstation. Der Frachtraum von etwa 30 m³ Volumen bietet Platz für 18 m³ Nutzlast. 8 m³ dienen nunmehr für Schlaf- und Waschraum sowie Versorgungseinrichtungen. Der Einbau des Sicherheitssystems hat damit vor allem Einschränkungen der Einsatzvarianz bedingt.

Projekte HIMES und RASP (Japan)

In Japan werden seit etwa 1980 Studien auf institutioneller Ebene für einen unbemannten wiederwendbaren Raumtransporter unter der Projektbezeichnung HIMES (Highly Maneuverable Experimental Space Vehicle) durchgeführt. Bisher gibt es jedoch hierzu keine offiziellen Realisierungsbeschlüsse oder -erklärungen. HIMES ist als Höhenforschungs-Flugkörper konzipiert, der senkrecht startet und im Gleitflug horizontal landet. Die Flugsteuerung erfolgt durch einen Autopiloten, die Landung mit Hilfe eines Mikrowellen-Instrumentenlandesystems. Der Gleiter soll 500 kg Nutzlast in 300 km Höhe transportieren können, wo – gegebenenfalls unter Einbeziehung eigener Triebwerksmanöver – eine Verweilzeit von bis zu 50 s für Höhenforschungszwecke und Probeentnahmen erreicht wird. Bisherige Entwürfe sehen einen 14,1 t schweren deltaförmigen Flugkörper mit 13,7 m Rumpflänge und 9,25 m Flügelspannweite vor, der über zwei Haupttriebwerke verfügt. Der Rumpf enthält die Treibstoffbehälter (H₂ und O₂) sowie einen 3,8 m³ großen Frachtraum, in dem ein Standardcontainer für die Instrumentennutzlast untergebracht ist. Der Frachtraum kann auf dem Bahngepäck sowie teilweise für den Gleitflug geöffnet werden. Außer den Haupttriebwerken verfügt HIMES über je zwei Einkomponenten-Lage- und Manövriertriebwerke. Mit einem verkleinerten Modul von etwa 2 m Länge und 85 kg Masse wurden im Juni 1985 von Hubschraubern als Gleitlandeversuche über dem Japanischen Meer durchgeführt.

Unabhängig davon, ob dieses Projekt zur Realisierung gelangt oder nicht, kann eingeschätzt werden, daß damit bereits wesentliche technische und technologische Vorleistungen für einen wiederwendbaren bemannten Raumgleiter erbracht wurden. Anfang 1987 gab Japans Raumfahrtbehörde NASDA bekannt, daß sie bis spätestens Ende der 90er Jahre unter der Projektbezeichnung RASP einen eigenen bemannten Raumgleiter zum Einsatz bringen will. Mit dem

Bau soll 1990 begonnen werden. Obwohl technische Details noch nicht vorliegen, kann aus der veröffentlichten Projektskizze geschlossen werden, daß konzeptionell RASP und HERMES weitgehende Analogien aufweisen. Auch RASP startet an der Spitze der sich in Entwicklung befindlichen H-2-Trägerrakete, die im selben Leistungsbereich wie die ARIANE V liegt und dieser auch konstruktiv weitgehend gleicht. Ein bereits bekanntgegebenes bemerkenswertes Detail von RASP ist die Tatsache, daß der Gleiter kein herkömmliches Seitenleitwerk am Heck besitzt, sondern zwei an den Spitzen der Deltaflügel, die beim Landevorgang ausgefahren werden.

Weitere Projekte

Absichtserklärungen der VR China, nach 2000 einen wiederverwendbaren Raumgleiter einzusetzen, sind derzeit kaum bewertbar, ebenso der seit langen diskutierte amerikanische „Zweimann – Mini – Shuttle“ für ausnahmslos militärische Zwecke. Inzwischen sind auch aus den USA erste Studien zur neuen Shuttle-Version bekannt, die die heutige nach deren physikalischem Verschleiß etwa um 2010 ablösen soll. Obwohl Details noch nicht festliegen, erscheint bemerkenswert, daß die vorgelegten Studien auf konventionellen Technologien und Antriebssystemen aufbauen und als Zwischenlösung zu einem voll verwendbaren „Weltraumflugzeug“ ähnlich HOTOL oder SÄNGER angesehen werden. Interessant erscheinen einige Daten, in deren Rahmen sich Projektstudien bewegen: Besetzungen 2 ... 5 Mann, Nutzlasten 10 ... 18 t.

Bewertung von HERMES und RASP

Einige Anmerkungen sind noch zur Bewertung und Einordnung der Entwicklungen in Westeuropa und Japan notwendig, die zweifellos unter anderem Vorzeichen stehen als in der UdSSR (und teilweise auch den USA). Die Flüge des amerikanischen Space Shuttle haben verdeutlicht, welchen Beschränkungen ein nur auf einem Raumtransportsystem aufbauendes bemanntes Raumfahrtprogramm unterliegt. Die Entwicklung der bemannten Raumfahrt zielt in Richtung einer ständigen Präsenz des Menschen im All auf der Basis großer, modularer Raumstationen. Zur Zeit der Indienststellung von HERMES und RASP werden solche Raumstationen im 200t-Bereich Realität sein, möglicherweise sogar

darüber. HERMES und RASP werden deshalb den Beteiligten nur dann zum angestrebten Beitrag und Anteil in der bemannten Raumfahrt verhelfen, wenn gleichzeitig das Anflugziel im All vorhanden ist. Deshalb entstehen parallel bei der ESA und in Japan eigene Raumstationsmodule COLUMBUS und JEM, die zum Betrieb an der geplanten amerikanischen Raumstation vorgesehen sind. Damit aber führt die mit den Raumgleiterprojekten angestrebte Unabhängigkeit von den USA in der Transporttechnik zu einem neuen Abhängigkeitsverhältnis im Orbitkomplex. Die USA lassen schon heute keine Zweifel daran, daß sie diese neue Vormundschaftsbasis in gewohnter Weise voll auszufahren gedenken, wenngleich mit dem erfolgten Vertragsabschluß zwischen den Partnern über einen vorerst akzeptierten Weg Einigung erfolgte. Sowohl die ESA als auch Japan ließen keinen Zweifel darüber, daß sie mit ihren Konzepten gegebenenfalls auch einen eigenen Weg zu gehen beabsichtigen. HERMES, RASP, COLUMBUS und JEM bilden hierzu durchaus eine Basis, die allerdings durch Aktivitäten in anderen Bereichen, so der Bodenkontroll- und Flugführungs-technik, erweitert werden muß. Es ist kaum zu bezweifeln, daß diese Staaten in der Lage sind, die erforderliche Basis zu schaffen.

Raumfahrenprojekte der zweiten Generation

Schon vor Jahrzehnten wurden Ideen für horizontal startende Raumtransportsysteme geäußert. Als erster war es F. A. Zander, der bereits in den 20er Jahren das Projekt eines „Raketenflugzeuges“ entwarf. Legendar wurde der Vorschlag E. Sängers aus dem Jahr 1943 für einen „Antipoden-Bomber“ zur Bombardierung New Yorks, also durchaus keine friedlichen Raumflugabsichten. 1975 legten sowjetische Wissenschaftler ihre Projektstudie ALBATROS vor und auch die USA entwarfen eine Reihe von Raketenflugzeugen, deren praktische Erprobung durchweg zum Projektabbruch führte. Durch die Fortschritte der Raketen- und Luftfahrttechnik (und vieler sie tragender technischer Disziplinen) erscheint heute die Einschätzung gerechtfertigt, daß das vorhandene technologische Know-how und die in den nächsten 2 ... 3 Jahrzehnten erwartete Entwicklung die Voraussetzungen bieten werden, Raumtransportsysteme derartiger Konzepte in etwa diesem Zeitraum technisch zur Ein-

Tabelle 2: Technische Daten der drei westeuropäischen Projekte

	Hermes/Ariane 5	Sänger/Horus	HOTOL
Dimensionen:			
- Start	42 m hoch	90 m lang, 50 m breit	60 m lang, 20 m breit
- im Orbit	15 m lang, 10 m breit	31 m lang, 14 m breit	60 m lang, 20 m breit
- Frachtraum	18 m ³	5 x 4,5 m	15 x 5 m
Leistungskenndaten:			
- Startmasse	ca. 600 t	330/93 t	230 t
- Orbitmasse	21 t	26 t (?)	60 t (?)
- Nutzlast	3 t	4 t	8 t
- Flugrate	alle 4 Monate	alle 2 Wochen (?)	alle 2 Wochen
- Flughöhe	400 km	300-400 km	300 km
Entwicklung:			
- erste Studien	1983	1986	1984
- Phase A	1987	1989 (?)	1989 (?)
- erster Test	1993/94	2001	1998
- erster Einsatz	1995/96	2005	nach 2000

satzreife führen zu können, was heute den Beginn entsprechender Studien erfordert. Unter diesem Gesichtspunkt sind die 1986 von England und der BRD vorgelegten Projektvorschläge HOTOL und SÄNGER 2 sowie das 1987 vorgeschlagene französische Projekt (und zur Zeit nicht näher bekannte Arbeitsstände in der UdSSR und den USA) zu sehen, die seitdem ebenso umstritten wie teils euphorisch diskutiert wurden.

Merkmale dieser zweiten Generation sind:

- Horizontalstart und -landung,
- Einsatz neuartiger Antriebskonzepte,
- Volle Wiederverwendbarkeit des Gesamtsystems,
- Höherer Grad der aktiven Beeinflussbarkeit des Landevorganges.

Sie stellen damit eine (zeitlich versetzte, nicht zeitgleiche) Alternative zu heutigen Raumfahrten dar und sind als diese ablösende Variante zu betrachten. Allein die Nutzlasten aber zeigen (vgl. Tab. 2), daß auch diese zweite Generation kon-

ventionelle Trägersysteme, dann in weiterentwickelten Versionen, nicht ablösen wird. Das betrifft vor allem den Schwerlasttransport.

HOTOL (Großbritannien)

HOTOL ist die Abkürzung für Horizontal Take - Off and Landing (Satellite Launcher) horizontal startender und landender Satellitentransporter (Abb. 2). Das ursprünglich nur für unbemannte Starts vorgeschlagene Transportsystem ist einstufig und ähnelt äußerlich einem Überschallverkehrsflugzeug CONCORDE. Der Start erfolgt aus einem lasergesteuerten Laufschlitten heraus. Die Startgeschwindigkeit beträgt 540 km/h, der Steigungswinkel 24°. Die Beschleunigung beträgt beim Start maximal 1,15 g, die Landung erfolgt mit 320 km/h auf beliebigen Flughafenpisten. Wesentliche Grundlage des Projektvorschlags ist ein Hybridantrieb, der bis in etwa 30 km Höhe mit luftstatmenden Stufen arbeitet und erst dann auf Raketenantrieb mit bordeigenen Treibstoffkomponenten umschaltet.

Abb. 2: Modell des Projektes HOTOL.



Abb. 3: Modell für die Raumfahrt SÄNGER 2.



Das ursprünglich nur für unbemannte Flüge konzipierte System soll auch für bemannte Flüge nutzbar sein, indem im Laderaum eine hermetische Geräteeinheit für Raumflieger untergebracht wird.

SÄNGER 2 (BRD)

Im Gegensatz zu HOTOL ist SÄNGER 2 (Abb. 3) ein zweistufiges System. Die erste, einem Überschall-Jumbo-Jet äußerlich ähnliche Stufe trägt die zweite als eigentlichen Orbiter, die Ähnlichkeiten mit HERMES oder RASP aufweist, auf etwa 30 km Höhe, von wo aus dieser mit eigenen Triebwerken in die Umlaufbahn fliegt. Die Erststufe wird voll wiederverwendbar konzipiert und landet horizontal. Für die Zweitstufe ist ein voll wiederverwendbarer Gleiter HORUS (Hypersonic Orbital Return Upper Stage) für bemannte Flüge oder auch ein nicht wiederverwendbarer unbemannter Nutzlasttransporter (Cargus vorgesehen).

Wie beim HOTOL-Konzept spielt auch hier das Antriebssystem der Erststufe eine entscheidende Rolle, wofür ebenfalls luftatmende Stufen im Gespräch sind. CARGUS soll etwa 4 t Nutzlast in eine 400 km hohe Bahn bringen können, HORUS bis zu 10 Raumflieger und 2 t Nutzlast zu einer Raumstation. Damit sind mit diesem System Versorgungsleistungen für Raumstationen und Besatzungswechsel möglich, nicht aber der Aufbau großer eigenständiger Raumstationen, denn für 100 t Masse wären formell 25 Flüge notwendig (ob jeweils 4 t Segmente den Aufbau überhaupt ermöglichen, soll hier nicht näher diskutiert werden). Ein ENERGIJA-Start dürfte zu diesem Zeitpunkt wenigstens 200 t auf die Waage bringen. Es sei angefügt, daß die hier zitierten Zahlenangaben Grobvorstellungen einer Vorstudienphase sind und nur zur Verdeutlichung von Dimensionen dienen können, nicht als endgültige Konstruktionswerte.

Schlußbemerkung

Wiederverwendbare Raumfahrzeuge werden künftig für den Raumtransport eine zunehmende Rolle spielen, besonders in der bemannten Raumfahrt und hier für die Nachversorgung und den Besatzungs- und Modulwechsel beim Betrieb ständig bemannter, großer Orbitalkomplexe. Für die UdSSR geht es dabei um eine harmonische Weiterentwicklung ihrer Raumtransporttechnik

im Rahmen ihres kosmischen Systemkonzepts. Drittänder und -gemeinschaften beabsichtigen, mit der Eigenentwicklung wiederverwendbarer Raumfahrzeuge auf der Basis eigenständiger Transportsysteme in die bemannte Raumfahrt einzusteigen. Ihre Möglichkeiten und Konzepte räumen dabei auch durchaus eigenständige, wenn auch begrenzte Wege ein. Optimal ist das Einbringen ihrer Potenzen in internationale Kooperationsvorhaben.

Wiederverwendbare Raumfahrzeuge werden in einer ersten Generation bis über das Jahr 2000 hinaus noch auf konventionellen Technologien und Antriebssystemen aufbauen. Erst in etwa 2 Jahrzehnten ist mit der Einsatzreihe einer neuen Generation mit neuen Starttechniken und Antriebssystemen zu rechnen. Keine dieser Raumfahrtgenerationen wird jedoch die konventionelle Trägerrakete als Transportmittel der Raumfahrt generell ablösen.

*

30 Jahre NASA

Höhen und Tiefen der US-Raumfahrtbehörde

ARNO FELLENBERG

Die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA (National Aeronautics and Space Administration) beginnt am 1. Oktober 1988 ihr dreißigjähriges Bestehen. 30 Jahre, die gekennzeichnet sind von Erfolgen und Rückschlägen, einem Zick-Zack-Kurs in der langfristigen Konzeption und von stetigem Gerangel um finanzielle Mittel. Die Gründung der NASA am 1. Oktober 1958 geht direkt auf den sog. „Sputnikschlag“ in den USA zurück. Die sowjetischen Erfolge des Jahres 1957 schreckten die Amerikaner in ihrer nahezu grenzenlosen Selbstsicherheit auf. Dabei waren die markanten Daten der 26. August, als die UdSSR die erste Interkontinentalrakete der Welt erfolgreich testete, der 4. Oktober mit dem Start des Sputniks und schließlich der 3. November, als der Halbtonnensatellit Sputnik 2 mit der Hündin Laika die Erde umkreiste. Diese Zeit war in den USA geprägt von einer Reihe Mißerfolge in Technologie und Management. Die Explosion der Vanguard-Rakete am 6. Dezember 1957, die von einer Vielzahl kon-

kurrierender Firmen „zusammengebastelt“ war, vor den Augen der amerikanischen Bevölkerung, traf die Nation in ihrem tiefsten Selbstverständnis, die „Nummer 1“ in der Welt zu sein!

Die breite Öffentlichkeit in den USA forderte nun Taten. US-Verteidigungsminister McElroy forderte die nach dem Kriegsende in die USA gebrachten deutschen Raketenexperten auf, mit dem ihnen zur Verfügung stehenden Potential, schnellstmöglich den ersten USA-Satelliten in den Weltraum zu bringen. Unter Leitung Werner von Brauns gelang es, am 1. Februar 1958 Explorer 1 zu starten. Die Anfangserfolge konnten nicht darüber hinweg täuschen, daß den USA ein langfristiges Raumfahrtkonzept fehlte.

Am 5. März 1958 genehmigte Präsident Dwight D. Eisenhower die Gründung des National Space Establishment. Der Kongreß brachte hierzu 29 Gesetzesvorschläge ein, von denen nur einer genehmigt wurde und als National Aeronautics and Space Act Gesetzeskraft erlangte. Am 29. Juli 1958 unterzeichnete Eisenhower das Gesetz zur Schaffung der NASA (damals noch: National Aeronautics and Space Agency) als nationale Raumfahrtbehörde der US-Regierung. Hauptaufgabe war die Koordinierung aller zivilen Raumfahrtaktivitäten der USA. Dem Verteidigungsministerium (DoD) verblieb das gesamte militärische Programm im Weltraum. DoD durfte zwar nicht bei zivilen Projekten in Konkurrenz zur NASA treten, benutzte jedoch in wachsendem Maße die NASA und deren Einrichtungen für seine Zwecke.

Die NASA entstand zu dieser Zeit aus der bereits 1915 durch den Kongreß eingerichteten NACA (National Advisory Committee for Aeronautics). Bis zum 2. Weltkrieg hatte diese Einrichtung kaum Bedeutung, wurde dann aber für die Entwicklung fortgeschrittenen militärischen Flugzeuge immer wichtiger.

1946 hatte die NACA 6.800 Mitarbeiter und ein Jahresbudget von 40 Mill. Dollar. Bei der Gründung der NASA (1958) wurden 8.000 Beschäftigte und alle Laboranlagen der NACA übernommen.

Tabelle 1: Die wichtigsten Teilbereiche der NASA

NASA-Bereich	Aufgaben
NASA-Hauptquartier Washington/DC	Koordinierung, Verwaltung, Planung und administrative Aufgaben
Johnson Space Center Houston/Texas	Planung, Entwicklung, Erprobung von bemannten Raumfahrzeugen und Durchführung und Leitung bemannter Raumflüge sowie Auswahl und Training von Astronauten
Kennedy Space Center Cap Canaveral Florida	Startgelände für Großraketen und Raumfahnen (1946 in Betracht gezogen, 1947 vorgeschlagen, 11. 5. 49 von Präsident Truman bestätigt, 1. 5. 50 Baubeginn, 24. 7. 50 erster Start einer „Bumper-Wac“-Rakete)
Marshall Space Flight Center Huntsville/Alabama	Entwicklung großer Trägersysteme, der Rendezvous-technik, Konzeptionierung des Shuttle-Systems, Zukunftsprojekte (1960 bis 1970 unter Leitung W. v. Brauns)
Goddard Space Flight Center Greenbelt Maryland	Entwicklung von wissenschaftlichen und Anwendungssatelliten; Bahnverfolgungsnetz für Raumflugkörper und bemannte Flüge (Deep Space Network mit optischer und funktechnischer Satellitenbeobachtung auf allen Kontinenten und auf Schiffen, von Fairbanks in Alaska bis Comodoro Rivadavia in Süd-Argentinien, Hawaii über die gesamten USA, Westeuropa, die Kanarischen Inseln, Tananarive auf Madagaskar, Naini Tal in Indien, Mitaka in Japan, Guam bis zu mehreren Stationen in Australien)
Lewis Research Center Cleveland/Ohio	Entwicklung von Antriebssystemen, Antriebstechnologie und Werkstoffentwicklung
Langley Research Center Hampton Virginia	Theoretische und experimentelle Flugmechanik, Werkstofftechnologie, Instrumentierung von Raumflugkörpern, Feststoffraketen-technologie
National Space Technology Laboratories New Orleans Mississippi	Triebwerksentwicklung und Erprobung, besonders innerhalb des Shuttle-Programms
Flight Research Center Edwards/Californien	Test von bemannten Raketenflugzeugen (X 15) und Raumfahnen, Überschallflugflorschung, Flugverhalten von Raumflugkörpern und Sonden, Raumfahrtmedizin und -biologie
Ames Research Center Moffett Fields Californien	Grundlagenforschung, Überschallflugtechnik, Entwicklung von Raumsonden und Satelliten, wissenschaftliche Instrumentierungen
Jet Propulsion Laboratory Pasadena/Californien	Entwicklung und Ausrüstung von Mond- und Planetensonden, deren Steuerung und Bahnverfolgung sowie Datenerfassung und -auswertung
Western Test Range Vandenberg/Californien	Startanlage für Raumflugkörper großer (polarer) Bahnneigung
Wallops Island Station Wallops Island	Startgelände für Forschungsraketen und kleine, auch internationale Satelliten

Hinweise für Autoren

Um die Arbeit der Redaktion bei der Bearbeitung der eingereichten Manuskripte zu unterstützen, bitten wir die Autoren, die nachfolgenden Hinweise zu beachten.

Anforderungen an das Manuskript

Manuskripte bitten wir in Maschinenschrift (zweizeilig, 60 Anschläge pro Zeile) in doppelter Ausfertigung einzureichen. Die Seiten sollen (mit Bleistift) fortlaufend nummeriert sein.

Manuskripte größerer Umfangs (maximal 10 Seiten) sollten Zwischenüberschriften besitzen. Hervorhebungen bestimmter Textstellen, wie **Sperr-**, **Fett-** oder **Kursivdruck** sind zu kennzeichnen (nur in Blei). Im Text auftretende Formeln und Zeichen müssen den richtigen Stand haben.

Beispiel:

$$F = k \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (1)$$

Wird im Text auf Formeln Bezug genommen, sind diese fortlaufend zu nummerieren und in Klammern () hinter die betreffende Gleichung zu setzen. Symbole sind nach der Formel zu erläutern. Handschriftlich eingefügte Symbole sind am Rande unverwechselbar auszuzeichnen. Ebenso sind im Text auftretende Größen, die kursiv gesetzt werden sollen, blau zu unterstreichen und am Rand zu wiederholen. Schriftzeichen eines anderen Alphabets werden im Text rot unterstrichen, am Rande wiederholt und erklärt.

Abkürzungen sind nach Vorschrift des Dudens zulässig. Diejenigen für Organisationen usw., die nicht allgemein bekannt sind, müssen hinter der Abkürzung in Klammern im vollen Wortlaut gegeben werden.

Fußnoten oder Anmerkungen sind am Ende des Aufsatzes fortlaufend nummeriert auf einem gesonderten Blatt dem Manuskript anzufügen.

Computerdrucke sind in mühelos lesbaren Schriftgröße einzureichen.

Literaturangaben

Quellenangaben stehen am Ende des Satzes, in dem auf sie Bezug genommen bzw. daraus zitiert wurde u. zw. mit arabischen Ziffern in eckigen Klammern. Bei Zitaten ist die Seitenangabe notwendig. Beispiel: ([1] 22).

Das Verzeichnis der benutzten bzw. weiterführenden Literatur ist gesondert am Ende des Beitrages mitzuliefern. Zu benutzen ist die letzte Auflage der Quelle. Literatur ist nach folgenden Mustern aufzuführen.

- [1] Herrmann, D. B.: Kosmische Weiten. J. A. Barth, Leipzig 1977. – [2] Schmid, W., W. Borsdorf: Sphärische Trigonometrie, Bd. 2. Bergakademie Freiberg 1959. – [3] Sigmund, K.: Die fotografische Beobachtung der Planeten. In: AuR 10 (1972) 3; 75.

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen und Tabellen sind fortlaufend nummeriert dem Manuskript als Anlagen beizufügen. Im Manuskript ist am Rand die Stellen zu kennzeichnen, an der die Abbildung bzw. Tabelle stehen soll. Bildunterschriften sind auf gesondertem Blatt (evtl. mit Quellenangabe) beizufügen, sie dürfen nicht auf den Abbildungsvorlagen aufgetragen sein.

Strichzeichnungen sind als Vorlage für den Zeichner (mit Beschriftung) einzureichen.

Fotos sollen scharfe und kontrastreiche Hochglanzabzüge sein (Format: mindestens 9x12 cm², maximal 18x24 cm²). Bei Fotos, aus denen nicht eindeutig die richtige Lage erkennbar ist, muß auf der Rückseite angegeben sein, welcher Rand „oben“ ist (oder Himmelsrichtungen angeben).

Sonstige Angaben

Nach dem Titel des Beitrages sind nur Vor- und Familienname anzugeben. (Berichterstatter geben ihren Namen am Schluß des Beitrags an.) Auf gesondertem Blatt erbitten wir die vollen Namen, Anschrift, Titel, akadem. Grade des Autors und die Angabe der Bankverbindung. Sonderdrucke können nicht angefertigt werden. Für Autoren größerer Beiträge geben wir (gegen Heftpreis) bis zu 25 Expl. des Heftes ab, in dem der Beitrag erscheint.

Manuskripte sind grundsätzlich an den Redaktionssitz einzureichen.

Suche für Telementor 2 Montierung T, motor. Antrieb. – Anke Hamann, K.-Koltwitz-Str. 35, Leipzig, 7010.

Suche Refl. mit Obj. = 100 mm; Kalender für Sternfreunde von 1979–1983 und 1985–1988; Prismeneinsatz, 4 mm-Okular. – Uwe Boordmann, Post Rostock 22, Fach 215, Elmenhorst, 2520.

Fortsetzung von Seite 48

Am 1. Oktober 1958 „befördert“ der amerikanische Kongreß die NASA von einer Dienststelle zu einer offiziellen Regierungsbehörde mit der seither verbindlichen Bezeichnung (s. o.). Dieses Datum gilt nun offiziell als Arbeitsaufnahme der US-Raumfahrtbehörde.

Der NASA-Administrator wird vom USA-Präsidenten berufen und ist vom Kongreß zu bestätigen.

Tabelle 2: Die bisherigen NASA-Administratoren und ihre wichtigsten Arbeiten

1958–1961	Keith Glennan	Aufbau der NASA und Koordinierung der Aufgaben
1961–1969	James Webb	Planung und Durchführung des Apollo-Programms, „Vater der Mondlandung“
1969–1971	Thomas O. Paine	Planung des Nach-Apollo-Programms
1971–1977	James C. Fletcher	Einführung der Shuttle-Technologie und Ende der Entwicklung konventioneller Trägersysteme
1977–1981	Robert A. Frosch	Inbetriebnahme des STS (Space Shuttle)-Systems
1981–1985	James A. Beggs	Hoch-Zeit der Shuttle-Flüge und Vermarktung der NASA-Technologie
1985–1986	William R. Graham	Nach wenigen Wochen Arbeit, Rücktritt nach der Challenger-Katastrophe
seit 1986	James C. Fletcher	Präsident Reagan berief ihn als „alten Hasen“ zur Neurichtung und Neu-Organisierung der NASA und des NASA-Managements

Obwohl die „Luftfahrt“ noch im Namen der NASA enthalten ist, ging deren Bedeutung für die Arbeit der Behörde immer mehr zurück. Lediglich die recht erfolgreichen Arbeiten mit dem Forschungsflugzeug „X 15“ brachten diesen Bereich nochmals in die Schlagzeilen. Die Vorschläge der verantwortlichen Mitarbeiter, die X 15 zu einer bemannten Raumfähre auszubauen scheiterten jedoch daran, daß die USA unbedingt den ersten bemannten Raumflug ausführen wollten und dazu eine kleine „Wegwerf“-Raumkapsel (Mercury) projektierten, die den einzigen Vorteil hatte, relativ schnell zur Verfügung zu stehen und mit vorhandenen Trägern zu starten war.

Der Kongreß ordnete an, daß das Team um W. v. Braun, das bis dahin der Armee unterstand, in die NASA integriert wurde. Schließlich verzichteten Armee und Marine auf eigene

Raumfahrtprojekte und nur die Luftwaffe betrieb Raumfahrt in zunehmend größerem Umfang. Mitte der sechziger Jahre plante die USAF (Unitet States Air Force) sogar den Einsatz eigener kleiner Raumstationen (MOL) zur Erdebeobachtung für militärische Zwecke. Heute ist ihre Raumfahrtabteilung mit dem „Weltraumoberkommando“ größer als die NASA!

In einem Gespräch drängte der NASA-Chef am 22. März 1961 den USA-Präsidenten Kennedy dazu, den angestrebten Mondflugtermin von 1975 auf 1969/70 vorzuverlegen. Obwohl die dafür notwendigen Trägersysteme noch nicht einmal vollständig auf dem Papier vorlagen, gab auch W. v. Braun diesem Plan „eine faire Chance“. Mit Kennedys „Apollo-Rede“ am 25. Mai 1961 sollte nun auch für die NASA der große Aufwind kommen.

Alle Anstrengungen der Nation wurden darauf gerichtet, bis zum Ende der Dekade (vor 1970) einen Menschen zum Mond und wieder zurück zu bringen. Vorrangig erwartete man sich in den führenden Kreisen der USA hiervon einen Prestigegegn, umkreiste doch sechs Wochen vor dieser Rede Juri Gagarin als erster Erdenbürger unseres Planeten. Kennedy räumte dem Apollo-Programm höchste Priorität ein. So wurde das NASA-Budget für das Rechnungsjahr 1962 von ursprünglich vorgesehenen 1,1 Mrd. Dollar auf 1,77 Mrd. Dollar aufgestockt.

Tabelle 3: Entwicklung des NASA-Etats, Auswahl

Jahr	Mrd.	Dollar	Jahr	Mrd.	Dollar
1961	0,926	(0,794)	1981	5,736	(7,4)
1962	1,77		1982	6,7	(8,4)
1966	5,27		1983	6,772	(9,0)
1967	5,012		1984	7,1	(10,0)
1971	3,886		1985	7,5	(12,6)
1972	3,4		1986	7,652	(13,5)
1977	3,696		1987	7,69	
1978	4,064		1988	9,481	
1979	4,340		1989	11,0	(beant-
1980	4,424	(6,3)			tragt)

Die Zahlen in Klammern geben den offiziellen Etat des Verteidigungsministeriums (DoD) für Raumfahrt an.

Am 28. November 1961 wurde das Apollo-Saturn Konzept endgültig festgelegt.

In den folgenden Jahren konnte die NASA in der bemannten Raumfahrt erste Erfolge verbuchen. Im Mercury-Programm umkreisten vier Astronauten die Erde und bei zehn Gemini-Flügen wurde das Problem des Rendezvous und der

Kopplung von Raumflugkörpern gelöst sowie zahlreiche Erfahrungen bei Außenbordarbeiten gewonnen.

Die Tragödie vom 27. Januar 1967, als bei einem Bodentest in der Raumkapsel Apollo 1 drei Astronauten verbrannten stellte den bis dahin härtesten Rückschlag für die US-Raumfahrtbehörde dar, den sie jedoch ebenso nahezu ohne Blessuren überstand, wie die Beinahe-Katastrophe mit Apollo 13.

Nach dem Start der ersten Saturn-5 Mondrakete zu einem Testflug am 9. November 1967 ging es mit dem Mondflugprogramm steil aufwärts. Der raketentechnische Vorsprung der UdSSR galt nun erst einmal als gebrochen.

Unbemannte Mondsonden funkteten ihre Daten vom Mond und bemannte Apollo-Kapseln umkreisten die Erde und den Mond. Ihren brillantesten Erfolg konnte die NASA schließlich am 20. Juli 1969 verbuchen, als die Mondfähre Adler mit den Astronauten Armstrong und Aldrin im Meer der Ruhe auf dem Mond aufsetzte.

Es folgten weitere Mondlandungen, die Exkursionen auf unserem Trabanten wurden immer ausgedehnter. Eine Fülle wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde gewonnen und Mondgestein in großem Umfang zur Erde gebracht.

Das Interesse der Öffentlichkeit jedoch sank und die NASA sollte in eine Krise geraten. Das schon 1966 von der Raumfahrtbehörde vorgeschlagene Apollo-Nachfolgeprogramm verwarf der Kongreß, der auch drei der fest geplanten Mondlandungen strich. Die Mittel waren wieder rar, da die Aggression gegen das sozialistische Vietnam Unsummen verschlang. Der NASA blieb nichts anderes übrig, als zu improvisieren und aus Teilen des stark gekürzten Apollo-Programms die Nach-Apollo-Lücke zu schließen. So wurde aus einer umgebauten dritten Stufe der Saturn-5-Mondrakete die bislang einzige experimentelle Raumstation der USA: Skylab.

Mit der Inbetriebnahme der zunächst durch verschiedene Defekte nahezu unbrauchbaren Station und der Abwicklung des vollen Programms durch drei Mannschaften in den Jahren 1973/74 zeigten die Wissenschaftler und Techniker der NASA, wozu sie auch unter eingeengten Bedingungen in der Lage waren.

Ein weiterer Höhepunkt der langen Durststrecke nach den Mondlandungen sollte 1975 im Apollo-Sojus-Programm liegen. Erstmals koppelten ein amerikanisches und ein sowjetisches Raumschiff

Tabelle 4: Kosten der bemannten NASA-Programme (vor der Einführung des Shuttle)

Mercury	0,393 Mrd. Dollar
Gemini	1,283 Mrd. Dollar
Apollo	25.000 Mrd. Dollar
Skylab	2.600 Mrd. Dollar
ASTP	0,250 Mrd. Dollar

im All. Damit sollte für die USA die Zeit „konventioneller“ Raumkapseln vorüber sein.

Nicht zu vergessen sind aber auch die hervorragenden Leistungen der NASA bei der unbemannten Erkundung der Planeten.

Mariner, Pioneer, Viking und Voyager sind Beispiele für einzigartiges Bild- und Datenmaterial von den Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus mit all ihren fremdartigen Mondsystemen; Neptun ist schon in Reichweite! Einen Sprung in der Raumfahrttechnologie sollte die Einführung des Space Shuttle-Systems darstellen.

Bereits 1968 prüfte die NASA verschiedene Konzepte eines wiederverwendbaren Raumgleiters als Pendelverkehr zu einer großen Raumstation. Die Entwicklung des Shuttle-Systems führte jedoch zu einer sechsjährigen Pause im bemannten Raumfahrtprogramm der USA.

Am 12. April 1981, auf den Tag genau 20 Jahre nach Gagarin, hob erstmals ein Space Shuttle vom Raumfahrtzentrum Cape Canaveral ab und landete nach 2 Tagen wie ein Flugzeug in der Moyawewüste in Californien.

Im Verlauf der 24 erfolgreichen Shuttleflüge konnten beeindruckende Leistungen, bis hin zur Satellitenreparatur im All, vollbracht werden. Eine Flotte von vier Raumschiffen stand der NASA zur Verfügung, um ein ehrgeiziges Startprogramm zu absolvieren.

Die Explosion der Challenger, aber noch viel mehr die Ergebnisse der Untersuchungen der Umstände, die zu dieser bisher größten Katastrophe in der bemannten Raumfahrt führten, bei der am 28. Januar 1986 sieben Astronauten ihr Leben lassen mußten, stürzten die NASA in eine neue tiefe Krise, von der sie sich bis heute nicht völlig erholt hat. Der hervorragende Ruf der NASA in der Öffentlichkeit war mit einem Schlag verspielt, als bekannt wurde, daß es in der Raumfahrtbehörde mehr Neben- und Gegeneinander als Zusammenarbeit gab, mehr Desorganisation als Effektivität, daß Sicherheit geopfert wurde, um ehrgeizige Flugpläne durchzusetzen und ernste Warnungen gewissenlos in

den Wind geschlagen worden waren. Gewichtige Kritik kam nun auch von der Gruppe der Astronauten, allen voran vom Senior des Astronautenkorps John Young.

Nicht nur die Führungsspitze der NASA blieb auf der Strecke, sondern auch das langfristige Konzept, auf klassische Raketen völlig zu verzichten. Die wichtigsten Veränderungen, die aus dem Untersuchungsbericht der Challengerkatastrophe resultierten sind:

- Neuordnung des NASA-Managements
- Erweitertes Mitspracherecht der Astronauten
- Technische Veränderungen am Shuttle-System und in den Modalitäten der Startplanung
- Wiedereinführung eines effektiven Sicherheitskontrollgremiums (wie es zur Apollo-Zeit bestand!)
- Verzicht auf „Privatisierung“ des Shuttle-Bodenservices
- Weitgehender Verzicht auf kommerzielle Nutzlasten beim Shuttle
- Weiternutzung klassischer Trägerraketen

Gerade der letzte Punkt bedeutet eine Kehrtwendung im Konzept der US-Weltraumbehörde. So waren im Budgetplan 1988 bereits wieder 30 Mill. Dollar für Forschungen im Bereich konventioneller Träger veranschlagt.

Nach der neuesten Richtlinie, die Präsident Reagan im Februar 1988 verkündete, soll die kommerzielle Raumfahrt zukünftig weitestgehend von Privatgesellschaften abgewickelt werden, wobei die NASA ihre Starteinrichtungen und den dazugehörigen Service bereitstellen soll.

Die große neue Herausforderung für die NASA nach der Neuaufnahme der Shuttle-Flüge wird im Bau der großen Raumstation (etwa bis 1996) liegen. Dieses Projekt, soweit es wenigstens in Teilen realisiert werden kann, wird die Arbeiten der NASA bis weit in das nächste Jahrhundert bestimmen.

Eines Tages könnte auf dem Programm der amerikanischen Raumfahrtbehörde aber auch ein gemeinsamer bemannter Flug zum Mars mit der Sowjetunion und einer internationale Mondbasis stehen.

Lit.: Astronomie und Raumfahrt Jg. 1965/1987. – Fliegerrevue Jg. 1967/1987. – Astronautika Jg. 1970/1987. – Letectví + kosmonautika Jg. 1973/1987. – SKRZYDŁATA POLSKA Jg. 1979/1987. – Lexikon der Raumfahrt 1975/1981. – NASA-GPO 1976 0-578-758. – NASA-KSC-TWA 810. – Wallops Station News 12/78 – 1/79. – NASA-Facts JSC 04264. – Flugrevue 10/83; 12/86.

Die Ebertsche Regel

EMIL JAVORKA

Ende des vergangenen Jahrhunderts erkannte H. Ebert eine gesetzmäßige Abhängigkeit zwischen der Tiefe und dem Durchmesser von Mondkratern. Die Ebertsche Regel besagt, daß das Verhältnis von Kratertiefe h zum Kraterrundmesser D bei größer werdender Kraterausdehnung abnimmt.

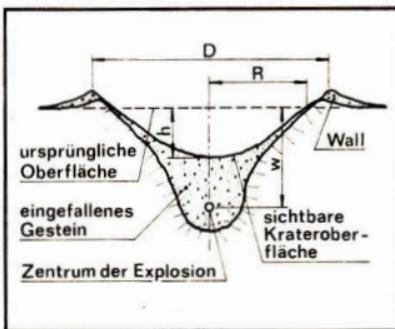
Beispiele:

Kratername	km	$h:D$
Reinhold	45	1:18
Tycho	87	1:20
Copernicus	90	1:27
Ptolemaeus	160	1:60
Clavius	230	1:90

Um die Ursachen für diese Erscheinung näher zu untersuchen, kann man Erkenntnisse nutzen, die bei Sprengarbeiten auf der Erde gewonnen wurden sind. Die Entstehung von Meteoriteinschlagkratern und künstlichen Kratern durch Sprengung sind ähnlich. In beiden Fällen geht es um plötzlich heftig freierwerdende Energie auf engstem Raum. Die Form eines künstlich erzeugten Kraters hängt von der Tiefe ab, in der eine Sprengladung bestimmter Menge gezündet wird. Abb. 1 zeigt einen Kraterquerschnitt, das Verhältnis von Tiefe zu Durchmesser ($h:D$) ist nach Ebert durch die sichtbaren Ausdehnungen des Kraters bestimmt. Dagegen hat sich auf der Erde bei Sprengungen eine sogenannte charakteristische Größe des Kraters n bewährt.

$n = \frac{R}{w}$ (nach Abb. 1 R – Kraterradius; w – Tiefe, in die die Sprengladung eingebracht wird)

Abb. 1



Die größte Wirkung wird bei $n = 1$ ($w = R$) erreicht. Der Kegel, in dem das Gestein zertrümmt wurde, schließt einen rechten Winkel ein, und sein Volumen erreicht ein Maximum. Das ausgeworfene Material wird nur in die nähere Umgebung des Kraters geschleudert.

Ein Meteorit explodiert natürlich den Aufschlagsbedingungen entsprechend in verschiedenen Tiefen, was durch eine Sprengladung gleicher Menge in verschiedenen Tiefen simuliert werden könnte.

a) Sprengung direkt an der Oberfläche.

Der größte Teil der Energie geht in die Atmosphäre, und es bildet sich durch Eindrücken der Gesteinsoberfläche ein kleiner Krater mit vernachlässigbaren Wällen.

b) Explosion dicht unter der Oberfläche, $n > 1$
Der Krater entsteht teils durch Eindrücken, teils durch Zerstörung und Auswurf von Gestein. Wegen der überschüssigen Energie wird das zertrümmerte Material größtenteils weit vom Krater weggeschleudert. Dieser kegelförmige Krater mit kleinen Wällen ist typisch für eine überdimensionierte Sprengladung.

c) Sprengung in optimaler Tiefe, $n = 1$

Das Kratervolumen erreicht ein Maximum, die Wirkung der Sprengladung ist optimal. Ein Teil des Gesteins fällt zurück in die Kratergrube, der andere Teil wird in die nähere Umgebung geschleudert, so daß sichtbare Wälle entstehen. Den Kraterboden bildet das eingedrückte Gestein.

d) Explosion in großer Tiefe $n < 1$

Da die Sprengladung in Bezug auf die Gesteinsmenge unterdimensioniert ist, wird nur ein kleiner Teil des zertrümmerten Gesteins so herausgeschleudert, daß er einen Wall bilden kann. Der größere Teil fällt in den Krater zurück. Es entsteht ein flacher Krater mit ebenem Boden.

e) Sprengung in sehr großen Tiefen $n \ll 1$

Zunächst entsteht durch die Explosion ein Hohlräum, in Abhängigkeit vom Gesteinsmaterial kann dieser durch den Druck der darüberliegenden Gesteinsmassen einstürzen, und es bildet sich ein kleiner Krater ohne Wälle, oder der Hohlräum bleibt über sehr lange Zeit erhalten. Bis in welche Tiefen Meteoriten eindringen, hängt von vielen Faktoren ab, wie zum Beispiel Einfallsinkel, Geschwindigkeit, Dichte, Form und Größe des Meteoriten, natürlich aber auch vom Gesteinsmaterial, in das er eindringt.

Es ist wahrscheinlich, daß Meteoriten mit zuneh-

mender Größe immer tiefer eindringen, da die widerstandsleistende Fläche mit dem Quadrat des Körperlängsdurchmessers, die Masse des Meteoriten aber sogar mit der dritten Potenz des Körperlängsdurchmessers wächst. Somit wächst die Masse pro Flächeneinheit proportional zur Körperlänge. Ein doppelt so großer Körper hat die doppelte Masse pro Flächeneinheit und müßte deshalb auch zweimal so tief ins Gestein eindringen. Es müßte also alle vorhin beschriebenen Kratertypen in den verschiedensten Größen geben. Beobachtet man den Mond, stellt man fest, daß dem nicht so ist. Während kleine Krater meist dem Typ der überdimensionierten Sprengladung ähneln, entsprechen die großen Krater unterdimensionierten Sprengungen.

Kleine Meteorite, die natürlich beim Einschlag auch nur kleine Krater hinterlassen, haben noch einen großen Überschuss an freierwender Energie, so daß sie praktisch das gesamte zertrümmerte Material in große Entfernung weggeschleudern. Bei großen Meteoriten ist es umgekehrt. Es muß also noch einen weiteren Faktor geben, der in entscheidendem Maße die anderen Effekte überlagert.

Man muß hier wieder die Erfahrungen nutzen, die bei Sprengungen auf der Erde gewonnen wurden. Henrych (Dynamika výbuchu, Academia 1973) verweist auf eine halbempirische Formel von Pokrovsky:

$$W = (k_2 w^2 + k_3 w^3 + k_4 w^4) \cdot \left(\frac{1 + n^2}{2} \right)^2 \text{ kg}$$

die für $0 < w < \infty$ und $0,7 < n < 20$ gilt

W ist die Menge des Sprengstoffs (in kg), k_2 , k_3 und k_4 sind empirische Koeffizienten (w und n behalten ihre Bedeutung).

Wählen wir $n = 1$, wird der zweite Klammerausdruck eins. Nach Henrych kann $k_2 \cdot w^2$ für $w > 2 \text{ m}$ vernachlässigt werden. Somit gilt:

$$W = k_3 w^3 + k_4 w^4$$

Der Koeffizient k_3 liegt zwischen 0,9 und $2,55 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$ (meist 1,5 – 2,0) und $k_4 = 0,026 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-4}$ entsprechend den Eigenschaften des Gesteins. Der erste Summand ($k_3 w^3$) verkörpert die notwendige Menge Sprengstoff zur Zerstörung des Gesteins in Abhängigkeit vom Kratervolumen, welches proportional w^3 ist. Der zweite Summand ($k_4 w^4$) erklärt den Gravitationseinfluß im Prozeß der Krater-

entstehung. Die vierte Potenz erscheint hier, da ein bestimmtes Volumen ($\sim w^3$) vertikal abhängig von der Tiefe ($\sim w$) aus dem Gesteinsrelief geschleudert werden muß. Da $k_3 \gg k_4$, ist bei kleinen Kratern (w klein) der erste Summand bestimmt, erst mit wachsenden Ausmaßen gewinnt der zweite Summand durch das schnellere Wachstum von w^4 gegenüber von w^3 an Bedeutung und wird für große Krater sogar entscheidend. Dann ist für den Auswurf des Materials mehr Energie erforderlich als für die Zerstörung des Gesteins. Man kann das leicht an einem konkreten Fall durchrechnen.

$k_3 = 1,5$, $k_4 = 0,004$ (Mond hat nur ein sechstel der Erdanziehung)

Krater mit 40 m Durchmesser ($w = 20$ m)

$$W = 1,5 \cdot 20^3 + 0,004 \cdot 20^4 = 12.640 \text{ kg}$$

Tabelle 1: Kenndaten der Eta-Aquariiden und Orioniden (nach [2])

	Eta-Aquariiden	Orioniden
Radiant Rekt.	335 6	94 4
Dekl.	- 1° 9'	+ 15° 8'
Aktivität Beginn	April 21	Oktober 02
Ende	Mai 12	November 07
Maximum	Mai 04	Oktober 21
Maximale ZHR	ca. 60	ca. 30
Populationsindex	2,3	2,86
Geschwindigkeit bei Eintritt in die Erdatmosphäre	66,8 km/s	68 ± 0,4 km/s
Aufleuchthöhe	115,6 km	117,0 km

Aus den vorhergegangenen Ausführungen ist bekannt, daß ein doppelt so großer Meteorit bei gleichen Bedingungen auch etwa zweimal so tief eindringen kann. Das zertrümmerte Gesteinsvolumen wird achtmal größer, aber die achtfache Energie des Meteoriten reicht nicht mehr aus, um einen Krater dieser Größe entstehen zu lassen, ähnlich wie bei einer unterdimensionierten Sprengladung. Kleine Meteoriten dagegen werden Kratergruben erzeugen, die denen von überdimensionierten Sprengladungen ähneln, wie es die Ebertsche Regel besagt. Auf Grund der vielen Faktoren, die auf den Prozeß der Kraterbildung Einfluß nehmen, wird diese Abhängigkeit stets eine große Streubreite aufweisen.

Übersetzt aus KOZMOS, Heft 3/1986 (Bratislava) durch PETER RUCKS. Gekürzte Fassung.

Amateurtätigkeit in der Erforschung der Astronomiegeschichte*

JÜRGEN HAMEL

In den vergangenen Jahren haben sich immer mehr Interessenten an den Arbeitskreis Geschichte der Astronomie mit der Frage gewandt, welche Betätigungs möglichkeiten sich hier bieten bzw. reichten Arbeiten mit der Bitte um Be gutachtung ein. Dieser deutliche Trend ist sicherlich nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit größeren gesellschaftlichen Entwicklungen zu sehen. Seit Ende der 70er Jahre ist ein gestiegenes Interesse an der Geschichte zu vermerken. Nicht nostalgische Rückschau ist ihr Wesen, sondern Betrachtung der eigenen Vergangenheit, um die Gegenwart besser verstehen und künftige gesellschaftliche Entwicklungen aus einem breiteren historischen Rahmen erkennen zu können. In diese Zusammenhänge ist auch die Intensivierung astronomiehistorischer Aktivitäten nicht nur durch die wenigen Professionellen unseres Landes, sondern ebenso durch die Mitglieder des Kulturbundes zu sehen, die sich diesem Gebiet neben ihrer beruflichen Tätigkeit mit oft erstaunlicher Intensität und gelegentlich überraschenden Ergebnissen widmen.

Der Geschichtsprozeß, wie ihn der Mensch als Resultat seiner schöpferischen Tätigkeit hervorbringt, ist für sich natürlich unteilbar. Alle Äußerungen, sei es in Form ökonomischer, politischer, sozialer Strukturen, auf dem Gebiet der Wissenschaft, der Kunst, der Ideologien, der Religion ... hängen eng zusammen und sind z. T. voneinander nicht zu trennen.

Hinsichtlich der Tragweite historischer Ereignisse kennzeichnen wir bestimmte Ebenen des Geschichtsprozesses: Weltgeschichte, Nationalgeschichte, Territorialgeschichte, Lokalgeschichte. Es muß aber betont werden, daß hierin keine Abstufung im Sinne von bedeutend – unbedeutend liegt. Denn es ist klar, daß der weltgeschichtliche Prozeß nicht nur aus den Taten „großer Männer“ verstanden werden kann, sondern neben den Werken der „Großen“ genauso aus der Tätigkeit vieler, oft nur lokal bekannter Gelehrter resultiert. O. Warburg faßte dies in das Bild des Vergleichs der Wissenschaft mit der Er-

richtung einer Kathedrale: „Ihr Bau erfolgt durch wenige Architekten und viele Handwerker“. Niemand möchte wohl bestreiten, daß Handwerker einen genauso unverzichtbaren Beitrag zum Gebäude leisten wie die Architekten, auch wenn ihr individueller Anteil geringer ist.

Greifen wir ein auf unser Thema übertragenes Beispiel heraus: Nachdem aus guten Gründen in der Antike die Überzeugung herrschte, Kometen seien Erscheinungen der Erdatmosphäre, gelang es Tycho Brahe 1577 erstmals zu zeigen, daß Kometen sich in den Planetensphären bewegen. Johannes Kepler schloß sich dem an, ebenso Johannes Hevelius u. a. Doch auf welchem Wege setzten sich diese Erkenntnisse allgemein durch? Wer las die umfangreichen und teuren Werke der „Großen“, etwa Hevelius' Prachtausgaben? Das Verdienst, die neuen Erkenntnisse verbreitet zu haben, gebührt Wissenschaftlern, die in keiner Weltgeschichte jemals die Chance haben genannt zu werden und doch ihren unverzichtbaren Beitrag zur Geschichte leisteten. Z. B. Johannes Caesar aus Halle/S., der 1653 deutlich auseinandersetzte, daß Kometen Himmelskörper sind, die mit irdischem Dampf nichts zu tun haben und nur während ihres Laufes gelegentlich der Erde nahe kommen. Ähnlich urteilte bereits Peter Crüger aus Wittenberg um 1625. Kein Nachschlagewerk verzeichnet sie, dennoch ist ihr Verdienst unbestreitbar.

Und gehen wir bei diesem Thema weiter: Die Fragestellung nach einer Bahn der Kometen auf Grundlage von Kegelschnitten hat Georg Samuel Dörffel auf die Tagesordnung gesetzt. Ein „Großer“ der Weltgeschichte? Ja, aber nur durch eine Leistung. Wäre er nicht auf diesen wegweisenden Gedanken gekommen, niemand würde heute von ihm sprechen.

Oder ein anderes Beispiel: Um 1600 gab es eine ganze Reihe von Kalenderautoren, die regen Gebrauch von den copernicanischen Planetentafeln machten. Grundlage waren die in Wittenberg entstandenen „Preußischen Tafeln“ von Erasmus Reinhold, geboren in Saalfeld. Von ihnen seien nur genannt: Tobias Moller aus Crimmitschau, Matthias Zeysius in Frankfurt/O. und Bartholomäus Scultetus aus Görlitz.

Nun nehme ich nicht an, daß diese Gelehrten echte Anhänger des Copernicus waren, sie nutzten sicherlich nur die heliozentrischen Planetendaten als rein mathematische Fakten. Dennoch waren es auch diese Männer, die das Problem-

bewußtsein der Notwendigkeit einer Reform der Astronomie, auf welchem Wege auch immer, in sich trugen und mit ihren Schriften weitergaben. Sie halfen dann auch ein „geistiges Klima“ zu schaffen, das Neuerungen mehr und mehr aufgeschlossen war.

Und es sei die Frage gestellt: Wie bekannt ist in Saalfeld E. Reinhold, der mit seinen auf Copernicus beruhenden Tafeln eine erhebliche Rolle in der Geschichte des copernicanischen Systems spielte; was weiß man in Crimmitschau von T. Moller, in Frankfurt von M. Zeysius, in Görlitz von B. Scultetus?

Besonders in Städten und Gemeinden, die nicht zu den kulturellen Ballungsbereichen gehören, wäre es wichtig, solche Mosaiksteinchen der Geschichte zu kennen. Nicht zum Zwecke nostalgischer Verklärung, sondern um sie zu nutzen, die Gegenwart farbenfroher, interessanter, abwechslungsreicher zu machen; um ein Gefühl der Verbundenheit der Menschen mit ihrer Stadt, mit ihrem Territorium zu schaffen. Gerade dies ist eines der Anliegen, das der kulturpolitischen Aufgabenstellung des Kulturbundes entspricht. Die wenigen Beispiele sollten nur andeuten, worum es grundsätzlich geht.

Welche konkreten Empfehlungen für eine Betätigung im AK Geschichte der Astronomie können gegeben werden? Es lassen sich aus der Astronomiegeschichte sehr viele interessante Themen ableiten – doch bevor man dem Reiz der Problemstellung unterliegt, sollte das Ziel der Arbeit klar sein und ebenso der Weg dorthin.

Natürlich ist für jeden Interessenten an der Astronomiegeschichte wichtig, sich wenigstens einen Überblick über die gesamte Geschichte zu verschaffen, ebenso Grundkenntnisse der Astronomie zu besitzen. Doch wird es Ausnahmen geben, denn vielfach wenden sich z. B. Heimatforscher astronomiehistorischen Themen zu, die sich zwar in den Grundzügen der historischen Arbeit auskennen, kaum aber in der Astronomiegeschichte.

Wenn von der Zielstellung der Beschäftigung mit der Astronomiegeschichte gesprochen wird, so meine ich damit nicht das einfache Informationsbedürfnis, sondern die Wahl eines Themas, das man schöpferisch, mit einem Zuwachs an wissenschaftlichen Kenntnissen bearbeitet.

Gerade die Themenwahl entscheidet grundlegend über den späteren Erfolg. Man sollte zu Beginn kritisch die eigenen Fähigkeiten einschätzen.

zen. Damit sind sowohl die Allgemeinbildung als auch Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Astronomie, Mathematik, Geschichte, Philosophie, Heimatgeschichte, Sprachkenntnisse, Lesefähigkeit alter Schriften und auch die zur Verfügung stehende Zeit, Möglichkeiten der Arbeit in Bibliotheken und Archiven ... angesprochen.

Dies berücksichtigend werden rasch einige Themen ausgeschlossen ein. Es dürfte z. B. kaum Sinn haben, sich „klassischen“ Themen zuzuwenden, an denen professionelle Historiker z. T. seit vielen Jahren arbeiten. Ebenso kann nicht empfohlen werden, sich mit Problemen zu befassen, die in starkem Maße physikalische, mathematische, philosophische oder spezifische Sprachkenntnisse ... erfordern, wenn man nicht eine entsprechende Ausbildung durchlaufen hat. Aber genau so wie man sagt, daß jedes Fernrohr „seinen Himmel“ hat, darf festgestellt werden, daß jeder ernsthafte Interessent seine Fragestellung an die Geschichte finden kann.

Die vorrangige Forschungslücke, die der Amateurhistoriker ausfüllen kann, liegt in der Lokal- und Territorialgeschichte. Dem Amateur kommt es hierbei entgegen, daß die Zahl der professionellen Historiker außerordentlich klein ist (auch international) und insofern nur eine geringe Zahl von Themen bearbeitet werden kann. Es liegt im Geschick des Amateurs, in dieser Lücke sein Thema zu entdecken.

Daß Themen der Lokal- und Territorialgeschichte von den professionellen Historikern vernachlässigt werden, hat nichts mit einer Unterschätzung dieses Gegenstandes zu tun, sondern liegt einmal in der Verzweigtheit der Geschichte, am Zwang der Konzentration auf Themen, die aus sehr unterschiedlichen Gründen von Amateuren nicht bearbeitet werden können. Es ist dem Professionellen zumeist nicht möglich, den vielfältigen Spuren am Ort nachzugehen, wo sie natürlich am besten zu verfolgen sind. Dennoch haben sich wohl fast alle professionellen Historiker einmal an ein solches Thema herangewagt, da es seine eigene Reize hat.

Nach vorsichtigen Schätzungen dürften mindestens 250 Astronomen oder astronomisch tätige Gelehrte zu Städten und Gemeinden des heutigen Territorium unseres Landes auf unterschiedliche Weise eine Beziehung haben. Hinzu kommen ca. 20 Universitäten, Sternwarten u. a. Institutionen. Diese Zahlen machen unmittelbar

einsichtig, daß professionelle Historiker völlig überfordert sind.

Nun konkret: Was können Amateure tun? Da wäre 1. Sammlung von biografischem Material zur Dokumentation der Lebens- und Familiengeschichte eines Astronomen; 2. die Beschäftigung mit seinem wissenschaftlichen Werk, dazu als erstes die Erarbeitung eines Verzeichnisses seiner Veröffentlichungen; 3. die Analyse der Schriften selbst, ihre Einordnung in die zeitgenössische Forschung, die Wirkung auf die Nachwelt; 4. Vorschläge zur Anbringung von Gedenktafeln, ggf. der Hinweis auf notwendige Restaurierungsarbeiten, die Pflege von Grünanlagen, Grabstätten usw.

Viele Möglichkeiten bietet die Untersuchung der Stellung der Astronomie an Universitäten u. a. Lehranstalten: Eine Zusammenstellung der Lehrkräfte mit Kurzbiografien; die Erarbeitung eines Vorlesungsverzeichnisses für alle Lehrkräfte; die Zusammenstellung ihrer Veröffentlichungen sowie deren Analyse; die Auffindung bedeutender Studenten; die Zusammenstellung astronomischer Promotionen; die Beschreibung des Baus und der Instrumente eines evtl. vorhandenen gewesenen Observatoriums usw.

Beachtlich ist die Themenvielfalt. Einfache Zusammenstellungen, z. T. Fleißarbeiten, die viel Sorgfalt erfordern, aber genauso Arbeiten, die nur mit Ideenreichtum oder speziellen Kenntnissen erledigt werden können. Es finden sich hier auch interessante Betätigungsmöglichkeiten für Schülerarbeitsgemeinschaften.

In der bisherigen Arbeit des AK Geschichte der Astronomie sind aus dem vorstehenden „Themenkatalog“ verschiedene Aufgaben gelöst worden, bzw. befinden sich in der Bearbeitung – einige Beispiele seien genannt:

Seit Jahren bemüht sich unter Leitung von E. Pfitzner eine KB-Gruppe im Raum Plauen mit Erfolg um die wissenschaftliche Untersuchung und Popularisierung des Werks von G. S. Dörfel; einen auch international beachteten Beitrag zu J. G. Palitzsch leistete auf der Grundlage umfangreicher Recherchen S. Koge; ebenfalls international vielbeachtet wird die Erforschung und Rekonstruktion des unter Denkmalschutz stehenden Sternwartenturms in Remplin durch eine Arbeitsgruppe von D. Fürst – Ziel ist die Wiederverwendung als Sternwarte nach fast 190 Jahren des Verfalls; eine noch ältere Sternwarte Mecklenburgs konnte P. Starsy in Ivenack nachwei-

sen; die Geschichte der Gothaer Astronomie widmeten sich M. Strumpf und T. Marold in mehreren wichtigen Publikationen; eine Schüler-AG unter Leitung von G. Münzel lieferte nach aufwendigen Archivarbeiten eine Materialsammlung für den weltweit ersten Lehrstuhl für Astrophysik in Leipzig, eine erneute Studie zur Geschichte der ersten Leipziger Sternwarte liegt vor; Umfangreiche Arbeit steckte L. Clausnitzer in eine Studie über E. W. L. Tempel; einen ersten Überblick zur Geschichte der Astronomie in Dresden liegt von J. Helffricht vor, Detailarbeiten sollen folgen ... Besondere Hervorhebung verdient die Tätigkeit des AK Gnomonik mit der Katalogisierung historischer Sonnenuhren, ihrer Erforschung, z. T. Restaurierung.

Noch ein Hinweis soll gegeben werden: Glaubt man sein Thema gefunden zu haben, sollte die Unterstützung und Beratung bei Fachleuten gesucht werden – und zwar schon in der Phase der Arbeitsplanung. Sie kann u. U. viele Umwege, überflüssige Materialsuche oder in die Irre gehende Versuche ersparen. Infrage kämen z. B.

Beratungsdienste in Bibliotheken, Mitarbeiter örtlicher Geschichtskommissionen und natürlich berufliche Historiker sowie, und nicht zuletzt, erfahrene Mitglieder unseres AK. Hier kann man auch Rat für eine mögliche Publikation der Arbeitsergebnisse holen.

Es sei mit folgenden Feststellungen geschlossen: 1. Die Astronomiegeschichte erweist sich als ein ergebnisträchtiges Arbeitsgebiet für Amateure, 2. der AK Geschichte der Astronomie erfüllt im Rahmen des KB eine wichtige kulturpolitische Aufgabenstellung, insbesondere bei der Erfassung und Erforschung lokaler astronomischer Traditionen und deren breitenwirksamer Populärisierung, 3. der AK gibt interessierten Bundesfreunden die Möglichkeit eines interessanten und praktisch resultatreichen Wirkens, 4. die Mitglieder leisten einen unverzichtbaren, in ihrer qualitativen Bestimmung unverwechselbaren Beitrag zur internationalen astronomiehistorischen Forschung.

*) Vortrag, den der Autor im Februar 1988 in Radebeul während der X. Tagung für Astronomie hielt.

DATA

Sonnenfinsternisse

ANDREAS DILL

Teil 1: Grundlagen

Im vorigen Beitrag unserer Serie hatte Jean Meeus ein Verfahren zur kratergenauen Berechnung von Mondfinsternissen vorgestellt. Bekanntlich sind die Daten einer Mondfinsternis unabhängig vom Beobachtungsort; jede Phase ist in gleicher Weise von allen Orten zu sehen, für die der Mond über dem Horizont steht. Die Berechnung von Sonnenfinsternissen erfordert dagegen einen höheren Aufwand, um den für jeden Punkt der Erdoberfläche anderen Verlauf zu ermitteln.

Wir werden daher in drei Teilen die Rechenverfahren vorstellen, mit deren Hilfe sich der Verlauf von Zentralzonen und der Ablauf einer Finsternis an einem gegebenen Beobachtungsort bestimmen lassen.

Die Berechnung der Umstände von Sonnenfinsternissen könnte man einfach durch Vergleich der Koordinaten und scheinbaren Durchmesser von Sonne und Mond vornehmen. Dies wäre aber ein mathematisch und geometrisch unhandliches Verfahren. Vor mehr als 150 Jahren, im Jahre 1824, führte *Friedrich Wilhelm Bessel* eine neue Theorie zur Berechnung von Sonnenfinsternissen ein. Deren Eleganz führte nicht nur zu ihrer schnellen Verbrei-

tung, selbst heute ist sie noch Grundlage von Finsternisberechnungen, die in elektronischen Rechnern durchgeführt werden. Bessels Grundidee war, die Ephemeriden von Sonne und Mond völlig auf Daten des Mondschatzens zu reduzieren. Dies sind die sogenannten *Besselschen Elemente*.

Die Besselschen Elemente

Zur Definition der Besselschen Elemente wird in Gedanken durch den Mittelpunkt der Erde eine Ebene gelegt, die rechtwinklig zur Achse des Mondschatzens orientiert ist. Diese Ebene trägt die Bezeichnung *Fundamentalebene*. Auf ihr wird ein Koordinatensystem errichtet, dessen Ursprung im Erdmittelpunkt liegt. Die x-Achse ist positiv nach Osten, die y-Achse positiv nach Norden gerichtet. Die Besselschen Elemente enthalten nun die x-y-Koordinaten der Schattenachse (des Zentrums) des Mondes, ausgedrückt in Einheiten des Aquatorradius der Erde. Die gleiche Größenheit gilt für l_1 und l_2 , die Radien von Halb- und Kernschatzen auf der Fundamentalebene. Bei l_2 , dem Kernschatzenradius, ist eine Vorzeichenregelung zu beachten: Erreicht der Kernschatzen die Fundamentalebene, bekommt l_2 ein negatives Vorzeichen. Andernfalls (z. B. bei ringförmigen Sonnenfinsternissen) ist l_2 positiv. Die Richtung der Schattenachse zur Himmelskugel wird durch die Deklination d und den Ephemeriden-Stundenwinkel μ definiert. Schließlich werden mit f_1 und f_2 die Beiträge

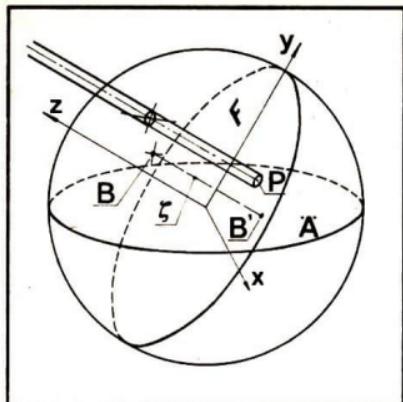


Abb. 1: Zur Definition der Besselschen Elemente.

\hat{A} – Äquator, F – Fundamentalebene, P – Ort der Schattenachse ($x; y$), B – Beobachter, B' – Projektion des Beobachters auf der Fundamentalebene ($\zeta; \eta$).

der Winkel gegeben, die die Konen von Halb- und Kernschatten mit der Schattenachse bilden. Meist wird der Tangens dieser Winkel gegeben.

Tabelle 1: Sonnenfinsternisse 1990 bis 2000 in Mitteleuropa im Überblick

Nr.	Datum	T_0	Typ der Finsternis
1	1993 Mai 21	14	partiell (Max. 0.735)
2	1994 Mai 10	17	ringförmig
3	1996 Okt. 12	14	partiell (Max. 0.758)
4	1999 Aug. 11	11	total

Mitteleuropäische Sonnenfinsternisse 1990–2000

Es ist üblich, die Besselschen Elemente jeder Finsternis in Tabellen zu veröffentlichen, die die Daten in regelmäßigen Abständen enthalten, z. B. im 5-Minuten-Abstand. Eine andere Möglichkeit ist die Angabe von Polynomen, die nach Einsetzen eines Zeitpunktes den zugehörigen Wert ergeben. Allerdings für $\tan f_1$ und $\tan f_2$ braucht nur die Größe um die Mitt. der Finsternis gegeben zu werden, da die Änderung im Laufe einiger Stunden vernachlässigbar ist.

Wir geben hier die Besselschen Elemente in Polynomform für alle Sonnenfinsternisse, die zwischen 1990 und 2000 in Mitteleuropa sichtbar sein werden. Sie stammen aus den *Elements of Solar Eclipses 1951–2200* von Jean Meeus (im Druck) und wurden uns vom Autor freundlicherweise vorab zur Verfügung gestellt. Diese Besselschen Elemente resultieren aus der Anwendung moderner Theorien von Sonne und Mond, nämlich der VSOP87 – Theorie der Sonne (Bretagnon/Franco) und der ELP-2000/82 – Theorie des Mondes (Chapront-Touzé, Chapront). Damit können diese Elemente zur hochgenauen Berechnung aller Gegebenheiten der Sonnenfinsternisse dienen.

In den Tabellen 2 bis 4 stehen die Koeffizienten der Polynomform der Elemente. Für x ergibt sich damit beispielsweise:

$$x = x_0 + x_1 t + x_2 t^2 + x_3 t^3$$

Dabei wird t in Stunden mit Dezimalen, gemessen von der Referenzzeit T_0 , eingesetzt. Ist T die gewünschte Zeit, gilt also $t = T - T_0$.

Man beachte, daß die Sonnenfinsternis vom 21. März 1993 im südlichen Teil der DDR nicht zu sehen sein wird.

Die südliche Grenzkurve dieser Finsternis hat in Europa etwa folgenden Verlauf: Schottland, Nordwesten der BRD, Mitte der DDR, Süden der VR Polen, Nordteil des Schwarzen Meeres.

Lit.: Explanatory Supplement to the A. E. N. A., London 1961.

Tabelle 2

Nr.	T_0	x_0	y_0
		x_1	y_1
1	14	-0.304102	1.109990
		0.5251101	0.0591171
		0.0000429	-0.0001739
		-0.00000667	-0.00000070
2	17	-0.173367	0.383484
		0.4990629	0.0869393
		0.0000296	0.0001183
		-0.00000563	-0.00000092
3	14	0.296103	1.083058
		0.5060364	-0.1515218
		0.0000145	-0.0000102
		-0.00000644	0.00000184
4	11	0.070000	0.502671
		0.5443035	-0.1184929
		-0.0000406	-0.0001158
		-0.00000806	0.00000169

Tabelle 3

Nr.	T_0	d_0	μ_0
		d_1	μ_1
1	14	20.25685	30.86197
		0.008221	15.000623
		-0.000005	
2	17	17.68613	75.90923
		0.010642	15.001621
		-0.000004	
3	14	-7.63950	33.40582
		-0.015234	15.003782
		0.000002	
4	11	15.32734	343.68741
		-0.012035	15.002983
		-0.000003	

Tabelle 5

Nr.	$\tan f_1$	$\tan f_2$
1	0.0046195	0.0045965
2	0.0046308	0.0046077
3	0.0046865	0.0046632
4	0.0046129	0.0045900

Tabelle 4 siehe Seite 60!

Tabelle 4

Nr.	T_0	I_{10}	I_{20}
		I_{11}	I_{21}
		I_{12}	I_{22}
1	14	0.555851 -0.0001048 -0.0000105	0.009679 -0.0001043 -0.0000105
2	17	0.566906 -0.0000318 -0.0000098	0.020679 -0.0000317 -0.0000097
3	14	0.559341 -0.0001067 -0.0000107	0.013151 -0.0001062 -0.0000106
4	11	0.542462 0.0001168 -0.0000117	-0.003643 0.0001162 -0.0000116

*

Meteorbeobachtungen im IHW – erste Ergebnisse

INA RENDTEL

Im Jahre 1987 wurde eines der bisher umfangreichsten internationalen Beobachtungsprojekte, die „International Halley Watch“ (IHW), beendet. Dort arbeiteten Berufastronomen und Amateure gemeinsam an der Untersuchung des Kometen Halley. Neben Gruppen, die den Kometen visuell, fotografisch und spektroskopisch sowie mit Mitteln der Raumfahrt beobachteten, beschäftigten sich die Meteorbeobachter mit der Untersuchung der mit dem Kometen Halley assoziierten Meteorströme, mit den Eta-Aquariiden (April/Mai) und mit den Orioniden (Oktober). Es galt, vor allem die Frage zu beantworten, ob der Periheldurchgang des Kometen Einfluß auf die Anzahl der beobachtbaren Meteor (oder deren Helligkeiten, d. h. Teilchengrößen) der beiden Ströme hat [1]. Obwohl noch nicht alle Daten ausgewertet wurden, kann man anhand des bisher zugänglichen Materials gesicherte Aussagen machen.

Beteiligung der DDR-Meteorbeobachter an der IHW

Bis Ende 1987 sandten 302 Meteorbeobachter der Welt Daten über Meteorbeobachtungen an die Zentrale in Pasadena/USA. Die DDR war mit Beobachtungen von 30 Amateuren daran beteiligt.

Im Rahmen des Arbeitskreises Meteor im Kulturbund der DDR (AKM) wurden die Beobachtungen der Orioniden seit 1982 aufgearbeitet und die geforderten Ergebnisse (das Verhältnis Strom-Meteore/Nichtstrom-Meteore, Beobachtungsbedingungen etc.) mitgeteilt. Derzeit sind noch etwa 15 dieser Beobachter aktiv. Außerdem der Erfassung der visuellen Daten der Orioniden und Eta-Aquariiden ging es auch darum, Fotografien dieser Meteore zu erhalten. Sowohl die Orioniden, als auch die Eta-Aquariiden erwiesen sich wenig „fotogen“; nur zwei Fotos konnten gewonnen werden (bezogen auf alle 300 Beobachter), davon eines durch J. Rendtel, Leiter des AKM. Der Eta-Aquarid hatte eine Helligkeit von -1^m .

Tabelle 1: Kenndaten der Eta-Aquariiden und Orioniden (nach [2])

	Eta-Aquariiden	Orioniden
Radiant Rekt.	335°6	94°4
Dekl.	-1°9	+15°8
Aktivität Beginn	April 21	Oktober 02
Ende	Mai 12	November 07
Maximum	Mai 04	Oktober 21
Maximale ZHR	ca. 60	ca. 30
Populationsindex	2,3	2,86
Geschwindigkeit bei		
Eintritt in die Erd-		
atmosphäre	66,8 km/s	68 \pm 0,4 km/s
Aufleuchthöhe	115,6 km	117,0 km

Beobachtungsergebnisse

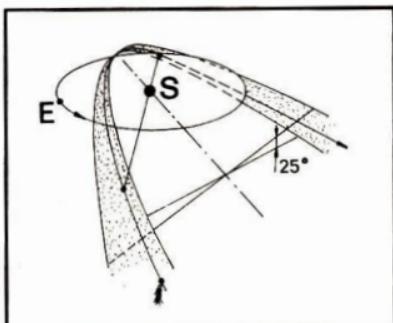
Die Partikelwolke hat sich im Laufe der Jahrtausende über die Bahn des Kometen Halley verteilt (vgl. Abb. 1) [2]. Wie stellt sich nun die Struktur der Partikelwolke in der Nähe Halley's dar? In Tabelle 1 sind die Merkmale und wichtigen Daten beider Ströme erfaßt.

Da in Mitteleuropa längere durchgängige Beobachtungsreihen von Meteorströmen Seltenheitswert besitzen (das Wetter spielt Streiche), wurde in die Analysen umfangreiches Beobachtungsmaterial anderer Gruppen einbezogen.

Eta-Aquariiden

Die Beobachtungsbedingungen für die Eta-Aquariiden sind in der DDR ungünstig. Der Radiant erreicht Anfang Mai erst in der Morgendämmerung eine merkliche Höhe über dem Horizont. Wesentlich günstigere Bedingungen haben die Beobachter auf der Südhalbkugel, so daß für die Untersuchungsergebnisse ausustralischer Beobachter genutzt wurden. Aufgrund der oftmals guten Witterungsbedingungen liegen zusammenhängende Beobachtungsreihen vor. In Abb. 2 sind die maximalen stündlichen Zenitratraten (ZHR) seit 1981 dargestellt. Zur Ableitung dieser Angaben standen bis zu 1300 Erscheinungen/Jahr zur Verfügung. Im Arbeitskreis Meteor werden seit 1983 gezielt Eta-Aquariiden beobachtet. Leider übersteigt die maximale Zahl pro Jahr nie die Zahl 20, so daß keine ZHR berechnet werden konnten. Aus dem Diagramm lassen sich keine Aussagen über eine mögliche erhöhte Aktivität der Eta-Aquariiden in Korrelation mit dem Periheldurchgang des Kometen Halley treffen. Anscheinend ist in diesem Bereich der Bahn die Materie der Meteoroiden tatsächlich homogen verteilt.

Abb. 1: Schalenstruktur der mit P/Halley assoziierten Meteoridenwolke.



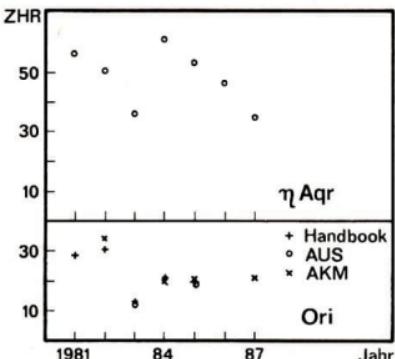


Abb. 2: Maximale beobachtete ZHR der Eta-Aquariden und der Orioniden. – Die Eta-Aquariden sind nur durch australische Ergebnisse belegt [3]. Die Orioniden-ZHR gründet auf Beobachtungen des AKM [4], der australischen Gruppe und auf [2].

Orioniden

Die Orioniden lassen sich aufgrund der günstigeren Radiantposition wesentlich besser untersuchen. Mehrmals führte der AKM zur Beobachtung des Orionidenmaximums Beobachtungslager in Golm bei Potsdam durch, an denen 6 bis 8 Beobachter teilnahmen. Dadurch liegen umfangreiche gesicherte ZHR-Angaben vor. Unter Einbeziehung der australischen Beobachtergruppen und der Ergebnisse der Zusammenfassung aller Orionidenstunden durch die Amateure der Vereniging voor Sterrenkunde in Belgien ergibt sich ein relativ geschlossenes Bild.

Die ZHR der Orioniden schwankt in den letzten Jahren mit sehr geringen Abweichungen um den Wert 20, der Periheldurchgang des Kometen Halley hatte auch hier keinen Einfluß auf die Dichte der Meteoroiden des Stromes.

Zusammenfassung

Unter Einbeziehung internationaler Ergebnisse und der Untersuchungen der Eta-Aquariden und Orioniden durch Mitglieder des AKM wurde der Zusammenhang zwischen dem Periheldurchgang des Kometen Halley und der Aktivität der mit ihm assoziierten Meteorströme untersucht: Die als Meteor beobachteten Teilchen sind solche, die bei früheren Periheldurchgängen des Kometen Halley freigesetzt wurden. Bahnveränderungen verschiedener Ursachen sorgen dafür, daß die Meteoroiden beider Ströme relativ gleichmäßig entlang der Strombahnen verteilt sind. Eine Erhöhung der Aktivität (Rate) erfolgt daher nicht direkt im Zeitraum der Kometenpassage des inneren Planetensystems. Bis die Meteoroiden auf ihre Strombahnen gelangen, sind sie homogen verteilt.

Die Darstellung dieser Ergebnisse zeigt, daß umfassende Aussagen über Meteorströme und ihre Struktur nur durch die Zusammenarbeit verschiedener Beobachtergruppen möglich sind.

Lit.: [1] Rendtel, J.: Komet Halley und assoziierte Meteorströme. Astron. u. Raumf. 23 (1985), 39. – [2] Roggemans, P.: Handbook visual Meteor Observations. VVS (Belgien) 1987. – [3] Daten aus versch. Ausgaben des Bulletins der australischen Meteorbeobachter (N. A. P. O. M. S.). – [4] Mitteilungen des Arbeitskreises Meteor im Kulturbund der DDR, 1982–1987.

Sternbedeckung durch die Venus 1988 Mai 11

DIETMAR BÜTTNER

Die Bedeckung des Sterns 136 Tau (4.6) durch die Venus 1988 Mai 11 war aus drei Gründen besonders interessant:

- Die Venus Scheibe war bei einer östlichen Elongation von 37° nur zu 24 % beleuchtet (Durchmesser $40''$).
- Der im Vergleich zu Austritten ohnehin sicherer zu sehende Eintritt erfolgte am dunklen Venusrand.
- Durch den fast streifenden Verlauf (Bedeckungssehne 0.8 Venusradien südlich der Scheibenmitte) wurde für die Beobachter im DDR-Gebiet die Phase der allmählichen Helligkeitsabnahme gegenüber der Situation bei einer zentralen Bedeckung wesentlich verlängert.

Diese Umstände ließen selbst an kleinen Amateurgeräten eine gute Beobachtbarkeit erwarten, was sich auch bestätigte.

Am Abend des 11. Mai 1988 war der Himmel über weiten Teilen der DDR wolkenlos, so daß die Bedeckung an vielen Orten beobachtet werden konnte. Das uns bis Anfang August 1988 vorliegende Beobachtungsmaterial wird hier zusammengefaßt.

Beobachter: 39, davon 36 für Eintritt und 3 nur für Austritt ohne Eintritt

Zeitpunktmessungen für Eintritt: 34

Zeitpunktangaben für Wiedererkennen des Sterns beim Austritt: 14

Dauer des Eintritts-Vorganges:

- Angaben: 31
- Größtwert: 34 s, Kleinwert: 0 s
- Mittelwert 10.1 s, Spannweite: 34 s
- Verteilung:

– 0 s:	1x	16–20 s:	3x
1–5 s:	11x	21–25 s:	1x
6–10 s:	6x	26–30 s:	1x
11–15 s:	7x	31–35 s:	1x

Die Dauer der allmählichen Helligkeitsab- oder -zunahme bei Sternbedeckungen durch Planeten mit Atmosphäre ist, wie auch bei Jupitermonderfinsternissen, allgemein schwierig zu bestimmen. Der beginnende Helligkeitsabfall ist nämlich zunächst kaum bemerkbar und die letzte Sichtbarkeit des Sternlichtes hängt u. a. von der Öffnung des Teleskops und dem Zustand der Erdatmosphäre am Beobachtungsort ab. Im konkreten Fall wurde außerdem bei fast allen Beobachtungen die Schätzung durch starke Szintillation erschwert. So bezeichneten viele Beobachter die angegebene Dauer als subjektiv oder unsicher. Die große Spannweite der Schätzwerte für die Dauer des Eintrittsvorganges beweist die Subjektivität der visuellen Beobachtungen. Bei Beobachtungen an gleichen oder benachbarten Orten sind die Differenzen zwar kleiner, erreichen aber auch noch Werte bis zu 18 s (Kalauch und Huber am gleichen Refr. 200/3000 mit Binokularansatz bei gleicher Vergrößerung).

Wichtig für die Mehrzahl der Beobachter war die Tatsache, überhaupt einen allmählichen Helligkeitsabfall bei einer Sternbedeckung durch einen Planeten mit Atmosphäre zu sehen.

Einige Beobachter berichteten von einem unkontinuierlichen bzw. stufenweisen Verlauf des Helligkeitsabfalls (Rothe, Ewald, Viertel, Dentel) bzw. von einem kurzen Aufblitzen unmittelbar vor bzw. nach dem Unsichtbarwerden (Molau, Schäfer, Koschack, Dentel). Zwei Beobachter (M. Müller, Molau) sahen den Stern 1 min bzw. 5 s vor dem Verschwinden kurz als längliches

Objekt. Diese Erscheinungen könnten durch die Szintillation verursacht worden sein.

Nach Berechnungen des Verfassers bewegte sich die Venus an der Kontaktstelle in radialer Richtung um folgende Strecken pro Zeiteinheit (ohne Berücksichtigung der Refraktion in der Venusatmosphäre): in

5 s	14.3 km	20 s	57.6 km
10 s	28.6 km	25 s	71.9 km
15 s	43.3 km		

Das sind die Höhenunterschiede in der Venusatmosphäre, die für den Helligkeitsabfall der jeweiligen Dauer verantwortlich sind.

Die gemessenen Zeitpunkte des vollständigen Verschwindens liegen zwischen $19^h 29'^m 06'$ und $19^h 30'^m 56'$ UT. Laut Schnellnachricht Nr. 262 und Berechnungen des Verfassers sollte der Eintritt zwischen $19^h 28'^m 9$ (Berlin) und $19^h 29'^m 7$ (Suhl) UT stattfinden. Ein Vergleich der Beobachtungszeitpunkte mit diesen relativ groben Vorhersagen (Unsicherheit ± 1.6 min) zeigt, daß die Bedeckung für die Beobachter in der DDR ca. 1-2 min später als vorhergesagt erfolgte. Insgesamt konnten 29 Beobachter an acht gleicher oder in der Nähe liegenden Orten gefunden werden. Die Spannweiten der Zeitpunkte für das vollständige Verschwinden des Sterns liegen innerhalb dieser acht Gruppen bei maximal 24 s und minimal 2 s. Da diese Spannweiten wesentlich unter der Gesamtspannweite (110 s) aller Beobachtungen liegen, lassen sich hieraus zwei Schlüssefolgerungen ziehen:

- Die benachbarten Beobachter bestätigen in gewissen Grenzen gegenseitig ihre Ergebnisse.
- Die große Spannweite aller Beobachtungen resultiert, wie bei Sternbedeckungen allgemein bekannt, aus den Beobachtungen an verschiedenen Orten.

Der Austritt am hellen Westrand der Venussscheibe wurde von allen Beobachtern infolge starker Szintillation und Überstrahlung des Sterns einige Minuten zu spät erkannt, nämlich erst als der Stern bereits in deutscher Entfernung zur Venus stand.

Allen Beobachtern sei für die Übersendung ihrer Ergebnisse gedankt. Die Beobachtungsdaten wurden zur Auswertung an die International Occultation Timing Association (IOTA) übermittelt. Die seltene Gelegenheit einer gut sichtbaren Sternbedeckung durch einen großen Planeten war sicher für alle Beobachter ein Höhepunkt. Das Bild des hellen Sterns neben der schmalen Venusnässel und der mehrere Sekunden dauernde Helligkeitsabfall beim Eintritt hinterließen einen unvergesslichen Eindruck.

Lit.: [1] Occultation Newsletter Vol. IV, No. 7, Feb. 1988. – [2] Vorhersagen von Sternbedeckungen durch Planeten für Karl-Marx-Stadt, J. E. Carroll (IOTA). – [3] Schnellnachricht Nr. 262 der ZKAR des KB der DDR, 7. 4. 88. – [4] Sternbedeckungsnachrichten Nr. 31, März 1988. – [5] Kalender für Sternfreunde 1984, S. 128-131.

Suche gebr. Schulfernrohr 63/840 o. ä. bis 500 M. – Peter Bischof, Kuhsdorf, 1921.

Verkäufe Refl. 80/500 m. Einstellfassung, Prismenleiste, Wechsleinr., binok. Ans., 2 Oku. 25-0 (980 M.), W. Höhle, Weidentalstr. 15, Dresden, 2029.

Verkäufe neuwert. orthoskop. Okular 12.5 mm (52.80), Farbglasrevolver i. Beh. (70 M), Sonnenfilter SFO i. Beh. (160 M). Horst Fiesinger, Bahnhofstraße 42, Kölln, 5234.

Aus der Literatur

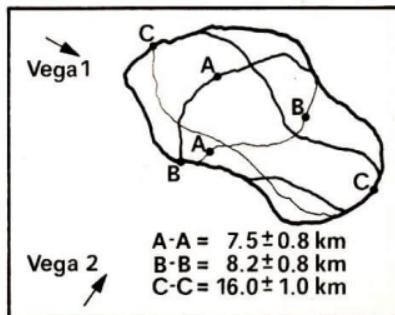
Halley: Ein sehr leichter und dabei völlig starrer Körper, schwärzer als Kohle

Eine internationale Flotte von Raumsonden (Vega-1 und -2, Giotto, Sakigake und Susei, IUE, ICE und Venus Orbiter) sowie mehr als 1000 Astronomen rund um die Erde hatten Ende 1985/Anfang 1986 die nur alle 76 Jahre wiederkehrende Gelegenheit genutzt, den bekanntesten aller Kometen so gründlich wie nur möglich zu erforschen.

Eine riesige Fülle von Meßdaten wird die Fachleute noch jahrelang beschäftigen, und die erhaltenen Ergebnisse induzieren neue Fragen, die erst durch Experimente im Tieftemperaturlaboratorium und weitere direkte Messungen an Kometen beantwortet werden können. Was haben wir bisher über den Halleyschen Kometen erfahren?

Wie erwartet, ist er sehr wahrscheinlich ein Fossil aus der frühesten Phase des Sonnensystems. Die Häufigkeit der chemischen Elemente entspricht der solaren. Kohlenstoff war in den Kometengasen stark abgereichert gefunden worden. Nun erwies sich, daß die fehlende Menge im Kometenstaub gebunden vorliegt. In Sonennähe verlor Halley sekündlich 30 t Wasserdampf, eine enorme Menge. Aus der Intensität der Wasserdampf-Jets und dem Fakt, daß sich Halley seit 1910 um vier Tage verspätet hatte, ließ sich näherungsweise errechnen, wie groß die Masse Halleys ist. Sie liegt zwischen 50 und 130 Kubikkilometern. Wassereis. Halleys Volumen beträgt aber mindestens 500 km³; d. h., seine Dichte kann nur 1/10 bis 1/5 der von Wassereis betragen. Das ist ein sehr überraschendes Ergebnis, nahm man doch bisher an, die Dichte der Kometenkerne beträge 0,9 bis 1,0 g/cm³. Die Staubpartikel müssen also aus starr verfilzten Kristallchen bestehen, die große, zum Teil mit kondensierten Gasen gefüllte Hohlräume umschließen (Abb. 1).

Abb. 1: Da Halley's Kern rotiert, zeigten die Bilder von VEGA 1 und VEGA 2 verschiedene Ansichten der Größe und Gestalt, die zur Rekonstruktion der wahrscheinlichsten Abmessungen dienen können. Der Kern stellt sich als verlängertes Ellipsoid dar.



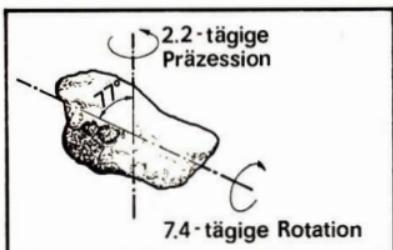


Abb. 2: Halleys Kern taumelt schneller als er rotiert. Der Winkel zwischen beiden Achsen wurde zu 77° berechnet.

Gas und Staub wurden nur in plötzlich ausbrechenden Jets ausgestoßen, deren Grundfläche höchstens 15 % der von der Sonne beleuchteten Oberflächenareale betrug. Wahrscheinlich besteht die Kometoberfläche aus einer verfestigten, durch die interplanetare Strahlung „gehärtete“ Kruste, und leicht flüchtige Gase können nur aus aufreibenden Spalten und Löchern austreten. Als Halleys Breitseite von der Sonne beleuchtet wurde, nahm die Gas- und Staubemission nicht wie erwartet zu; unser Bild von den zarten, leicht vergänglichen Boten aus der Tiefe des Raumes ist gewiß falsch. Werden sie zerlegt, geschieht dies wahrscheinlich gravitativ in der unmittelbaren Nähe schwerer Körper.

Rotiert Halley?

Zu dieser Frage gab es lebhafte Kontroversen, und gute Mathematiker waren sehr gefragt. Z. Sekanina und S. Larson hatten aus der Auswertung einer Vielzahl von 1910 aufgenommenen Fotos auf eine Rotationsperiode von 2,2 Tagen geschlossen. R. Millis und D. Schleicher beobachteten 1986 Halley 37 Nächte photoelektrisch und fanden eine Periode von 7,4 Tagen, die durch weitere Astronomen bestätigt wurde.

Ein theoretischer Physiker, J. Lissauer, kam darauf, daß Halley eine Rotations- und eine Taumelbewegung gleichzeitig ausführt, weil nach einer von Leonhard Euler vor zweihundert Jahren entwickelten Theorie jeder starre, nichtspäherische Körper sich so verhalten muß. Genaue Rechnungen ergaben dann schließlich: Halley hat eine Rotationsperiode von 7,4 Tagen und eine Präzessionsperiode von 2,2 Tagen. Die Umkehrung beider Größen ist physikalisch unmöglich (Abb. 2).

Woraus besteht Halley?

Der Tribut eines Kometen an die Sonne in Form von Gas und Staubjets ist eine gute Chance für die Astronomen, seine Zusammensetzung zu erfahren. Halleys Staub gehört zu den kleinsten und schwärzesten Partikeln im Sonnensystem. Die kleinsten Teilchen messen nur ein Zehntel der Wellenlänge des Lichts und wiegen 10^{-17} g, und an Schwärze kommen ihnen nur Jupiters innerster Mond Amalthea, die dunkle Seine des Saturnmondes Iapetus oder die Ringpartikel des Uranus gleich. Erwartet wurde eine Zusammensetzung des Staubs ähnlich den kohligen Meteoriten und den Brownlee-Teilchen (interplanetarer Staub). Halleys Staub enthält aber Teilchen mehrerer Stoffklassen.

Eine Gruppe von Staubteilchen enthält gesteinbildende Elemente (Si, Mg, Fe) neben denen der Kohlenstoffchemie (C, H, O), ferner Natrium und viel Schwefel (Abb. 3). Diese Zusammensetzung ist uns aus irdischen und meteoritischen Proben nicht bekannt. Eine gänzlich andere Gruppe von Staubteilchen besteht im wesentlichen aus den leichten Elementen C, H, O und N, weshalb sie CHON genannt wurde. Eine dritte Gruppe ist rein silikatisch (Si, Mg, Fe, O).

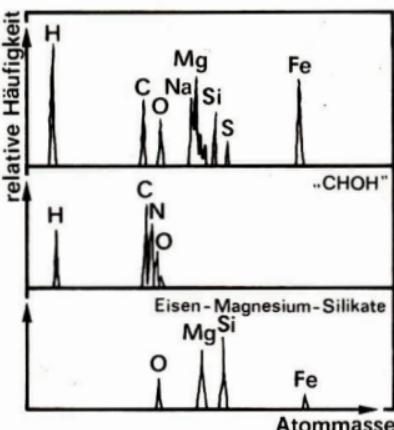


Abb. 3: Eine ungewöhnliche Zusammensetzung zeigt eine der drei Arten von Staub des Halleyschen Kometen: Silikatische neben organischen sowie Alkali- und Schwefelverbindungen.

Obwohl Wassereis schon lange als ein Hauptbestandteil der Kometenkerne vermutet wurde, konnte es erst in der Gashülle Halleys sicher nachgewiesen werden. Kohlendioxid wurde zu 2-3 % der Wassermenge gefunden. Kohlenmonoxid dagegen fast zehnfach mehr. Ein anderer Grundbaustein der organischen Verbindungen, Cyan (CN) wurde ebenfalls entdeckt, und zwar überraschenderweise in schmalen Jets, die unabhängig von denen des sichtbaren Staubs waren. Dies spricht für eine sehr heterogene Zusammensetzung der Kruste des Kometen. Dagegen konnte Methan, ebenfalls eine Schlüsselverbindung der Kohlenstoffchemie, nicht gefunden werden. Kohlenstoff-Wasserstoffbande im Infrarotspektrum sprechen aber vom Vorhandensein von Kohlenstoffverbindungen, wozu vielleicht Formaldehyd gehört.

Das vom Kometenkern verdampfende Gas breitet sich zunächst frei im Raum aus, bis es durch die Sonnenstrahlung in Ionen und Elektronen zerlegt wird, die von elektrischen und magnetischen Feldern beeinflußt werden und diese ihrerseits beeinflussen. Die Wechselwirkung mit dem Plasma des Sonnenwindes, der sich radial mit Geschwindigkeiten von 400-500 km/s ausbreitet, ist viel komplizierter als erwartet.

Für die Hypothese, daß die Kometen aus dem sehr kalten Grenzbereich des Sonnensystems (Oort-Wolke) stammen, spricht nicht nur die chemische Natur des Halleyschen Kometen. Der Infrarotsatellit (IRAS) hatte 1983 bei rund einem Dutzend Haupttreihensternen sie umhüllende Staubwolken entdeckt, in einigen Fällen Scheiben, die bis 400 km dick sind und sich bis 50 AE in den Raum erstrecken. Hierfür seien einige Beispiele angeführt.

	Vega	Fomalhaut	Beta Picoris	Epsilon Eridani
Spektraltyp (Sternmasse)	AO	A3	A5	K2
(Sonne = 1)	2.0	1.75	1.5	0.8
Leuchtkraft ($\odot = 1$)	58	13	6.5	0.37
Entfernung (Lichtj.)	26	23	54	11

	Vega	Fomalhaut	Beta Picoris	Epsilon Eridani
Temp. d. Staubwolke, K	85	55	100	45
Radius d. Staubwolke, AE	85	94	20	23
Umlaufperiode der Staubwolke (Jahre)	554	689	73	123

Lit.: Fred L. Whipple: The Black Heart of Comet Halley. Sky & Tel., März 1987, 242–245. – Roger Knacke: Sampling the Stuff of a Comet. Sky & Tel., März 1987 246–250. – Roald Z. Sagdeev und Albert A. Galeev: Comet Halley and the Solar Wind. Sky & Tel. März 1987, 252–255.

L. TILL

Rezensionen

Friedrich Wilhelm Herschel

1988 jährte sich zum 200. Male der Geburtstag von Friedrich Wilhelm Herschel, einem der bedeutendsten Astronomen aller Zeiten. Zu diesem Anlaß legte der Teubner-Verlag in seiner populären Biographienreihe eine kleine, aber umfassende Lebensdarstellung aus der Feder von Dr. Jürgen Hamel vor. Der Autor gibt einen Einblick in die ganze Breite der wissenschaftlichen Tätigkeit Herschels, die zugleich die kosmischen Entfernung von den kleinsten (Erdmond) bis zu den größten (Galaxien) umfaßte. Ausführlich ist auch seine meisterliche handwerkliche Tätigkeit als Hersteller von Spiegelteleskopen dargestellt. Sehr gelungen wird parallel die aufopferungsvolle Arbeit von Karoline Herschel an der Seite ihres Bruders gewürdigt und im Schlüssekapitel die Fortsetzung der Forschungen Herschels durch seinen Sohn John kurz geschildert.

Wilhelm Herschel begründete teilweise neue astronomische Forschungsgebiete, deren weitere Entwicklung vom Autor angedeutet werden. Dem Leser wird so geholfen, das Lebenswerk Herschels in die Gesamtgeschichte der Astronomie einzuordnen.

Die Bedeutung Herschels schätzt der Autor der Biographie recht euphorisch ein. Nicht in allen Punkten ist der Rezensent mit diesen Einschätzungen einverstanden. Insbesondere lehnt er die These ab, „Herschels Forschungsergebnisse über den Bau des Himmels beeinflußten das gesamte Weltbild und Denken dieser Zeit“ (S. 71). Solches wird sich nicht einmal für Einstein zeigen lassen. Rezensent möchte sogar behaupten, daß sich Herschel mit wesentlichen Teilen seiner Forschung außerhalb der zentralen Traditionslinien der Astronomie befand und deshalb in diesen Punkten prinzipiell keine große Wirkung auf den weiteren Verlauf der Astronomiegeschichte haben konnte. Etliche Hypothesen Herschels erwiesen sich zwar später als richtig, doch andere, die auf denselben Denksätzen beruhten, wurden nicht bestätigt. Herschel konnte sich gar nicht „über die extragalaktische Natur zahlreicher Nebelflecke im klaren“ sein (S. 65), denn dafür besaß er nur Indizien, keine Beweise. Diese extragalaktische Natur wurde erst zu Beginn unseres Jahrhunderts nachgewiesen und war vorher weitestgehend offen. Wissenschaftliche Beweise sind recht kompliziert, und besondere Beobachtungsergebnisse können erst dann als gesichert gelten, wenn sie mit mindestens einem anderen Beobachtungsinstrument

bestätigt werden. Dies gilt auch für den in der Biographie angeführten Nachweis der Existenz planetarer Körper durch P. van de Kamp vor einigen Jahren (S. 50). Die Existenz dieser Körper ist keineswegs erwiesen, sondern wahrscheinlich durch instrumentelle Effekte vorgetäuscht.

Ebenso, wie wir heute auf eine endgültige Bestätigung oder Ablehnung der Ergebnisse von van de Kamp warten müssen, waren die Zweifel von Herschels Zeitgenossen an seinen Ergebnissen berechtigt. Mit dem, was sofort bestätigt werden konnte – die Existenz des Planeten Uranus und der physischen Doppelsterne –, fand Herschel Anerkennung. Die meisten anderen seiner Beobachtungen und Theorien beeinflußten die Entwicklung der Astronomie weniger nachhaltig, nur mittelbar oder auch gar nicht.

Unabhängig von diesen Einwänden hat dem Rezensenten die Herschel-Biographie von J. Hamel sehr gut gefallen. Sie ist sehr detailliert und einfühlsam geschrieben und wird einem großen Leserkreis ein höchst interessantes Stück Astronomiegeschichte näher bringen. Sie wird hoffentlich manchen Leser anregen, sich noch tiefer mit Leben und Werk des großen Herschel zu beschäftigen, wozu das Literaturverzeichnis viele Anregungen gibt.

WOLFGANG R. DICK

Hamel, Jürgen: *Friedrich Wilhelm Herschel*. (Biographien herausragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 89.) Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1988. – 104 S., 18 Abb., 12x19 cm, Bestell.-Nr.: 6664646, Preis: 6,80 M.

Verkaufe Flugbeschreibung v. 52 Raumflugunternehmen sowie Beschreibung der Raumfahrzeuge USA/ UdSSR; alles m. Briefmarken bzw. Blocks der Raumfahrt/Geräte belegt. Preis nach Vereinb. – Angebote an Wolfgang Höll, Humboldtstr. 25, Tel. 22522, Wolfen 3, 4440.

Vorschau auf Heft 3/1989

Wo ist die Antimaterie im Kosmos? • 150 Jahre Sternparallaxenbestimmung • Was verrät eine Statistik über Mehrfachsysteme • Mitteilungen zur Geschichte der Astronomie • Einfacher Frequenzgenerator zur Fernrohrsteuerung

Unsere Autoren

- Dr. R. Ziener und Dipl.-Phys. W. Häupl, AdW d. DDR, ZIAP, Karl-Schwarzschild-Observatorium, Tautenburg, 6901
 Dr. J. Dorschner, Universitätssternwarte der FSU, Schillergäßchen 2, Jena, 6900
 Dipl.-Ing. H.-D. Naumann, Str. d. Thälmannpioniere 19, Radeberg, 8142
 Arno Fellenberg, W.-Leuschner-Str. 12, Teltow, 1530
 Dr. J. Hamel, Archenhold-Sternwarte, Alt Treptow 1, Berlin, 1193
 Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
 Ina Rendtel, Gontardsstr. 11, Potsdam, 1570
 Dipl.-Ing. D. Büttner, Keplerstr. 56, Karl-Marx-Stadt, 9030
 Dr. L. Till, Rummelsburger Str. 49f, Berlin, 1136
 F. Schäfer und D. Kitta, Volkssternwarte, Zittau, 8800
 M. Richert, Semmelweisstr. 7, Magdeburg, 3014
 J. Jende, Kirchstr. 20, Altenweddingen, 3102
 M. Nitschke, Leiblstr. 11, Berlin, 1193
 A. Jaeger, Bachstr. 28, Berlin, 1147

Auch im Urlaub astronomisch aktiv

Da es 1988 in unserer Fachgruppe an Aktivitäten mangelte, veranstalteten mehrere Kulturbundfreunde einen Astrourlaub in die nähere Umgebung Magdeburgs (14. bis 19. August).

Dank der Organisation des Bundesfreundes Klaus Retzlaff stand uns das Territorium des Bootshauses der BSG vom WBK Magdeburg zur Verfügung, das ca. 2 km von der Stadt entfernt freie Sicht bot. Unter den Jugendlichen befand sich auch eine Sternfreundin aus der ČSSR.

Da wir es witterungsmäßig gut getroffen hatten, waren zahlreiche Beobachtungen an Mars, Jupiter, verschiedenen Sternhaufen, der Venus und weiteren Objekten mit einem Cassegrain 150/2250, dem Telementor 63/840, einem selbstgebauten 60/700-Refraktor und mehreren Feldstechern möglich. Nicht wenig überrascht waren wir, in der geringen Entfernung vom Flutlicht der Stadt so gute Beobachtungsbedingungen vorzufinden.

Neben visuellen Beobachtungen kam natürlich auch die Fotografie nicht zu kurz.

Zur weiteren Programmgestaltung gehörten der Besuch des zoologischen Gartens, mehrere Ausflüge, Stadtbesichtigungen und ein Astro-Diaabend, den wir im Bootshaus für die BSG-Mitglieder veranstalteten. Zu schnell vergingen die Tage. Am letzten Abend beschlossen wir am Lagerfeuer, diesen „Astro-Urlaub zur Tradition werden zu lassen.“

Derartige Veranstaltungen können wir auch anderen empfehlen, wird doch dadurch das Fachgruppenleben und der Erfahrungsaustausch gefördert.

Abschließend möchten wir uns bei der BSG-Leitung, insbesondere bei den Herren Fiedler und Köppe für die freundliche Unterstützung und für die Bereitstellung des Schulfernrohres Telementor beim Astronomielehrer der POS „J. Fučík“ Halberstadt, Herrn Hintze, herzlich bedanken.

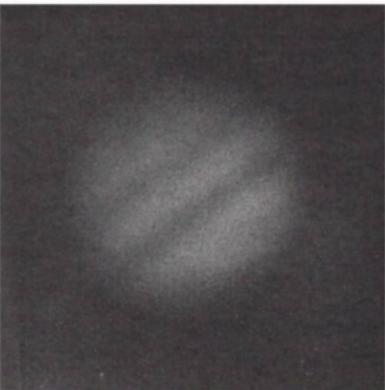


Abb. 1: Jupiter am 18. 8. 1988. Aufgenommen von K. Retzlaff um 2.00 MEZ am Cassegrain-Spiegel 150/2250 mit Praktica MTL3 in Projektion (10 mm orth. Okular) auf NP27-Film, 2 s belichtet.

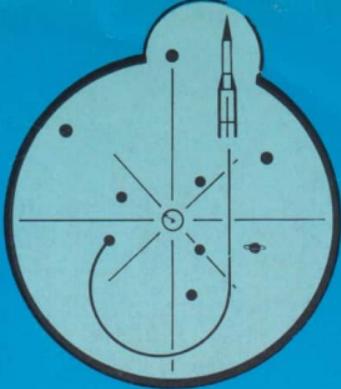
Abb. 2: Der Cassegrain-Spiegel wird von den „Astro-Urlaubern“ für die nächtliche Beobachtung vorbereitet. (Foto: Jende)



BERND JENDE



Astronomie UND Raumfahrt



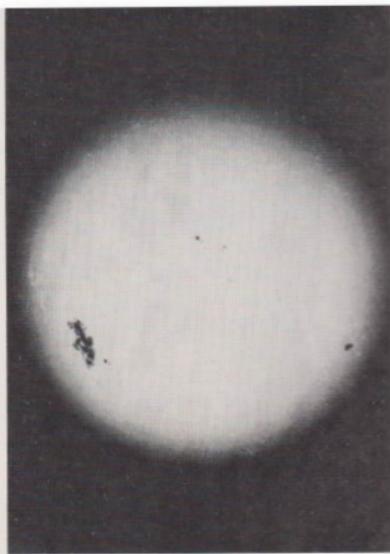
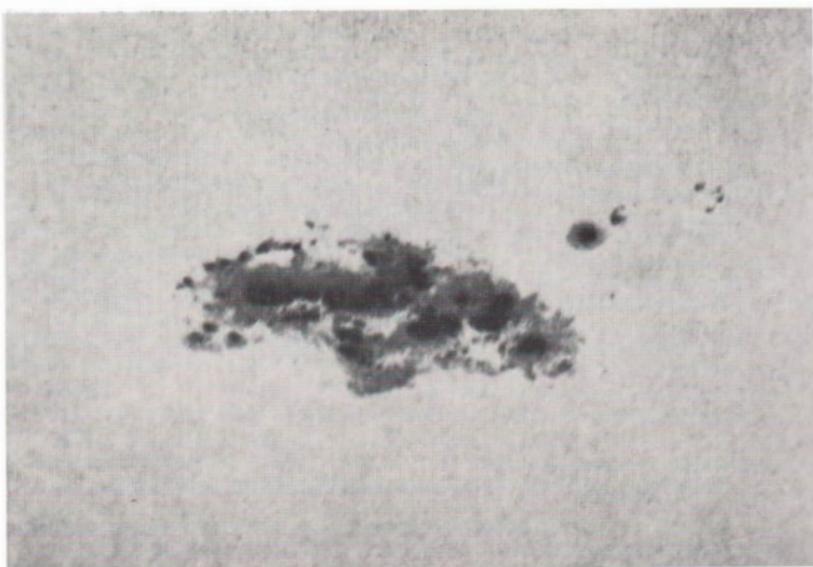
ISSN 0587-565 X

EVP 1,50 1989 3

MET2 13 SEP 1986 1230 VIS1+2



HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Astronomie und Raumfahrt

Herausgeber:

Kulturbund der DDR, Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt

Redaktion:

Chefredakteur:

Prof. Dr. sa. S. Marx

Verantwortl. Redakteur:

OL Hein Albert

Astronomie:

Prof. Dr. sc. S. Marx,
Dipl.-Phys. W. Häupl; - Raumfahrt:
Prof. Dr. sc. D. Möhlmann, Uwe Schmalz; - *Philosophie/Geschichte*:
Dr. J. Hamel; - *Amateure*: Ing. A. Grünberg, Dipl.-Phys. J. Rendtel,
StR A. Zenkert, Dr. B. Zill; - *Rezensionen*: Dipl.-Phys. M. Woche;
Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionssitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1989 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 Lizenznummer 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 einzureichen. Für unverlangte Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Die Redaktion behält sich vor, Beiträge zu kürzen bzw. zu bearbeiten.

Der **Nachdruck** der in Astronomie und Raumfahrt veröffentlichten Beiträge ist nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.

Satz und Druck:

IV/26/14 Fachbuchdruck Nbg.

Inhalt

27. Jahrgang (1989) Heft 3

S. Gottlöber, V. Müller: Wo ist die Antimaterie im Kosmos?	66
Sonnenfleckenrelativzahlen Januar/Februar 1989 (SIDC, AKS)	68
Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen 1988 des SIDC	69
H. Neumeister: Wettersatellitenbeobachtungen – unverzichtbar geworden	69
E. Litzroth: Was eine Größenstatistik der stellaren und planetaren Mehrfachsysteme enthüllt	75
J. Rohark: Mitteilungen zur Astronomie des Altertums	80
A. Dill: Sonnenfinsternisse, Teil 2 (Aus der Reihe DATA)	81

Beobachtungshinweise

C. Glaubitz: Beobachtung der kosmischen Strahlung	83
J. Rendtel: Astrofotografie mit extremen Weitwinkelobjektiven .	85

Probleme/Lösungen

D. Ewald: Einfacher Frequenzgenerator für Fernrohrantriebe	86
R. Henkel: Interessantere Lichtbilder durch Dia-Maskierung .	88

Kurzberichte

F. Börnigen: (724) HAPAG wiederentdeckt	90
G. Lehmann: ESOP VII (Tagungsbericht)	90
M. Grebmann: Reaktivierung des AK Asteroiden	91
J. Helffricht: 200 Jahre Seeberg-Sternwarte	91
J. Helffricht: Wilhelm-Tempel-Kolloquium	91
Dr. h. c. Paul Ahnert verstorben	85
H. Bretschneider: Protuberanz im weißen Licht beobachtet .	92
K. Häußler: Polarlicht beobachtet	93

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

Anzeigen	74, 82, 92, 96
--------------------	----------------

Vorschau auf Heft 4/1989 • Anschriften unserer Autoren	96
--	----

Redaktionsschluß: 20. März 1989

Auslieferung an den PZV: 29. Juni 1989

Bildseiten

Titelbild: METEOSAT-2-Aufnahme, Spektralbereich 0,4 bis 1,1 μ m, 13. 9. 1986, 12.30 Uhr UTC, Raum Europa.

Dieses Bild zeigt eindrucksvoll atmosphärische Fronten über Europa und dem Nordostatlantik, die kalte Luft über Nordeuropa von Warmluft über dem Mittelmeerraum trennen. Längs dieser schmalen Wolkenzonen sind u. a. landregenartige Niederschläge typisch. Hervorzuheben ist der an ein hochreichendes Tiefdruckgebiet gebundene Wolkenwirbel über dem Seengebiet zwischen Island und Südnorwegen. Lesen Sie unseren Beitrag S. 69.

2. Umschl.-S.: Die Sonne am 7. (li. u.) und am 14. März 1989 mit R 80/1200, Proj. 0-16 bzw. Barlowlinse 1,5x. (Foto: Frank Schäfer)

4. Umschl.-S.: Fotografie von zwei Meteoren der Nördlichen χ Orioniden am 4. 12. 1986 zwischen $4^{\circ}00'30''$ und $4^{\circ}10'40''$ MEZ auf NP 30 (Rollfilm in PENTACON SIX). Beachtlich ist die gute Abbildung bis in die Randbereiche des Bildfeldes! (Meteore Tau/Gem um $4^{\circ}02''$, Mon/CMa um $4^{\circ}09''$, beide $+1''$ und sehr langsam). Zum Beitrag S. 85, Abb. 3.

Wo ist die Antimaterie im Kosmos?

S. GOTTLÖBER und V. MÜLLER

Eine Hypothese von Dirac

In den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts begannen die Wissenschaftler, in das Reich der Mikrophysik einzudringen. Sie stellten fest, daß die Materie aus Atomen aufgebaut ist, ein Atom wiederum aus einem schweren Atomkern besteht, um den die leichten, negativ geladenen Elektronen kreisen. Der Atomkern wird aus den positiv geladenen Protonen und den neutralen Neutronen gebildet.

1928 stellte der Physiker P. A. M. Dirac eine Gleichung auf, um im Rahmen der neuen Quantentheorie die Bewegung des Elektrons zu beschreiben. Diese Gleichung berücksichtigt sowohl den sogenannten Spin des Elektrons, den man sich vereinfacht als Rotation des Elementarteilchens vorstellen kann, als auch relativistische Effekte, die auftreten, wenn sich das Teilchen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit bewegt. Dirac bemerkte sofort, daß diese Gleichung mehr Lösungen enthält, als zur Beschreibung der Bewegung des Elektrons erforderlich sind; er konnte sich diesen Umstand zunächst jedoch nicht erklären. Später stellte er fest, daß die von ihm aufgestellte Gleichung auch die Bewegung von Teilchen beschreibt, die haargenau die gleiche Masse und den gleichen Spin wie das Elektron besitzen, jedoch eine entgegengesetzte (positive) Ladung tragen.

Diese hypothetischen Teilchen, die man Positronen nannte, wurden Ende 1932 von Anderson in der kosmischen Strahlung nachgewiesen. (Im selben Jahr hatte übrigens Chadwick das Neutron entdeckt.) Trifft ein Positron e^+ auf ein Elektron e^- , so werden beide zerstrahlt

$$e^+ + e^- \rightarrow 2 \gamma,$$

wobei die gesamte Masse gemäß Einsteins berühmter Formel $E = mc^2$ in Energie der zwei Photonen (γ) umgesetzt wird. Das Positron war das erste Antiteilchen, das man entdeckte.

In den 50er Jahren wurde das sogenannte CPT-Theorem der Quantenfeldtheorie bewiesen, das

die Existenz von Antimaterie voraussagt. Nach diesem Theorem ändern sich die physikalischen Gesetze nicht, wenn Elementarteilchenreaktionen zeitlich umgekehrt (T von englisch time = Zeit), gespiegelt (P von Parität) und mit entgegengesetztem Vorzeichen der inneren Quantenzahlen (die auch verallgemeinerte Ladungen genannt werden; C von englisch charge = Ladung) ablaufen. Jedes Teilchen besitzt demnach ein Antiteilchen mit der gleichen Ruhmasse und der gleichen Lebensdauer sowie entgegengesetzter Ladung, entgegengesetztem magnetischen Moment und entgegengesetzten inneren Quantenzahlen.

Somit gibt es auch zu dem neutralen Neutron n ein Antineutron \bar{n} . Das Antineutron wurde 1956, ein Jahr nach dem Antiproton, bei Experimenten an einem großen Teilchen-Beschleuniger entdeckt. 1970 gelang es schließlich, einen Antiheliumkern des Isotops Helium-3 nachzuweisen. Dieser Kern besteht aus zwei Antiprotonen und einem Antineutron. Dann können sicher auch schwerere Antiatomkerne existieren und auch komplett Antiatome.

Folglich kann man sich die Frage stellen, ob vielleicht irgendwo in dem riesigen Weltall ganze Sterne aus Antimaterie bestehen, möglicherweise sogar ganze Sternsysteme. Da das Weltall nirgends völlig leer ist, müßten dann allerdings in einigen Gebieten Antimaterie und Materie aufeinandertreffen und dabei zerstrahlen. Solche Stellen hat man jedoch nicht beobachten können. Wo ist dann die Antimaterie im Kosmos? Um diese Frage zu beantworten, wenden wir uns der Frühgeschichte unseres Universums zu.

Ein kosmisches Laboratorium der Elementarteilchenphysiker

Wenn ein Physiker etwas über Elementarteilchen erfahren will, geht er gewöhnlich folgendermaßen vor. Er beschleunigt Elementarteilchen auf sehr hohe Geschwindigkeiten und läßt sie dann mit ruhenden oder entgegenkommenden Elementarteilchen reagieren. Da diese Teilchen eine hohe Energie besitzen, nennt man diesen Zweig der Physik auch Hochenergiephysik. Zur Beschleunigung der Teilchen benötigt man riesige Anlagen. In einem luftleeren Rohr rasen die Teilchen im Kreis herum, wobei starke Magnetfelder sie auf ihre Bahn zwingen. Solche Beschleuniger sind so teuer, daß häufig mehrere Länder ge-

meinsam ein Forschungsinstitut betreiben (Dubna, CERN). Vgl. auch AuR 26 (1988) 6, S. 186 u. Beil. 1-2.

Von den Astrophysikern haben die Elementarteilchenphysiker gelernt, das Universum als natürliches Laboratorium zu benutzen. Der amerikanische Astronom E. P. Hubble hatte bereits 1929 beobachtet, daß sich die Galaxien von uns weg bewegen, wobei ihre „Fluchtgeschwindigkeit“ umso größer ist, je weiter sie entfernt sind. Daraus konnte man zunächst nur schließen, daß das Universum früher sehr dicht gewesen sein muß. Bereits 1946 hatte aber G. Gamow eine Strahlung von etwa 10 K als Relikt einer hypothetischen heißen Frühphase des Universums vorausgesagt, während der Kernprozesse die beobachtete große Heliumhäufigkeit erzeugten. Zufällig entdeckten Penzias und Wilson 1965 die vorausgesagte Relikstrahlung als schwache Radiostrahlung, die aus allen Richtungen gleichmäßig auf die Erde trifft. Da das Spektrum dieser Strahlung dem eines absolut schwarzen Körpers mit einer Temperatur von etwa 3 K entspricht, wird sie auch 3-K-Strahlung genannt. Aus den beiden erwähnten Beobachtungen schließen heute die meisten Astrophysiker, daß das Universum vor 10 bis 20 Milliarden Jahren eine heiße, dichte Entwicklungsphase durchlaufen hat.

In dieser Phase besaßen alle vorhandenen Teilchen sehr hohe Energien, wie sie sonst nicht einmal in den größten Beschleunigern erreicht werden. Dann zeigten sich gänzlich neue Aspekte der Wechselwirkung zwischen den Teilchen. Gewöhnlich unterscheidet man neben der allgegenwärtigen Gravitationskraft drei Formen der Wechselwirkung von Elementarteilchen. So sorgt die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen den positiven Protonen des Atomkerns und den negativen Elektronen der Atomhülle für die Stabilität der Atome. Die schwache Wechselwirkung ist für den radioaktiven Zerfall einiger Elemente verantwortlich. Experimente in Teilchenbeschleunigern haben die theoretische Voraussage bewiesen, daß die elektromagnetische und die schwache Wechselwirkung von einer einheitlichen Ursache herrühren und bei hohen Teilchenenergien ununterscheidbar sind – man spricht dann von der elektroschwachen Wechselwirkung. Die starke Wechselwirkung sorgt als Kernkraft für die Stabilität der Atomkerne, und letztlich ist sie auch die Quelle der Energie, die

uns Kernkraftwerke liefern. Nach ihrem Verhalten gegenüber diesen Wechselwirkungen unterteilt man die Elementarteilchen in die schwachwechselwirkenden Leptonen und die starkwechselwirkenden Hadronen, zu denen die schweren Baryonen und die leichteren Mesonen gehören. Charakteristisch für die jeweilige Wechselwirkung ist, daß die Baryonenladung bzw. Leptonenladung – das ist die Differenz der Anzahl der jeweiligen Teilchen und Antiteilchen – erhalten bleibt, wobei den Mesonen eine Baryonenladung Null zugeschrieben wird.

Die Physiker sagen voraus, daß sich diese Wechselwirkungen bei sehr hohen Energien der Elementarteilchen auf eine einheitliche Urkraft zurückführen lassen. Diese Hypothese erhielt nach der englischen Bezeichnung Grand Unified Theory (Große Vereinheitlichte Theorie) die Abkürzung GUT. In Beschleunigern läßt sich die Richtigkeit der GUT nicht unmittelbar überprüfen, aber in der heißen Frühphase des Universums müßten die Elementarteilchen sich gemäß dieser Theorie verhalten haben. Wir können daher nach den Spuren suchen, die diese Prozesse hinterlassen haben. Wir werden sehen, daß eine dieser Spuren das Fehlen von Antimaterie im Kosmos ist.

Im heißen Frühkosmos

Zu einem sehr frühen Zeitpunkt herrschten im Kosmos ungeheuer hohe Temperaturen von über 10^{30} K. Die Materie befand sich im thermodynamischen Gleichgewicht. Dann hängen die Teilchenzahlen pro Volumeneinheit nur von der Masse der Teilchen und der Temperatur ab, und da Teilchen und Antiteilchen die gleiche Masse besitzen, waren sie in gleicher Anzahl vorhanden, so daß man auch auf die gleiche Menge von Materie und Antimaterie im Kosmos schließen könnte.

Die GUT sagt nun aber die Existenz von sogenannten Eichbosonen X und ihrer Antiteilchen \bar{X} voraus, die die Wechselwirkung der GUT vermitteln, wie etwa die Photonen als Quanten des elektromagnetischen Feldes die elektromagnetische Wechselwirkung vermitteln. Wie Photonen sind die X -Bosonen Elementarteilchen mit ganzähnlichem Spin, die jedoch ungeheuer schwer sind (10^{14} GeV). X -Bosonen und \bar{X} -Bosonen können unter Verletzung des Gesetzes der Erhaltung der Baryonenladung innerhalb verschiedener Zer-

fallskanäle in Teilchen mit unterschiedlicher Gesamtbaryonenanzahl zerfallen. Zieht man in Betracht, daß sich darüber hinaus die entsprechenden Zerfallswahrscheinlichkeiten der X -Bosonen ein wenig von denen der \bar{X} -Bosonen unterscheiden, so läßt sich die Entstehung eines geringen Überschusses von Teilchen gegenüber Antiteilchen beim Zerfall der Bosonenpaare erklären. Dieser wird jedoch unter den Bedingungen des thermodynamischen Gleichgewichts sofort wieder ausgeglichen. Wenn die Temperatur unter 10^{28} K gesunken ist, gerät die Materie aus dem thermodynamischen Gleichgewicht, und der zu diesem Zeitpunkt entstehende Teilchenüberschuß bleibt erhalten. Die vorhandenen Antiteilchen treffen im Laufe der Entwicklung des Universums früher oder später auf ein Teilchen, wobei beide zerstrahlen. Folglich können wir heute nur noch Teilchen (Materie), aber kaum Antiteilchen (Antimaterie) im Kosmos finden. Dagegen werden von den Zerstrahlungsprozessen sehr viele Photonen übrig bleiben. Tatsächlich kommen im Universum auf jedes Proton oder Neutron etwa eine Milliarde Photonen. Dieser Wert wird auch von der GUT vorausgesagt.

Im Laboratorium Frühkosmos kann der Elementarteilchenphysiker die große vereinheitlichte Theorie erfolgreich „prüfen“, ist dies auch auf der Erde möglich?

Zerfallen Protonen?

Die hypothetischen X -Bosonen sind so schwer, daß sie in keinem Beschleuniger künstlich erzeugt werden können. Ihre Existenz läßt sich jedoch auch in irdischen Experimenten mittelbar nachweisen. Die GUT sagt voraus, daß die Protonen aufgrund der Existenz der X -Bosonen instabil sind. Die Halbwertszeit für den Protonzerfall liegt bei den einfachsten Modellen in der Größenordnung von 10^{32} Jahren, ist also wesentlich größer als das Weltalter (20 Milliarden Jahre = $2 \cdot 10^{10}$ Jahre). Im täglichen Leben merken wir daher nichts von den Protonzerfällen. Das ist auch gut so. Ein erwachsener Mensch besteht aus mehr als 10^{28} Protonen, und wenn zu viele zerfallen würden, wäre die dabei entstehende radioaktive Strahlung tödlich.

Zur Zeit laufen an mehreren Orten der Erde Experimente, mit denen Protonzerfälle nachgewiesen werden sollen, und neue Experimente werden geplant. Aus den Beobachtungen kann

vorläufig nicht sicher auf eine Instabilität des Protons geschlossen werden. Die bisher nachgewiesene Lebensdauer der Protonen von über 10^{33} Jahren schließt sogar den einfachsten Ansatz für eine große vereinheitlichte Theorie bereits aus. Mit Spannung warten die Wissenschaftler auf neue Ergebnisse. Ein Nachweis von Protonzerfällen würde eindrucksvoll zeigen, wie die gleichen Gesetze der Mikrophysik in irdischen und kosmischen Maßstäben wirken.

*

Sonnenfleckenrelativzahlen Januar/Februar 1989

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

	Januar		Februar	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	148	198	141	174
2	173	194	144	180
3	146	174	164	203
4	120	143	133	163
5	155	174	127	131
6	142	182	127	142
7	157	188	132	143
8	135	172	161	190
9	165	230	172	194
10	190	246	192	234
11	200	287	190	235
12	229	264	216	270
13	233	260	210	237
14	201	224	208	223
15	177	198	185	231
16	164	212	195	238
17	155	191	201	270
18	160	187	163	213
19	140	194	157	174
20	126	166	169	177
21	114	159	149	182
22	165	196	142	167
23	159	219	134	158
24	142	187	153	200
25	144	193	189	204
26	152	208	176	167
27	167	215	147	164
28	172	240	128	142
29	169	221	—	—
30	157	200	—	—
31	154	209	—	—
Mittel	161,6	203,2	164,5	193,1

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen des SIDC für 1988

1988	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1	47	63	68	110	69	95	139	142	137	109	126	128
2	31	68	66	96	84	96	145	143	144	117	114	114
3	25	68	72	94	76	100	142	146	129	129	121	139
4	23	74	77	74	101	105	129	135	148	128	104	122
5	32	58	64	66	103	125	119	120	128	130	129	149
6	40	43	61	62	77	145	108	123	93	123	124	149
7	58	44	65	84	50	141	103	144	97	128	114	144
8	57	46	67	92	63	151	106	160	88	131	95	111
9	62	50	49	115	74	173	82	171	74	125	110	122
10	68	38	36	107	87	144	78	152	76	146	131	133
11	75	26	20	115	65	108	102	135	81	148	155	152
12	67	14	39	118	56	77	109	133	88	169	159	175
13	76	23	53	120	44	47	103	122	91	150	147	187
14	91	28	62	138	37	53	121	128	94	131	139	213
15	90	33	63	145	44	65	121	121	89	109	156	225
16	83	42	74	157	53	81	111	91	89	108	183	226
17	72	35	99	144	57	76	124	67	79	125	196	232
18	68	55	95	137	44	67	136	47	97	134	175	222
19	73	66	105	108	20	70	105	57	113	133	147	223
20	85	51	85	88	20	77	106	57	153	119	112	218
21	78	27	81	79	25	95	103	40	168	117	145	210
22	66	15	76	72	30	92	106	21	168	109	131	255
23	47	13	74	43	40	91	116	26	190	104	117	235
24	44	23	83	30	48	93	81	43	172	121	116	199
25	33	19	92	40	54	111	76	76	149	124	89	183
26	44	15	93	44	63	107	76	93	151	119	73	174
27	54	31	103	36	66	111	101	142	157	120	69	175
28	67	40	109	41	70	116	117	146	143	119	86	196
29	59	52	104	39	74	121	157	164	111	128	86	194
30	56	-	108	47	83	121	161	163	106	115	107	178
31	57	-	120	-	86	-	146	151	-	111	-	172
	59.0	40.0	76.2	88.0	60.1	101.8	113.8	111.6	120.1	125.1	125.1	179.2

Jahresmittel: 100.2

A. KOECKELENBERGH

Wettersatellitenbeobachtungen – unverzichtbar für die Überwachung von Wetter und Klima

H. NEUMEISTER

Das meteorologische Satellitenbeobachtungssystem

Seit etwa 1978 kann man von der Existenz eines globalen Systems meteorologischer Satelliten sprechen. Äußerer Anlaß für die damals rasch erfolgende Komplettierung dieses langfristig geplanten Systems meteorologischer Satelliten

war das 1978/79 durchgeführte Erste Globale Experiment des Globalen Atmosphärischen Forschungsexperiments, engl. FGGE, First GARP Global Experiment (GARP, engl. Global Atmospheric Research Programme). Das Satellitenystem selbst ist ein von der Meteorologischen Weltorganisation WMO im Rahmen des Systems der Weltwetterüberwachung (engl. WWW, World Weather Watch) als Bestandteil des Global Observing System (GOS) geplantes und verwirklichtes Beobachtungsprogramm. Dieses globale System meteorologischer Satelli-

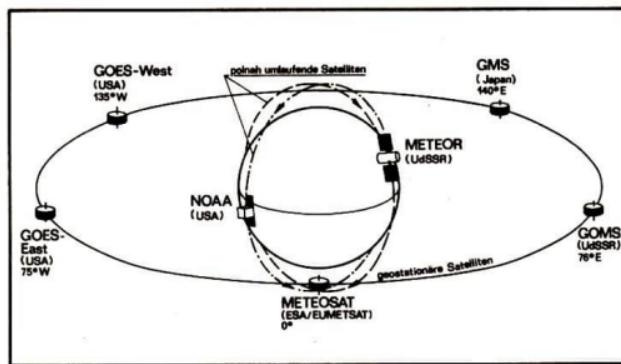


Abb. 1: Schematische Darstellung des Wettersatelliten-systems der Weltwetterüberwachung (engl. World Weather Watch, WWW)

ten besteht aus 2 Teilsystemen, dem der polnah umlaufenden und dem der geostationären Satelliten.

Das System der polnah umlaufenden Satelliten besteht bisher aus jeweils ein bis zwei funktions-tüchtigen Satelliten folgender Länder:

– USA, Typ NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Höhe rd. 850 km, Inklination rd. 99°, d. h. sonnensynchrone Bahnen, die die regelmäßige Beobachtung gleicher Gebiete in gleichen Tagesabschnitten ermöglichen.
 – UdSSR, Typ Meteor II, Höhe rd. 950 km, Inklination rd. 82°, Typ Meteor III, Höhe 1200 ... 1250 km, Inklination rd. 82°.

Das System der geostationären Satelliten besteht nominell aus fünf Satelliten in einem Längengradabstand von ca. 70 bis 75° auf folgenden Positionen über dem Äquator:

METEOSAT (ESA/EUMETSAT),	0°
GOES-East (USA),	75° W
GOES-West (USA),	135° W
GMS (Japan),	140° E
GOMS (UdSSR)	76° E

GOES – Geostationary Operational Environmental Satellite
 GMS – Geostationary Meteorological Satellite
 GOMS – Geostationary Operational Meteorological Satellite
 ESA – European Space Agency
 EUMETSAT – European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites.

Von der UdSSR erfolgte bisher noch kein Start, während sonst pro Satellit und Position meist drei Starts erfolgten.

Zur Erzielung möglichst homogener und gut vergleichbarer Daten werden in der Regel natürlich nahezu kreisförmige Bahnen benutzt.

Obwohl diese Satelliten im allgemeinen nur innerhalb einer Serie eines Startlandes bzw. einer Startorganisation in gewissen Grenzen als standardisiert angesehen werden können, gibt es den mal wechselseitig ergänzen. Dementsprechend

noch folgende Gemeinsamkeiten bzw. gleiche Entwicklungstrends:

- Ähnliche oder gleiche Meßbereiche im sichtbaren und infraroten Spektralbereich sowie künftig im Mikrowellenbereich für Zwecke der Bilddarstellung und Bildverarbeitung, für die Bestimmung der strahlungsbedingten Energiebilanz sowie für die Ableitung vertikaler Verteilungen von meteorologischen Größen (Temperatur, Feuchte, Ozon) und die Bestimmung von atmosphärischen Beimengungen, insbesondere von Spurengasen.
 - Vergleichbare geometrische und radiometrische Auflösung
 - Skandierende Abtastung („Scanning“) und damit bequemere Datenverarbeitung und zunehmende Übermittlung von Hilfsdaten, die für die Eichung erforderlich sind.
 - Zunehmend gleichzeitige Gewinnung und Funkübermittlung von analogen und digitalen Beobachtungsdaten. Funkübermittlung bei polnah umlaufenden Satelliten direkt von den Satelliten und sonst über eine Rohdatenverarbeitung an zentralen Bodenstationen und Retransmission via Satellit.
 - Übermittlung der digitalen Daten und der Daten geostationärer Satelliten vorrangig im Frequenzbereich bei 1,7 GHz und der analogen Daten (vor allem von polnah umlaufenden Satelliten) bei 137 MHz.
- Ergänzend kann man sagen, daß sich die beiden Satellitensysteme bezüglich erfaßter Gebiete, Beobachtungsfrequenz, sowie geometrischer und radiometrischer Auflösung gleichsam opti-

haben natürlich wegen der Schnellebigkeit der Wetterprozesse und wegen der erfaßten Gebiete die geostationären Satelliten in mittleren und niederen Breiten und die übrigen in hohen geographischen Breiten im allgemeinen den Vorrang. Für unsere geographische Lage kann zum Beispiel keinesfalls auf Daten polnah umlaufender Satelliten verzichtet werden. Sie liefern einerseits bei Wettereinflüssen von Nord- und Osteuropa und andererseits wegen der höheren Genauigkeit ableitbarer meteorologischer Einflußgrößen unverzichtbare Informationen.

Satelliten und der meteorologische Datenbedarf

Der „Datenhunger“ der Meteorologen ist schon sprichwörtlich. Gilt es doch von jedem – gerade aktuellem – Zeitpunkt t_0 eine möglichst vollständige Beschreibung des physikalischen Zustandes der Atmosphäre zu liefern. Das betrifft vor allem den Teil der Atmosphäre, der nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand entscheidende und auch physikalisch-mathematisch klar beschreibbare Beiträge zum Wetter bzw. zur atmosphärischen Zirkulation liefert, also vor allem von der den Löwenanteil an „Luftmasse“ in sich bergenden Troposphäre (Schicht zwischen Erdoberfläche und 8 bis 18 km Höhe; die Höhenlage ist vor allem von der geographischen Breite, der Wetterlage und der Jahreszeit abhängig).

Von den verschiedenen meteorologischen Parametern kommt der Luftfeuchtigkeit, die ebenfalls und zwar fast ausschließlich in der Troposphäre konzentriert ist, eine Schlüsselrolle zu. Ohne Luftfeuchtigkeit bzw. Wasserdampf gäbe es keine Bewölkung und ohne Bewölkung keinen Niederschlag und letztlich zumindest kein Leben auf dem Land. Luftfeuchte, Bewölkung und Niederschlag wirken verändernd auf die horizontale und vertikale Temperatur- und Druckverteilung sowie die Stabilität der Luftsichtung und somit auch auf die Luftdichte, das Windfeld und die vertikalen Luftströmungen. Es handelt sich also im Grunde genommen um ein kompliziertes System von „Rückkopplungen“ oder anders gesagt, Ursache und Wirkung bilden ein ständiges Wechselspiel. So beeinflussen beispielsweise Temperaturänderungen die Bewölkungsverhältnisse und diese wirken auf die Temperatur zurück.

Generell erfolgen wesentliche Veränderungen unter anderem über die beim Wechsel des Aggre-

gatzustandes von H_2O erforderlichen bzw. freiwerdenden beachtlichen Energiemengen, über den Energietransport durch Strahlung sowie über vielfältige kinematische und dynamische Prozesse. Letztere werden im Vergleich zur Hydrodynamik durch die Kompressibilität der Luft zusätzlich kompliziert.

Von besonderer Bedeutung sind die Randbedingungen an der Untergrenze der Atmosphäre. Hier sind vor allem der Wärme- und Wasserdampfübergang sowie der gegebenenfalls an der Oberfläche akkumulierte Niederschlag (Schnee, Überschwemmung) und Beschlag (Tau, Reif etc.) zu nennen. Diese und vorher genannte Parameter werden stark modifiziert durch die komplizierte Land-Wasser-Verteilung und die Orographie einschließlich der Reibung.

Alle diese Prozesse können im Gegensatz zu den in anderen Naturwissenschaften durchführbaren Laborexperimenten in der Meteorologie im wesentlichen nur im „Großlabor Erdatmosphäre“ erforscht werden. So nimmt es nicht Wunder, daß in den letzten Jahrzehnten wiederholt regionale und globale Großexperimente durchgeführt wurden. Diese dienten einerseits der Erkundung spezieller Erscheinungen und Prozesse wie dem Indischen Monsun oder der Konvektion in den Tropen bis hin zur Bildung der Tropischen Wirbelstürme. Andererseits hatten und haben globale Experimente – wie einleitend erwähnt – unter anderem die Zielstellung, herauszufinden, welche räumlich-zeitliche Beobachtungsdichte und welche Genauigkeit der Beobachtung man braucht, um Erscheinungen und Prozesse in den verschiedensten räumlich-zeitlichen Größenordnungen ausreichend genau und ohne unnötige Redundanz zu erfassen. Das schließt auch die Erfassung von Wechselwirkungen zwischen Erscheinungen und Prozessen verschiedener Größenordnung in sich ein. So sind unter anderem konvektive Bewölkungsformationen die Basis für die Bildung bestimmter größerer „atmosphärischer Störungen“. Zur Erfassung des geschilderten komplizierten Zustandes der Atmosphäre genügen nicht die traditionellen gleichsam *punktförmigen Bodenbeobachtungen* oder die etwa längs einer Linie erfolgenden Sondierungen der freien Atmosphäre mittels Radiosondenballonen. Die Dichte der Bodenbeobachtungen erreicht in einigen dichtbesiedelten Gebieten 50 km, aber dafür klaffen auf den Ozeanen Lücken von mehreren

tausend Kilometern. Bei Radiosondenbeobachtungen ist die Dichte wesentlich geringer. Gerade gefährliche Wettererscheinungen „schnüpfen“ nicht selten selbst durch die Maschen eines sehr dichten Stationsnetzes, wie es im Gebiet der DDR vorhanden ist. Unabhängig von ökonomischen Überlegungen lassen sich die Lücken nur durch *flächendeckende Beobachtungen* schließen. Hierfür kommen bisher Radar und Satelliten infrage. Radarbeobachtungen erfassen vorzugsweise den Niederschlag und eine lückenlose Überwachung allein aller Landgebiete würde zu teuer werden. Satelliten können hingegen beliebige Gebiete ausreichend oft und ausreichend homogen in verschiedenen Spektralbereichen erfassen, woraus sich Aussagen über eine Vielzahl meteorologischer Parameter, Erscheinungen und Prozesse gewinnen lassen. Das verwundert natürlich im ersten Moment, da alle Beobachtungen bzw. Messungen – wenn man von Aktivmessungen, z. B. mittels Satellitenradar zunächst einmal absieht – letztlich „nur“ Strahlungsmessungen und schon gar keine *in-situ*-Messungen, also keine Messungen im bzw. am Objekt Luft (bzw. Erdoberfläche) sind.

Strahlungsmessungen spielen sowohl bei der Erforschung wie bei der routinemäßigen Überwachung des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre eine bedeutende und zwar eine grundsätzlich doppelseitige Rolle. Strahlung ist sowohl als *Energieträger* wie als *Informationsträger* von meteorologisch großer Bedeutung. Das gilt natürlich in diesem Sinne auch für die Erkundung der Planetenatmosphären bzw. ganz allgemein für die Erkundung von Himmelskörpern.

Erfassung strahlungsbedingter Energieströme an der Obergrenze des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre

Für eine Bestimmung der Strahlungsbilanz an der Obergrenze des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre müssen folgende Größen ausreichend genau bekannt sein:

1. die einfallende Strahlung (= Sonnenstrahlung, d. h. die „Solarkonstante“, die streng genommen keine Konstante ist)
2. die reflektierte (remittierte) Sonnenstrahlung (vor allem im Bereich zwischen 0,3 und 5 μm)
3. die Eigenstrahlung des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre (vor allem im Bereich 3 bis 30 μm)

Die erste Größe schwankt im Jahresgang durch den unterschiedlichen Abstand zur Sonne um maximal $\pm 3,5\%$ und wird durch Satelliten- und Bodenbeobachtungen ausreichend oft und genau genug bestimmt. Die beiden anderen Größen können von Satelliten flächendeckend und so oft wie erforderlich bestimmt werden. Sie wirken sich bei kurzfristigen Prozessen (d. h. bis zu 48 Stunden) im allgemeinen nur in Größenordnungsbereichen („Scales“) kleiner 1000 km aus und sind – wenn man vom Strahlungseinfluß auf den Tagesgang absieht – erst im Zeitraum von Tagen und Wochen von großräumiger bis planetarer Bedeutung. In den zuletzt genannten Größenordnungsbereichen sind sie für Witterung und Klima (einschließlich Jahreszeiten und Jahresgang sowie zuzuordnender Klimaschwankungen) maßgeblich verantwortlich zu machen. Das ist aber noch Gegenstand der Forschung, um u. a. zu befriedigenden Klimamodellen zu kommen. Welche Veränderungen im Kenntnisstand (insbesondere welche Wirkungsweisen) sich aus Satellitenstrahlungsmessungen bereits bisher ergeben, mögen folgende Beispiele verdeutlichen:

1. Die globale Albedo des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre wurde 1917 mit 50 % (Dines), 1934 mit 41,5 % (Baur und Philipp) und unmittelbar vor der Nutzung von Satellitendaten mit rd. 35 % kalkuliert. Die vor allem ab 1965 in ausreichendem Umfang und entsprechender Qualität verfügbaren Satellitendaten führten zu einer raschen Einpegelung auf einen Wert von $29 \pm 1\%$ (von der Haar, 1968) bzw. 28 % (Schneider und Dennett, 1975). Das bedeutet natürlich, daß drastisch mehr Strahlungsenergie in das System Erdoberfläche-Atmosphäre gelangt, dort umgesetzt wird und das System auch wieder verläßt als früher angenommen wurde.
2. Bestimmte, über längere Zeit andauernde Abweichungen im Strahlungszustand der Atmosphäre erzeugen Temperaturanomalien an der Erdoberfläche, z. B. das großräumig alleinige Vorhandensein von nur tiefer, also warmer Bevölkerung, die einerseits hohe Reflexionseigenschaften für Sonnenstrahlung hat (verhinderter Energiegewinn) und andererseits relativ viel Energie in den Weltraum abstrahlt. Solche Erscheinungen treten besonders im Sommer über Ozeanen in mittleren und hohen geographischen Breiten auf.
3. Obwohl nur ca. 2 % des irdischen Wassers in

Schnee und Eis gespeichert sind, bewirken Änderungen in der Schnee- und Eisbedeckung eine zu ihrem Flächenanteil unproportional starke Veränderung der Energiebilanz durch die hohe Albedo. Diese trägt wesentlich zu Klimaschwankungen in unterschiedlichsten zeitlichen Größenordnungen bei.

Die meteorologische Überwachung des Zustandes der Atmosphäre, besonders der Troposphäre

Größenordnung und Zeitdauer meteorologischer Erscheinungen bzw. Prozesse sind untereinander gut korreliert, d. h. je kleiner eine Erscheinung ist, umso kurzebiger ist sie im allgemeinen und auch umso schwieriger vorhersagbar. Daher benötigt man gerade für Vorhersagen im Bereich von Minuten bis zu einem Tag möglichst genaue Daten in Raum und Zeit. Sind kleine Erscheinungen noch dazu relativ gefährlich wie z. B. Gewitterwolken oder Tornados, so bleibt im allgemeinen auch wenig Zeit für Warnungen vor ihnen.

Dank der Tatsache, daß Strahlung in unterschiedlichen Spektralbereichen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung und dem Zustand der Atmosphäre unterschiedlich modifiziert wird (durch unterschiedliche Emission, Reflexion bzw. Remission, Transmission bzw. Absorption) lassen sich vielfältige Informationen gewinnen. „Störungen“ wirken also informationsgewinnend.

Man kann grundsätzlich sogenannte „Fensterbereiche“ und Bereiche mit unterschiedlich starker Absorption durch Gase (H_2O , CO_2 , O_3 , O_2 usw.) unterscheiden. Gase mit einer nach Volumenprozent homogenen Zusammensetzung in Raum und Zeit (bis in Höhen von ca. 60 km, lokale Schwankungen im Umkreis von <20 km können im allgemeinen vernachlässigt werden) sind gut geeignet für die Bestimmung der vertikalen Temperaturverteilung. Hierzu gehören CO_2 (Messungen in den Bändern bei 15 und 4,3 μm) und O_2 (Messungen bei 5 mm). Bei unterschiedlicher Wellenlänge ändert sich innerhalb dieser Bänder die Absorption, d. h. die Hauptstrahlungsbeiträge kommen aus unterschiedlich hoch gelegenen Schichten der Atmosphäre. Unter Kenntnis der atmosphärischen Transmission für Strahlung kann daraus mittels sogenannter inverser Verfahren oder durch statistische Methoden die vertikale Temperaturverteilung abgeleitet werden.

In Bereichen mit Absorption durch Wasserdampf (z. B. zwischen 6 und 9 μm) läßt sich unter Kenntnis der vertikalen Temperaturverteilung der Wasserdampfgehalt der Troposphäre bestimmen und zwar in Abhängigkeit von der spektralen Auflösung des Meßbereichs entweder nur integral für die gesamte Troposphäre, nur integral für bestimmte Schichten oder mit einer gewissen vertikalen Struktur. Im wesentlichen nur experimentell erfolgten bisher Messungen im Mikrowellenbereich (u. a. bei 1,35 cm und 1,60 cm) zur Ableitung von Gesamtwasserdampfgehalt und Flüssigwassergehalt der Atmosphäre. Da im Mikrowellenbereich die Absorption von Strahlung durch Wasserdampf, Wolkentröpfchen und Niederschlag gegenüber dem thermischen Infrarot relativ gering ist, kann man bessere Informationen über diese Größen besonders aus der mittleren und unteren Troposphäre erhalten. Und gerade dort finden sehr wetterintensive Prozesse statt.

Mit der besseren Erfassung des räumlich-zeitlich sehr differenzierten Feuchtefeldes ist die Voraussetzung für die bessere Überwachung und Berechnung der Bewölkung und der darin eingebetteten Niederschlagsfelder gegeben. Aussagen über den aktuellen Zustand und die bisherige Entwicklungstendenz lassen sich am besten in Bereichen mit einer hohen Strahlungsdurchlässigkeit der wolkenfreien Atmosphäre gewinnen. Diese sogenannten Fensterbereiche sind vor allem der sichtbare Spektralbereich (VIS), das angrenzende nahe Infrarot bis etwa 1,1 μm (nIR) und die Bereiche bei 3,7 und 11 μm im thermischen Infrarot (tIR). Im Mikrowellenbereich (MW) dürfte künftig noch der Bereich bei 8 mm hinzukommen, wo Absorbergase ein Minimum haben. Alle diese Bereiche und auch der Bereich mit Absorption durch Wasserdampf bei 6,7 μm können so breit gemacht werden (d. h. Verringerung der spektralen Auflösung), daß genügend Energie zur Verfügung steht, um das geometrische Auflösungsvermögen (Bildelementgröße) auf 10 bis 0,5 km zu steigern. Solche Daten können dann sinnvoll in Bildform dargestellt bzw. verarbeitet und interpretiert werden.

Bilder in den Fensterbereichen des sichtbaren und infraroten Spektralbereichs liefern je nach Vorhandensein oder Fehlen von Bewölkung grundverschiedene Informationen. Bei Wolkenlosigkeit sind dies Angaben über

- die Schnee- und Eisbedeckung (VIS, nIR)

- den Vegetationszustand (VIS, nIR)
- den Erdbodenzustand (VIS, nIR, MW)
- die Erdoberflächentemperatur (tIR)
- bestimmte natürliche und künstliche Verunreinigungen der Atmosphäre (Staub und Sand, Rauchwolken von Waldbränden und Vulkanen etc.)

Dabei ist bei diesen Parametern eine zunehmend multispektrale Auswertung am günstigsten. So lassen sich durch Verwendung von Informationen des VIS oder nIR zunächst einmal am besten die wolkenlosen Gebiete abgrenzen, in denen mittels tIR-Daten die Erdoberflächentemperatur bestimmt werden kann.

Bei Bewölkung werden aber nicht nur Angaben über die Bewölkung schlechthin gewonnen (wie z. B. Bedeckungsgrad, Albedo und Temperatur bzw. Höhe der Bewölkung sowie den Wolkentyp), sondern es lassen sich aus der Struktur, der Oberflächenbeschaffenheit und der Anordnung der Bewölkung Aussagen über Erscheinungen und Prozesse in der Troposphäre gewinnen, die insbesondere auch für die Erfassung gefährlicher Wettererscheinungen sehr bedeutsam sind. Hierfür bilden in Zeitrafferform dargestellte Einzelbilder ein vorzügliches Hilfsmittel. Durch die Bereitstellung von Bildinformationen von METEOSAT-Satelliten ist man z. B. in Europa und Afrika grundsätzlich in der Lage, alle 30 Minuten solche Zeitraffer zu aktualisieren. Solange noch keine Bilder vom Mikrowellenbereich zur Verfügung stehen, gibt es jedoch nachts – also bei Fehlen von Bildern des VIS und nIR – in bestimmten Situationen keine eindeutigen Aussagen. Das ist vor allem bei isoliertem Auftreten dichter und geschlossener Eiswolkenfelder (Cirrus-Bewölkung) der Fall, die fast keine Hintergrundstrahlung von tieferen Schichten und damit auch keine „Informationen“ durchlassen.

Zu den aus der Bewölkung ableitbaren Informationen gehören u. a. Angaben über die Existenz, geographische Lage und spezielle Charakteristika

- der Tropischen Wirbelstürme (Hurrikane, Taifune etc.)
- von Tiefdruckgebieten und Tiefzentren
- von atmosphärischen Fronten und Konvergenzen
- von Strahlströmungen der oberen Troposphäre
- von Gebieten hoher Niederschlagswahrscheinlichkeit incl. Starkniederschlag

- von Schauer- und Gewitterbewölkung (an die im Extremfall sehr gefährliche Wettererscheinungen wie Gewitterböen, Tornados, Hagel und Wolkenbrüche gebunden sind)
- von Gebieten mit stabiler Luftsichtung, incl. Nebel- und Hochnebelgebiete, Hochdruckgebiete
- von orographischen Besonderheiten (incl. Stau, Föhn, Wirbelstraßen, Leewellenwolken).

Aus Einzelbildern und Zeitfolgen solcher Erscheinungen lassen sich selektiv sehr gut Windangaben auf der Basis statistischer Untersuchungen (z. B. bei Leewellen) oder durch die Verlagerung singulärer Punkte (kleiner Einzelwolken, auch automatisierbar) gewinnen. Darüber hinaus sind natürlich vor allem Prozeßvektoren von Interesse (Verlagerung eines Tiefs, einer Front, eines Unwetterherdes).

Damit liefern Satelliten ein breitgefächertes Informationsangebot, das aus der modernen Meteorologie nicht mehr wegzudenken ist. Und es gibt wohl kaum noch ein nennenswertes Land der Erde, das nicht über operativ durch Funkempfang direkt von Satelliten erhaltene Informationen verfügt. Diese Informationen liefern eine wesentliche, gleichsam optimale Ergänzung zu den Boden-, Radiosonden- und Radarbeobachtungen und auch für sich allein genommen – z. B. bei Ausfall anderer Datenübertragungs- und Datenverarbeitungsstrecken – ein bereits sehr gutes („Un“)Wetterüberwachungssystem. Einige Bildbeispiele mögen das Geschilderte illustrierend ergänzen.

(Vgl. das Titelbild und die Bildseite II und III.)

Seminar für Beobachter von Sternbedeckungen

Der Arbeitskreis Sternbedeckungen im KB der DDR führt auch 1989 ein Seminar in Eilenburg durch. Vorgesehen ist das Wochenende 20./21. 10. 1989. Interessenten, die nicht über das Mitteilungsblatt „SBN“ eingeladen werden, können sich noch anmelden bei: AK Sternbedeckungen, Volks- und Schulsternewarte „Juri Gagarin“, Fach 11-66, Eilenburg, 7280.

Verkaufe E-Objektiv 110/1650 mm, gut erhalten, vergütet, in Fassung für 800 M. – Detlef Herbert, Neugatterslebenstr. 5, Brumby, 3301.

Verkaufe Newton-(Wilke-)Spiegel 160/1503 mm auf azimutaler Gabelmont. (800 M) und Telementor 63/840 ohne Mont. (650 M). Matthias Schubert, Töpferstr. 3, Olbersdorf, 8809.

Was eine Größenstatistik der stellaren und planetaren Mehrfachsysteme enthüllt

ERICH LITZROTH

Da unser Milchstraßensystem, die Galaxis, viele Milliarden Sterne hat, ist es unmöglich, jeden Stern zu untersuchen, um Schlußfolgerungen über den Kosmos zu ziehen. Die Statistik bietet die Möglichkeit, aus einer begrenzten Anzahl von Sternen zu allgemeingültigen Ergebnissen zu kommen. Um Aussagen über die Verteilung physischer Größen, z. B. der Massen oder Durchmesser, zu erhalten, ist es erforderlich, eine Testmenge auszuwählen, von der diese Größen gut bekannt sind und die sich in dieser Hinsicht nicht von der Gesamtheit aller Sterne unterscheidet.

Die Größenverhältnisse in Doppel- und Mehrfachsternen

In den letzten Jahrzehnten erkannten die Astronomen immer deutlicher eine Erscheinung, die für die Entstehungstheorie der Sterne von einschneidender Bedeutung ist: Das Gros der Sterne besteht nicht – wie früher angenommen – aus isolierten Einzelsternen, vielmehr aus Doppel- und Mehrfachsternen. Als der amerikanische Astronom Kuiper 1935 erklärte, daß etwa 40 % der Sterne zu Doppelsternen gehören, fand man diese Zahl stark übertrieben. Heute erreicht der Prozentsatz der nachgewiesenen Mitglieder von Mehrfachsternen rd. 60 %, und der bekannte Doppelsternspezialist Heintz vermutet, daß die wirkliche Anzahl sogar bei 85 % liegt. Von den sechs sonnennächsten Sternen sind fünf doppelt oder mehrfach, und unlängst hat sich herausgestellt, daß sich praktisch alle Sterne vom Typ unserer Sonne in Doppel-, Mehrfach- und Planetensystemen befinden [1].

Je weiter Sterne von uns entfernt, und je kleiner sie sind, desto geringer ist natürlich die Chance, sie als Doppelsterne zu erkennen. Sicher gibt es auch noch viele Sternpaare mit sehr weiten Abständen der Komponenten, die zwar eine gemeinsame Eigenbewegung haben, doch wegen der geringen gegenseitigen Positionsänderung noch nicht als Doppelsterne erkannt werden konnten; sog. common proper motion stars (cpm-Sterne).

Der bisher festgestellte Anteil an Doppelsternen

ist infolge der unterschiedlichen Entdeckungswahrscheinlichkeit in einzelnen Auswahlgruppen verschieden. Am höchsten ist der Prozentsatz bei den hellsten und nächsten Sternen. Bei letzteren hat man immer mehr kleine Rote Zwerge entdeckt, und neuerdings führte auch die Suche nach kleinsten Brauen Zwergen („Sterne“ unter 0,08 Sonnenmasse ohne atomaren Brennprozeß) als kaum leuchtende Komponenten zu ersten Erfolgen [14]. Sogar unsichtbare Körper mit noch geringeren Massen wurden auf Grund der periodischen Bahnschwankungen des Zentralsterns mit Hilfe feinster astrometrischer Methoden nachgewiesen.

Die Verteilung der Sterne in Gruppen und Paare sowie die geringere Zahl von Einzelsternen wirft die Frage auf, wie diese Strukturen entstanden sein könnten: Haben sich die Sterne einzeln gebildet und dann zu Doppel- und Mehrfachsystemen vereinigt oder entstanden sie in größeren Gruppen, die sukzessiv zu Mehrfach- und Doppelsystemen sowie Einzelsternen zerfallen sind?

Ein Doppelsystem könnte durch „Einfang“ – unter Mitwirkung eines dritten Sterns – entstehen und eine ähnliche Konstellation könnte ebenso gut zur Auflösung eines bereits existierenden Doppelsystems führen. In hinreichend langer Zeit muß sich dann ein dissoziatives Gleichgewicht zwischen Bildungs- und Zerfallsereignissen und damit ein bestimmtes theoretisch berechenbares Verhältnis zwischen Einzel- und Doppelsternen ergeben. Demnach dürfte es nur den Millionen Teil der beobachteten Doppelsterne geben. Eine andere Variante, die davon ausgeht, daß die Sterne in größeren Gruppen in „Sternentstehungswolken“ von ein- bis hunderttausend Sonnenmassen entstehen, verlegt den Einfang in die frühe Entwicklungsphase, wo neue Protosterne eventuell enger beieinander seien und durch Turbulenz sich öfter begegnen. Natürlich würden sich hier Sterne etwas schneller zusammenfinden, aber wegen der entsprechend häufigen Störungen auch schneller zerfallen, so daß das Einfangdilemma nicht entfällt. Die Doppelsterne können also kaum durch „Einfänge“ entstanden sein. Wie sind sie dann entstanden?

Um in der Frage der Kosmogonie der Mehrfachsysteme voranzukommen, hat man seit den 40er Jahren die Größenverhältnisse der Massen und Durchmesser sowie andere Sternparameter

untersucht. Berechnet man von einer Anzahl Doppelsterne, von denen die Massen M der Sternkomponenten 1 und 2 bekannt sind, das Massenverhältnis $q = M_2/M_1$; $M_1 \geq M_2$, so verteilen sich die q -Werte zwischen 0 und 1, und man erhält einen Überblick, welche Werte am häufigsten auftreten.

Zunächst nahm man an, daß irgend eine Gaußsche Zufallsverteilung vorhanden ist, doch auf Grund von Analysen einer größeren Zahl spektroskopisch ermittelter Massenverhältnisse, die von Virginia Trimble [2] und anderen Experten vorgenommen wurden, trat eine interessante Erscheinung zutage: Die Verteilung ist „bimodal“, d. h. die meisten Doppelsterne haben ein Massenverhältnis nahe 1:1 ($q \approx 0,9$) oder 1:2 bis 4 ($q \approx 0,3$).

Die vielen 1:1-Doppelsterne schließen die Einfanghypothese endgültig aus, da das Zusammenfinden überwiegend gleichmässiger Sterne in einer Gruppe verschiedenmässiger Sterne ganz und gar ausgeschlossen ist. Man nahm deshalb an, daß wenigstens die engen 1:1-Doppelsteme durch irgend einen Halbierungsprozeß, evtl. infolge Rotationsinstabilität, entstanden sein könnten, doch blieb die Entstehung weiter Doppelsteme ungelöst. Wahrscheinlicher ist ein dialektischer Differenzierungsprozeß der Urmatte, wie aus der Struktur von Galaxiensystemen zu schließen ist [3].

Über die Realität der Spitze bei den kleineren q -Werten ist man sich noch nicht im klaren. Bei Werten unter 0,2 fallen die Verteilungskurven wegen der sinkenden Entdeckungswahrscheinlichkeit steil ab. Entsprechend der Häufigkeit kleinerer Zwergsterne ist es jedoch wahrscheinlich, daß auch sehr viele kleine B-Komponenten existieren, die neben der lichtstarken Hauptkomponente spektroskopisch nur schwer oder gar nicht erkennbar sind. Daher kann mit spektroskopischen Testmengen für q -Werte unter 0,5 kein sicheres Ergebnis erreicht werden. Zuverlässigere Statistiken erhält man aus visuellen, astrometrischen und photometrischen Beobachtungsergebnissen, deren Erarbeitung jedoch lange Zeit beansprucht, weshalb solches Testmaterial noch mengenmäßig beschränkt ist.

Bei der folgenden Untersuchung wurden zwei entsprechende Testgruppen ausgewählt. Das Balkendiagramm (Abb. 1) beruht auf einer Liste von 81 gesicherten photometrischen Doppelsternen nach S. Gaposchkin [4]; Abb. 2 fußt auf

30 Massenverhältnissen der gut bekannten Doppel- und Mehrfachsterne innerhalb 20 Lichtjahren nach P. Ahnert [5]. Letztere Liste wurde wie folgt ergänzt: 70 Oph A = 0,90 M_{\odot} , B = 0,65 M_{\odot} [6]; Stein 2051 A = 0,48 M_{\odot} , B = 0,22 M_{\odot} [7] und 9 weitere Doppelsterne mit relativ kleinen Komponenten und $q < 0,2$ [8].

In beiden Balkendiagrammen trifft wieder die bekannte Spitze bei $q \approx 0,9$ auf, dagegen hat sich die zweite Spitze nach $q = 0,5$ verschoben.

Wie ist das Zwischenmaximum bei $q = 0,5$ zu erklären? Dem 1:1-Massenverhältnis ist ein allgemeines duales Größenraster 1:2^k ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$) immanent, in welchem das 1:1-Verhältnis nur ein Spezialfall ist, so daß die Möglichkeit weiterer dualer Untergliederungen in Mehrfachsystemen besteht (z. B. 1:1/2:1/2). Diese völlig logische Schlußfolgerung aus der 1:1-Häufung ist merkwürdigerweise bisher nicht gezogen worden.

Besonders aufschlußreich sind in diesem Zusammenhang Mehrfachsysteme, die infolge günstiger Umstände noch deutlich erkennbare duale Massenverhältnisse ihrer Komponenten (A ... D) besitzen (Tabelle 1). Diese vorerst nur wenigen Exemplare sind wegen ihrer „merkwürdigen“ Massenverhältnisse vortreffliche Beweisstücke eines ursprünglichen Dualrasters.

Bei der statistischen Überprüfung der „Dual-Hypothese“ muß berücksichtigt werden, daß durch natürliche Abweichungen von den Idealwerten und eventuelle Masseverluste oder Masseaus tausch (objektive Toleranz) sowie durch die sinkende Erkennungsgenauigkeit bei kleineren q -Werten (subjektive Toleranz) gewisse Verschiebungen von den theoretisch exakten Erwartungswerten eintreten können, wodurch bestens noch ein Zwischenmaximum bei $q = 1/2$ erkennbar ist, kleinere theoretische Zwischenmaxima bei $q = 1/4, 1/8$, usw. jedoch im „statistischen Rauschen“ untergehen und praktisch nur noch ein nach kleineren q -Werten steigendes Kontinuum ergeben, dessen Begrenzung durch

Tabelle 1: Stellare Mehrfachsysteme mit dualgestuften Massenverhältnissen (Massen in Sonnenmassen) [9]

Stern	A	B	C	D	Relationen
HD 7331	1.17	1.11	1.3		1:1:1
ζ Cen	1.2	1.2	1.0		1:1:1
HD 219018	1.03	0.5	0.96		1:1/2:1
σ Eri	0.89	0.43	0.20		1:1/2:1/4
Algol	3.6	0.8	1.7		1:1/4:1/2
ε Lyr	2.2	2.0	2.1	1.9	1:1:1:1

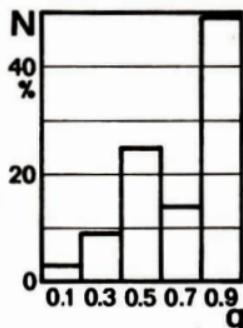


Abb. 1: Verteilung der Massenverhältnisse in 81 photometrischen Doppelsternen
(Massenverhältnis $q = M_2/M_1$; $M_1 \geq M_2$; Anzahl N in % der Gesamtmenge).

die begrenzte Erkennungsmöglichkeit kleinster q -Werte gegeben ist. Bei Vernachlässigung der kleineren Massenverhältnisse einer zuverlässigen Testmenge entsteht eine *bimodale* Verteilung, wie in Abb. 1, bei ihrer Berücksichtigung eine *trimodale* Verteilung, wie in Abb. 2.

Da die Dualstrukturierung offensichtlich nicht auf bestimmte Massegrößen beschränkt ist, könnte es sein, daß noch viele Mehrfachsysteme mit kleinen und kleinsten dualgestuften Massen existieren – z. B. auch Planetensysteme! Interessant ist, daß P. van de Kamp die Bahnstörungen von Barnards Stern auf die Existenz eines Planetensystems mit einem großen *Planetensaum* zu-

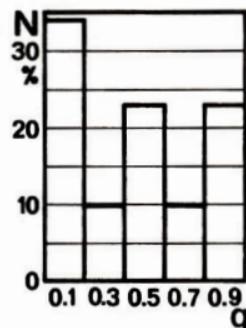


Abb. 2 (Mitte): Verteilung von 30 Massenverhältnissen der nächsten Doppel- und Mehrfachsterne.

Abb. 4 (rechts): Verteilung von 20 Größenverhältnissen planetarer Nachbarkörper über 400 km Durchmesser.

rückführt. [8] Damit erhebt sich die Frage, ob in unserem Planetensystem ebenfalls noch eine dualgestuften Größenstruktur erkennbar ist.

Die Größenverhältnisse im Planetensystem

Schon lange war den Astronomen aufgefallen, daß Erde und Venus, Uranus und Neptun sowie die Jupitermonde Ganymed und Callisto recht ähnliche Größen-, Dichte- und Substanzverhältnisse haben, weshalb sie oft als Zwillinge bezeichnet wurden. Ihre Ähnlichkeit wurde als Zufall

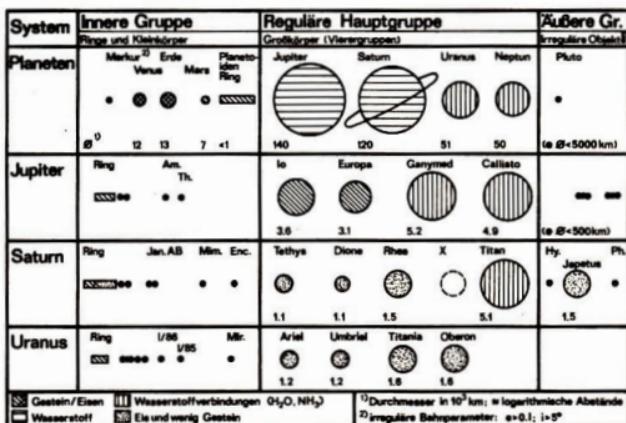


Abb. 3: Struktur der planetaren Mehrfachsysteme.

angesehen und nicht weiter beachtet – selbst dann noch nicht, als durch die Raumsonden noch mehr Mondpärchen im Jupiter- und Saturnsystem entdeckt wurden.

Als 1986 auf Grund der ergebnisreichen Voyager 2-Uranus-Erkundung die exakten Größen der Uranusmonde bekannt wurden, mußten die bis dahin unsicheren Durchmesser der vier Hauptmonde von 800, 600, 1100, 1000 km auf 1160, 1180, 1610, 1560 km revidiert werden. Damit haben nun alle vier planetaren Mehrfachsysteme, das Planetensystem und die Mondsysteme des Jupiter, Saturn und Uranus, die gleiche Struktur ihrer Hauptgruppen (Abb. 3).

Die Abb. 3 zeigt einen Überblick über die Größen, Substanzen und die Anordnung der planetaren Körper in ihren Systemen. In diesem Schema haben die Abstände einen systembezogenen logarithmischen Maßstab – außer die extremen Abstände in den Außengruppen. Für die Durchmesserscheiben wurden wegen der besseren Übersicht zwei unterschiedliche Maßstäbe gewählt, für das Planeten- bzw. die Mondsysteme, doch sind die wirklichen Werte (in 10^3 km) unter den Scheiben angegeben. Die Hauptsubstanzen wurden durch spezielle Schraffuren dargestellt. Das auffälligste Merkmal der materiellen Struktur der Systeme ist eine stark diskontinuierliche Masseverteilung jedoch mit fast kontinuierlichen Teilgruppen. In jedem System fällt zunächst eine massereiche, reguläre Hauptgruppe auf, in der 99 % der Masse des betreffenden Satellitensystems konzentriert ist. Mit einem deutlichen Massensprung von mindestens 1:10 abgesetzt, schließt sich jeweils eine z. T. lückenhafte Innengruppe mit relativ kleinen Objekten und eine nur spärlich besetzte, im Uranussystem ganz fehlende irreguläre Außengruppe an.

Bei den Hauptgruppen fallen sofort die vielen ähnlichen Paares ins Auge. Auch in den inneren Gruppen, gibt es mehrere Paares: Venus-Erde, die Monde Metis-Adrastea, Prometheus-Pandora, Janus-Epimetheus, Mimas-Enceladus; doch scheinen hier die Großkörper einige Störungen in der Regelmäßigkeit verursacht zu haben, was besonders für das Jupiter- und Uranussystem zutrifft.

Große Beachtung verdient die *systematische Struktur* der Hauptgruppen: *Jede Hauptgruppe besteht aus vier Großkörpern, von denen sich je zwei in Größe und Substanz ähneln.*

Diese Zweipaarigkeit der Vierergruppen scheint

im Saturnsystem nicht ganz zuzutreffen, denn Rhea und Titan weichen in Größe und Substanz erheblich voneinander ab und können nicht als gleichartige Partner bezeichnet werden. Beachten wir jedoch, daß in der regulären Abstands-anordnung zwischen Rhea und Titan eine Lücke existiert [10], so könnte sich an dieser Stelle einmal der „untreue“ Partner „X“ der Rhea befunden haben. Aber wo sollen wir ihn suchen? Betrachten wir die „Umgebung“, so drängt sich die Vermutung auf, daß der irreguläre Japetus der ehemalige Partner der Rhea gewesen sein kann, denn der „Steckbrief“ über die Körperf-eigenschaften des Gesuchten trifft genau auf ihn zu. Dann muß aber der massereiche Titan früher einmal in seiner näheren Umgebung wie ein Zentralkörper gewirkt und den Japetus in einem Swingby-Vorgang auf die irreguläre Außenbahn abgelenkt haben. Tatsächlich ist die Potentialdif-ferenz der Innen- und Außenbahn zu Titan etwa gleichgroß.

Relikte dieses Vorgangs, der sicher mit kurzzeitig vulkanischer Energiedissipation verbunden war, sind wahrscheinlich die einseitige Bedeckung der Japetusoberfläche mit teerähnlicher Substanz und der von R. Vasundhara 1984 entdeckte breite „RuBring“ in der vermutlichen alten Jape-tusbahn [11]. Der Nachweis des mechanischen Ablaufs und die Rekonstruktion der Be-dingungen ist eine interessante Herausforderung an die Himmelsmechaniker.

Mit den vier planetaren Mehrfachsystemen läßt sich eine Größenstatistik aufstellen, in der die q -Werte aus der Größe der Nachbarobjekte in ihrer Abstandsfolge gebildet werden. Da die Massen wesentlich ungenauer bekannt sind als die Durchmesser (für die Massen der planetaren Körper beträgt die durchschnittliche Unsicherheit etwa 15 %, für die Durchmesser nur 1,4 %), empfiehlt es sich, letztere zu verwenden, die auch wegen $M \sim D$ keine wesentlich abweichenden Ergebnisse bringen würden (q -Werte siehe [12]). Die q -Verteilung zeigt Abb. 4. Die Ähnlichkeit mit Abb. 1 und 2 fällt sofort auf. Ausgeprägt ist auch hier die Spitzte bei $q \approx 0,9$ die besagt, daß die planetaren Systeme überwiegend aus Zwillingspaaren bestehen. Die Werte $q < 0,8$ repräsentieren die Relationen der „Nichtpaare“. Die fehlende Spitzte bei sehr kleinen q -Werten (ähnlich Abb. 1) ist durch die Ausschließung der planetaren Körper unter 400 km Durchmesser bedingt. Die Statistik zeigt, daß die in allen

Systemen vorhandenen Zwillingspaare wegen ihrer Häufigkeit und ihres *systematischen, reihenweisen Auftretens* nicht auf zufälligen Streuungen beruhen können, sondern ein bisher unbeachtetes *typisches Strukturmerkmal der planetaren Mehrfachsysteme* sind (statistische Sicherheit 99 % [12]).

Die Paare sind nicht sporadisch angeordnet, sondern nach einem System, denn die Hauptgruppen bestehen aus Vierergruppen und der reguläre Teil der Systeme (innere und Hauptgruppe) deutet auf eine ursprüngliche 8-Gliedrigkeit hin, was noch im Planeten- und Saturnsystem zu erkennen ist. Von den regulären Großkörpern gehört nur Titan zu den „*Einzelobjekten*“, den Körpern der Strukturstufe $k = 0$. Somit läßt sich feststellen, daß auch die planetaren Systeme eine duale Grundstruktur (2^k) besitzen.

Die Größenstatistik über die planetaren und stellaren Mehrfachsysteme enthüllt deren gemeinsame Dualstruktur. Demnach sind Monde, Planeten und Sterne nach dem gleichen Bildungsprinzip entstanden.

Die duale Gliederung der planetaren Systeme, die absolut nicht zu den Vorstellungen von ursprünglichen homogenen Nebelscheiben paßt, hat natürlich unabsehbare kosmogonische Konsequenzen! So muß sich die große Massereduzierung an leichtflüchtigen Substanzen (H, He u. a.) nicht in der „präplanetaren Nebelscheibe“ oder in den „präsatellitischen Nebelscheiben“, sondern bei bereits existierenden protoplanetaren Körpern abgespielt haben, und zwar nicht nur infolge der Wärmewirkung der Sonne, sondern durch energetische Wechselwirkung aller anfangs sehr massereichen Körper, wobei die großen Zentralkörper die größte Wirkung ausüben. Die kalten Urmassen der Körper sind deshalb in der Frühzeit reziprok zum Abstand vom jeweiligen Zentralkörper erhitzt und durch Verlust von leicht- und mittelflüchtigen Substanzen reduziert worden.

Demnach müßte eigentlich in den Systemen ein monotoner Größenanstieg der Satelliten von innen nach außen vorhanden sein. Im großen ganzen stimmt das auch, bis auf die Paare und die Umkehrung der allgemeinen Größentendenz im Planetensystem innerhalb der zwei Vierergruppen.

Diese Diskrepanzen werden erst verständlich, wenn wir annehmen, daß die Paare ursprünglich rotierende Doppelsysteme bildeten, die zugleich

ihren Zentralkörper umkreisten, wodurch die Komponenten eines Paares einen ähnlichen Masseverlust erlitten. So könnten sich z. B. die vier großen Jupitermonde, deren etwa gleichgroße Gesteinskerne auf gleiche Ursprungsmassen hindeuten, aus einem Vierfachsystem ähnlich dem stellaren ε -Lyr-Vierfachsystem (Masserelationen etwa 1:1 + 1:1) gebildet haben. Das innere Doppelsystem Io-Europa hatte natürlich einen höheren Masseverlust, als das äußere von Ganymed-Callisto.

Bei der Auflösung der bereits weit ausgedehnten Doppelsysteme hängt es dann von dynamischen Bedingungen und äußeren Störungen ab, welche Komponente bei der Systemauflösung auf die Innen- und welche auf die Außenbahn gerät. Erste Computersimulationen eines fiktiven Systems lieferten bereits Bahnwerte, die in etwa der Realität entsprechen.

Infolge der variablen Bedingungen in der Frühphase der stark wechselwirkenden Vielfachsysteme (Achtfach-, Vierfach- und Doppelsysteme) könnten bei ihrer stufenweisen Auflösung die „Plätze“ innerhalb der Paare oder sogar innerhalb von Vierergruppen „vertauscht“ worden sein. Das Planetensystem paßt jedenfalls erst dann in die allgemeine Tendenz der Größenzunahme von innen nach außen, wenn innerhalb der beiden regulären Vierergruppen die heutige Reihenfolge „umgekehrt“ wird. So könnte der in Sonnenhöhle bereits dezimierte und innerlich zerstörte kleinste Protoplanet, aus dessen späterer allmäßlicher Auflösung wahrscheinlich der Planetoidenring hervorging, das innerste Objekt und der große Jupiter das äußerste des frühen Planetensystems gewesen sein. Damit würde auch endlich das „Fehlen“ eines inneren Ringes im Planetensystem, die Kleinheit des Mars und die unpassend hohe Dichte der Uranus- und Neptunmonde und viele andere „Rätsel“ verständlich werden.

- Lit.: [1] Abt., H. u. a.: Bull. Am. Astron. Soc. 7/2 (1975) 268. – [2] Trimble, V.: Astron. J. 79 (1974) 967. – [3] Litzroth, E.: Astron. u. Raumf. 26 (1988) H. 2, 38. – [4] Gaposchkin, S.: S. 228 in [13]. – [5] Ahnert, P.: Kleine prakt. Astronomie; Barth, Leipzig, (1986) 146. – [6] Van de Kamp, P.: S. 221 in [13]. – [7] Strand, K. A.: Astron. J. 82 (1977) 745. – [8] Van de Kamp, P.: Astron. Nachr. 303 (1983) 98. – [9] Duquennoy, A.: Astron. Astrophys. 178 (1987) 114. – [10] Litzroth, E.: Astron. u. Raumf. 24 (1986) H. 5, 141. – [11] Vasundhara, R. u. a.: Nature 312 (1984) 621. – [12] Litzroth, E.: Gerlands Beitr. Geophysik 96 (1987, Sonderheft) 34. – [13] Encyclopedia of Physics, Vol L.; Springer 1958, Hrsg. S. Flügge. – [14] Zuckermann, B. u. a.: Nature 300 (1987) 198.

Mitteilungen zur Astronomie des Altertums

JENS ROHARK

1. Wann begann der Maya-Kalender?

„Der verblüffend genaue Maya-Kalender begann mit dem Jahr 4 Ahau 2 Cumhu“, was in unsere Zeitrechnung übertragen, der 12. August 3113 v. Chr. war . . .**

Man hat bis heute keine Erklärung dafür gefunden, warum die Maya gerade diesen Tag und dieses Jahr zum Ausgangspunkt nahmen. Man hat vermutet, daß sie vielleicht auf ein bestimmtes astronomisches Ereignis zurückgerechnet haben, doch ist uns keines bekannt. [1] Im Buch „Wieviel Monde hat ein Jahr?“ von S. I. Seleschnikow heißt es: [2], „Diego de Landas „Mitteilungen über die Angelegenheiten in Yukatan“ sind die Hauptquelle der Geschichte und Ethnographie der Maya während der spanischen Eroberung. In diesem Buch gibt Landa die von den Maya benutzten Monatsnamen und Schriftzeichen an, außerdem ordnete er sie dem Julianischen Kalender zu. Aus dieser Quelle geht hervor, daß das Jahr am 16. Juli begann. Diesem Tag entsprach der erste Tag des Monats Pop, d. h. des ersten Monats im Jahr. Das Jahr endete am 10. Juli – am letzten Tag des Monats Cumhu. Die übrigen fünf Tage des Jahres waren die ‚Tage ohne Namen‘. Sie bildeten gleichsam den 19., aber kürzesten Monat des Jahres, den ‚Uayeb‘. Die fünf Tage Uayed waren Festtage zu Ehren eines Gottes, der Schutzpatron für das folgende Jahr war. Nach einer Vermutung des französischen Wissenschaftlers Jean Genet war im Altertum der erste Monat nicht der Pop, sondern der Yaxkin. Seine Annahme gründete er darauf, daß der Monat Xul, der ‚Ende‘ bedeutet, der letzte Monat des Jahres war und am 17. Dezember endete. Danach kamen, seiner Vermutung zufolge, die fünf ‚Tage ohne Namen‘ und es begann wieder ein neues Jahr, dessen erster Tag auf den 23. Dezember fiel. In diesem Fall wäre der Jah-

resanfang etwa mit der Wintersonnenwende zusammengefallen. Interessant ist dabei, daß das Wort ‚Yaxkin‘ soviel wie ‚Neue Sonne‘ bedeutet. „Die Tabelle der Maya-Monate nach Thompson (a) beginnt am 13. November. Stellt man eine Tabelle nach Genet auf (b), beginnt der Yaxkin am 23. Dezember.“

Die Fakten, die Genet nannte, könnten schon allein ein Grund sein, den Genet-Kalender zu benutzen. Auf den überzeugendsten Beweis ist Genet leider nicht gekommen. Er hätte ihn erhalten, wenn er seine Korrelation entwickelt hätte. Da man bei jeder Korrelation stets vom Ausgangsdatum (was sich auf eine bestimmte Bezeichnung bezieht) ausgeht, muß man zählen, um wieviel sich die Bezeichnung der Tage ändert. Vom 13. 11. bis 23. 12. sind es 40 Tage. Diese zum 12. August 3114 v. u. Z. (nach Thompson) addiert – ergeben den 21. September. Der 22. September (im Schaltjahr) ist der Herbstanfang. (Ein Tag Fehler pro 5000 Jahre ist sicherlich verzeihlich) Wäre die Genet-Korrelation falsch, müßte folgendes Zufall sein:

1. Das Maya-Jahr beginnt mit der Wintersonnenwende (Tage werden wieder länger . . .).
2. Der Yaxkin, als erster Monat, heißt „Neue Sonne“ (zur Wintersonnenwende! . . .).
3. Der Monat Xul, als letzter zwanzigtagiger Monat, heißt „Ende“.
4. Die Maya-Epoche beginnt nicht an einem beliebigen Tag, sondern am Herbstanfang.

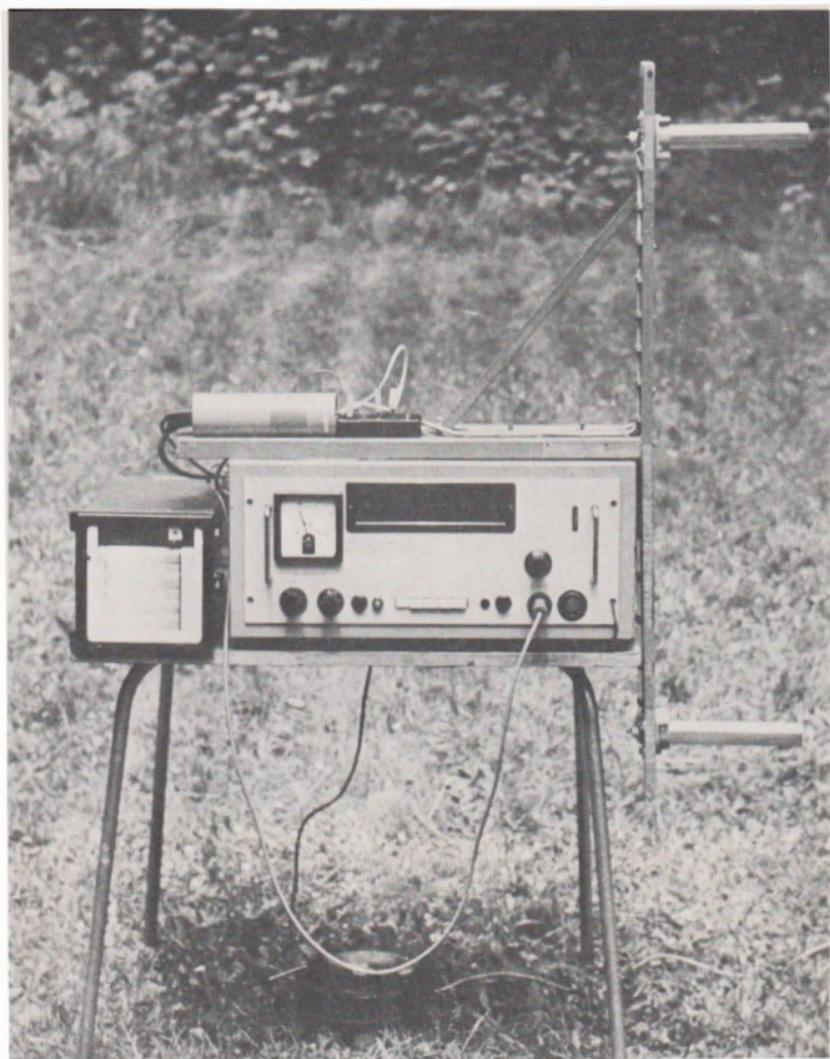
Tabelle der Maya-Monate nach Thompson (a) und nach Genet (b)

a)	b)
1 Pop	16. 07.–04. 08. Yaxkin 23. 12.–11. 01.
2 No	05. 08.–24. 08. Mol 12. 01.–31. 01.
3 Zip	25.08.–13. 09. Chem 01. 02.–20. 02.
4 Zotz	14. 09.–03. 10. Yax 21. 02.–12. 03.
5 Tzec	04. 10.–23. 10. Zac 13. 03.–01. 04.
6 Xul	24. 10.–12. 11. Ceh 02. 04.–21. 04.
7 Yaxkin	13. 11.–02. 12. Mac 22. 04.–11. 05.
8 Mol	03. 12.–22. 12. K'an-K'in 12. 05.–31. 05.
9 Chem	23. 12.–11. 01. Muuan 01. 06.–20. 06.
10 Yax	12. 01.–31. 01. Pax 21. 06.–10. 07.
11 Zac	01. 02.–20. 02. K'ayab 11. 07.–30. 07.
12 Ceh	21. 02.–12. 03. Cumhu 31. 07.–19. 08.
13 Mac	13. 03.–01. 04. Pop 20. 08.–08. 09.
14 K'an-K'in	02. 04.–21. 04. No 09. 09.–28. 09.
15 Muuan	22. 04.–11. 05. Zip 29. 09.–18. 10.
16 Pax	12. 05.–31. 05. Zotz 19. 10.–07. 11.
17 K'ayab	01. 06.–20. 06. Tzec 08. 11.–27. 11.
18 Cumhu	21. 06.–10. 07. Xul 28. 11.–17. 12.
(19) Uayeb	11. 07.–15. 07. Uayeb 18. 12.–22. 12.

* Die exakte Angabe wäre 0.0.0.0.0. 4 Ahau 2 Cumhu.

** Diese Korrelation stammt von J. E. Thompson.

Er setzte das astronomische (rechnerische) Jahr „minus 3113“ dem Jahr 3113 v. u. Z. gleich, was falsch ist, da wir kein Jahr Null haben. Es muß also heißen: „3114 v. u. Z.“



Zum Beitrag S. 83: „Beobachtung der kosmischen Strahlung – neues Arbeitsgebiet der Amateurastronomie?“

Abb. 1 zeigt den vom Autor verwendeten Versuchsaufbau zur Detektierung der kosmischen Strahlung. Gemessen wurde mit nur einem Zählrohr. (Foto: C. Glaubitz)



Zum Beitrag S. 69: Wettersatellitenbeobachtungen – unverzichtbar für die Überwachung von Wetter und Klima

Abb. 2: METEOSAT-2-Aufnahme im Bereich der reflektierten Sonnenstrahlung (sichtbarer Spektralbereich und nahe Infrarot zwischen 0,4 und 1,1 μ m), 18. 9. 1986, 12.00 Uhr UTC, Raum Afrika-Atlantik-Europa. In dem mittleren und hohen geographischen Breiten beider Hemisphären sind langgestreckte Wolkenbänder zu sehen. Sie sind an markante atmosphärische Fronten gebunden. Ebenfalls hochreichende und vertikal mächtige, allerdings fleckenhaft erscheinende Bewölkung ist im Bereich des Äquators über Afrika anzutreffen. Sie steht in Verbindung mit Schauern und Gewittern. Hingegen sind die flächenhaften, zellularen Wolkenfelder westlich von Namibia und Angola zwar konvektiven Ursprungs, aber durch stabile Schichtung in mittleren Höhen (2 bis 3 km) im Bereich eines subtropischen Hochdruckgebietes vertikal begrenzt. Auffällig hell erscheinen die Sandflächen am Südrand der Sahara. Insgesamt gewinnt man beim Betrachten des Bildes den Eindruck, daß global gesehen „überwiegend heiter“ (vgl. mittlere globale Albedo von 29 %) offensichtlich typisch ist.

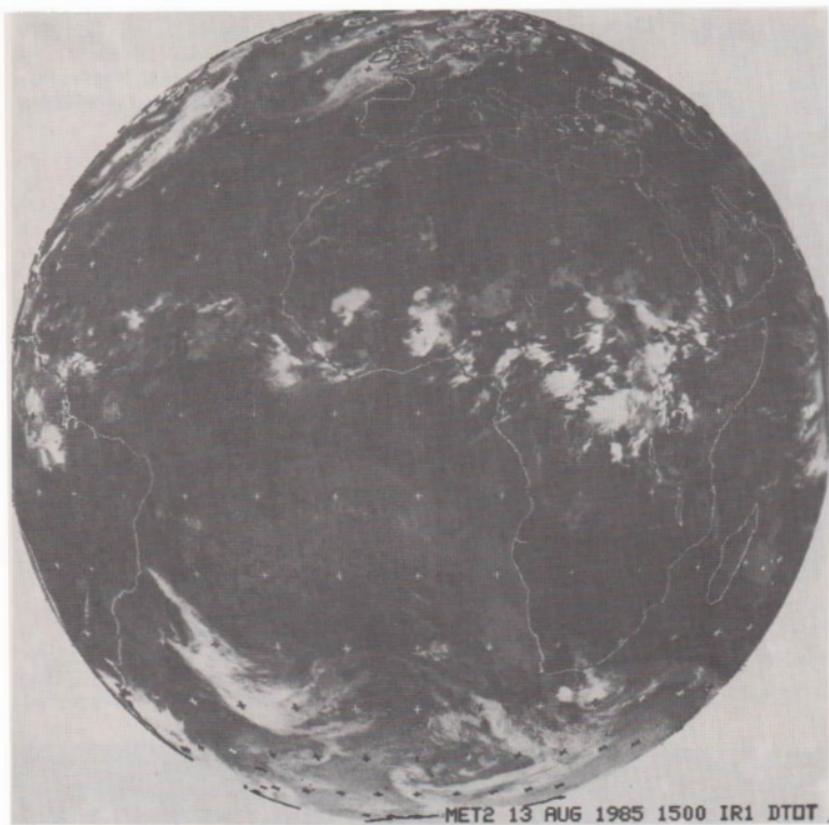


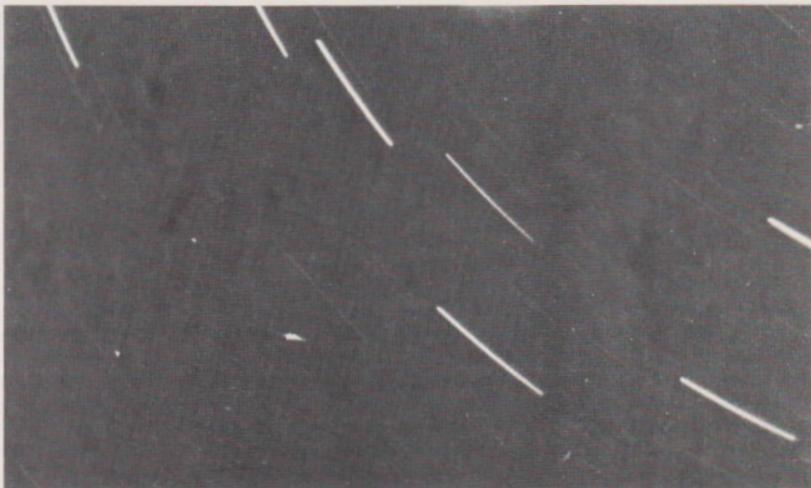
Abb. 3: METEOSAT-2-Aufnahme im Bereich der Eigenstrahlung des Systems Erdoberfläche-Atmosphäre (thermisches Infrarot zwischen 10,5 und 12,5 μm), 13. 8. 1985, 15.00 Uhr UTC, gleiches Gebiet wie Abb. 2. Die Helligkeitsabstufung reicht im vorliegenden Bild von Schwarz (entspricht hohen Temperaturen größer etwa 25 °C an der Erdoberfläche) über Grau (z. B. relativ warme Wolkenobergrenzen der Zellularkonvektion über dem Südatlantik) bis Weiß (mit etwa -40 bis -80 °C sehr kalte Oberflächen hochreichender Bewölkung). Damit besteht die Möglichkeit einer relativ guten Höhenbestimmung der Bewölkung und eine Bestimmung der Temperatur der Erdoberfläche in wolkenarmen Gebieten.



Abb. 1: Für das Fischaugenobjektiv 3,5/30 wurde ein Kassettenansatz für das Format 9·12 cm² gebaut. Er enthält zugleich den rotierenden Shutter, der für weiter auszuwertende Meteorfotografien unerlässlich ist.

Zum Beitrag S. 85: Astrofotografie mit extremen Weitwinkelobjektiven.

Abb. 2: Kurze Meteorspur in UMa am 13. 2. 1988. Die Aufnahme mit dem 3,5/30 ist ab 22^h59^{min}55^s MEZ 28 min 25 s auf NP 27 (Planfilm) belichtet. Hier ist nur ein kleiner Ausschnitt wiedergegeben.



Die Genet-Korrelation: $JT = MD + 584325^d$
(21. 9. 3114 v. u. Z.)
JT ... Julianischer Tag; MD ... Maya-Datum

2. Das Platonische Jahr der Sumerer

Im Artikel „Rätsel des Altertums“ des „Sputnik“ 9/86 von Alexander Gorbolski heißt es: „In unserer Epoche befindet sich die Sonne während der Tag- und Nachtgleiche im Sternbild Fische. Vor 2000 Jahren befand sie sich im Sternbild Widder und davor – in der Periode der frühen Sumerer – im Sternbild Zwillinge.“

Ein voller Zyklus der Bewegung des Firmaments dauert 25920 Jahre. Diese Zahl finden wir in zahlreichen Texten der Sumerer, so in den Tempelbibliotheken von Nippur und Sippar“. Dieser Fakt ist beeindruckend. Denn fast 26000 Jahre haben Menschen den Himmel noch nicht erforscht. Aber bei relativ genauer Beobachtung sind die Sumerer sicherlich darauf gekommen,

daß die Verschiebung des Frühlingspunktes auf der Ekliptik jährlich etwa 50 Bogensekunden beträgt. Dann wird man sich aber gefragt haben, wieviel Jahren einer ganzen Umdrehung des Firmaments das entspricht. Die Umrechnung ist einfach (auch für einen Sumerer!)

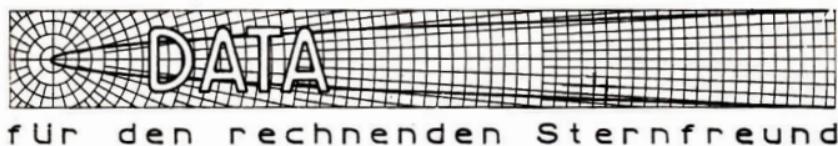
$$50^{\circ} \approx 0,0138^{\circ}/\text{a}$$

$$(0,0138^{\circ}/\text{a})^{-1} = 72^{\circ}/\text{grd}$$

$$72^{\circ}/\cdot 360^{\circ} = 25920 \text{ Jahre}$$

Man sieht, daß 50° jährliche Verschiebung nicht irgendeinem Wert, sondern genau 25920 Jahren entsprechen. Der tatsächliche stimmt mit diesem zufällig fast überein. Das Problem läuft lediglich auf die Rechengenauigkeit hinaus. Vielleicht hielten die Sumerer nicht viel davon. Das sollte man ihnen aber nicht vorwerfen. An uns liegt es, wie wir Fakten deuten.

Lit.: [1] Thor Heyerdahl: Tigris. 3. Aufl. 1985, Volk und Welt, Berlin, S. 264. – [2] S. J. Seleschnikow: Wieviel Monde hat ein Jahr? Verlag MIR, Moskau und Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin 1981, S. 138.



Sonnenfinsternisse

ANDREAS DILL

Teil 2: Zentrallinien

Wir beschreiben nun ein Verfahren, mit dessen Hilfe grundlegende Daten und Charakteristika von Zentrallinien totaler oder ringförmiger Sonnenfinsternisse zu ermitteln sind. Ausgangspunkt sind dabei die Besselschen Elemente einer Finsternis (s. Teil 1, AuR 2/89, S. 58f.).

Um den Gesamtverlauf einer Zentrallinie abzubilden, wird man in der Regel Punkte dieser Linie in regelmäßigen Zeitabständen berechnen. Die Größe dieser Zeitabstände ist wesentlich von der angestrebten Präzision des Linienverlaufes bestimmt. Aber selbst für Expeditionsplannungen reicht ein 5-Minuten-Abstand oft völlig aus.

1. Hilfsgrößen

Zunächst errechnet man für einen gegebenen (gewünschten) Zeitpunkt T die zugehörigen Besselschen Elemente, ausgenom-

men l_1 und $\tan f_1$, die hier nicht benötigt werden. Weiter ermittelt man die stündlichen Änderungen von x , y und μ . Bei Benutzung der Polynome aus Teil 1 unseres Beitrages geschieht das durch die Gleichungen (mit $t = T - T_0$)

$$x' = x_1 + 2x_2t + 3x_3t^2$$

$$y' = y_1 + 2y_2t + 3y_3t^2$$

$$\mu' = \mu_1$$

Dann werden folgende Hilfsgrößen auf sieben Stellen genau bestimmt:

$$b = -y' + 0,01745329(x \sin d) \mu'$$

$$c = -x' + 0,01745329(y \sin d + l_2 \tan f_2 \cos d) \mu'$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{1 - 0,0067227 \cos^2 d}}$$

$$y_1 = \omega y$$

$$d_1 = \arcsin(\omega \sin d) = \arccos(0,996633 \omega \cos d)$$

2. Geografische Koordinaten des Schattenzentrums

Die geografischen Koordinaten des Schattenzentrums (Schattenachse) sind, bezogen auf Meeresspiegelhöhe, aus folgenden Gleichungen abzuleiten:

Mit $B = \sqrt{1 - x^2 - y^2}$ (ergibt sich unter der Wurzel ein Wert < 0 , so befindet sich die Schattenachse zu diesem Zeitpunkt nicht auf der Erdoberfläche) ermittelt man die geozentrische geografische Breite ϕ_1 und den Stundenwinkel H :

$$\phi_1 = \arcsin(y_1 \cos d_1 + B \sin d_1)$$

$$H = \arctan\left(\frac{x}{-y_1 \sin d_1 + B \cos d_1}\right)$$

Die geografische Breite ϕ des Schattenzentrums ist dann

$$\phi = \arctan(1.003378 \tan \phi_1)$$

Bei Ermittlung der geografischen Länge erhält man zunächst die Ephemeridenlänge λ_e (gezählt westwärts von Greenwich):

$$\lambda_e = \mu - H$$

Die wahre geografische Länge λ ergibt sich nach Anbringen einer Korrektur, die von dem aktuellen Wert der Größe ΔT , der Zeitdifferenz von Weltzeit UT und Ephemeridenzeit ET (= ΔT), abhängt. Wie innerhalb der DATA-Serie schon mehrfach dargestellt wurde (s. AuR 6/87, S. 177/178), ist ΔT nicht genau vorherzusagen, so daß die exakte Korrektur strenggenommen erst am Tag der Finsternis in Kenntnis der Größe von ΔT erfolgen kann. Aus heutiger Sicht (im Jahre 1989) scheint es am wahrscheinlichsten, daß ΔT von +58° Anfang der neunziger Jahre auf +62° Ende dieses Jahrhunderts ansteigen wird. Unter Berücksichtigung dessen wird man schon recht genau Daten erhalten, die dann kaum noch korrekturbedürftig sein werden. Die geografische Länge λ ist (mit ΔT in Sekunden)

$$\lambda = \lambda_e - 0,004166 \Delta T$$

Die geografische Breite ist von ΔT unabhängig.

3. Zusätzliche Daten

Am eben berechneten Punkt der Zentralellinie und während der zentralen Phase ist die Höhe der Sonne über dem Horizont

$$h = \arcsin(\sin d \sin \phi + \cos d \cos \phi \cos H)$$

Die Dauer der zentralen Phase (Totalität oder Ringförmigkeit) an dieser Stelle der Zentralellinie ergibt sich aus

$$\text{Dauer} = 120 L_2 / n \text{ Minuten}$$

mit

$$L_2 = l_2 - B \tan f_2$$

$$a = c - 0.01745329 B \mu' \cos d$$

$$n = a^2 + b^2$$

Das Vorzeichen von L_2 zeigt, um welchen Typ der zentralen Finsternis es sich an diesem Ort handelt: $L_2 > 0 \rightarrow$ ringförmig; $L_2 < 0 \rightarrow$ total.

Die Breite der Zone (von Totalität oder Ringförmigkeit) kann mit den Näherungsformeln

$$K = \sqrt{B^2 + \frac{(xa - yb)^2}{n^2}}$$

$$\text{Breite} = \frac{2L_2}{K} 6378 \text{ Kilometer}$$

ermittelt werden.

Die Werte von Dauer und Breite gelten natürlich nur für einen angenommenen mittleren Mondrand. Unebenheiten im Mondrandprofil können hier Abweichungen von einigen Sekunden und Kilometern bedeuten. Bei der Berechnung Besselscher Elemente wird darauf meist schon Rücksicht genommen, indem man bei der Ermittlung des Kermitschattenkonkavus einen etwas kleineren mittleren Mondradius annimmt, als bei der des Halbschattenkonkavus. Bei den Besselschen Elementen in Teil 1 unseres Beitrages lautet das angenommene Größenverhältnis Mondradius zu Äquatorradius der Erde für den Halbschatten $k = 0,272481$, für den Kermitschatten $k = 0,0272274$. Damit wird z. B. global der Umstand berücksichtigt, daß die Totalität einer Sonnenfinsternis schon in dem Moment vorbei ist, wenn erste Sonnenstrahlen durch ein tiefes Mondtal scheinen, einige Sekunden, bevor der „mittlere“ Mondradius die Sonne freigeben würde.

Beispiel: Die Position des Schattenzentrums während der totalen Sonnenfinsternis vom 11. 8. 1999, 11°05' UT, ist zu ermitteln. Mit $t = 0^{\circ}083333$ sind die Besselschen Elemente (AuR 2/89, S. 58.) zu diesem Zeitpunkt $x = 0,115358$, $y = 0,492796$, $d = 15^{\circ}32634 \mu 344^{\circ}93766$, $l_2 = -0,003633$. Weiter haben wir $\mu' = 15^{\circ}002983$ und $\tan f_2 = 0,0045900$. Stündliche Änderung von x und y :

$$x' = 0,5442966 \quad y' = -0,1185122$$

$$b = 0,1264963 \quad c = 0,5783996 \quad \omega = 1,0031413$$

$$y_1 = 0,494344 \quad d_1 = 15,37567$$

$$B = 0,862464$$

$$\phi_1 = 44^{\circ}8562 \quad \phi = 44^{\circ}9528 = 44^{\circ}57'2$$

$$\lambda_e = 335^{\circ}5864 \Delta - 24^{\circ}4135 \text{ (O. L.)}$$

$$\text{mit } T = +62^{\circ} \quad \lambda = -24^{\circ}6718 = 24^{\circ}40'3 \text{ östl. Länge}$$

Der Blick in einen Atlas zeigt, daß sich das Zentrum des Kermitschattens zu diesem Zeitpunkt etwa 20 km nordwestlich der rumänischen Stadt Pitești befinden wird. Die weiteren Rechnungen, für die wir hier keine Zwischenwerte anführen, ergeben: Die Dauer der Totalität wird an diesem Punkt der Zentralellinie 2 min 23 s betragen, während die Sonne zur Zeit der Totalität 59° über dem Horizont steht. Die Totalitätszone wird dabei eine Breite von 112 km besitzen.

Lit.: Meeus, Grosjean, Vanderleen: Canon of Solar Eclipses. Pergamon-Press 1966.

Verkaufe Telemator 63/840 m. elektrischer Nachf., Fünffach-Okularrevolver, Barlowlinse, Sonnenfilter, Farbglasrevolver, 6 mm- Okular (zus. f. 2800 M). – Polenske, Harnischdorferstraße 16, Groß Oßnig, 7501.

Verkaufe Zeiss-Refr. 80/1200 mm., Vergr. 30-200x (3000 M), Cassegrain-Spiegelteleskop 150/900/2250, Vergr. 56-375x (7400 M) mit Ergänz.-Teilen. – Dietmar Haase, Tel. 3844, Max-Reger-Str. 6, Mühlhausen, 5700.

Suche 50/540 mm-Teleskop m. Okularen f = 10 mm u. 12,5 mm sowie faltbare oder drehbare Sternkarte. – Andy Müller, Bahnhofstraße 101, Bergwitz, 4401.

Verkaufe Newton-Optik 200/1400 (neu) für 600 M. – Thomas Kreubel, Okkenstraße 26, Jena, 6900.

Beobachtungshinweise

Beobachtung der kosmischen Strahlung – neues Arbeitsgebiet der Amateurastronomie?

CLEMENS GLAUBITZ

Mehr als 75 Jahre nach der Entdeckung der kosmischen Strahlung durch V. F. Hess sollten die Amateurastronomen mit vertretbarem technischen Aufwand in der Lage sein, sich ein drittes Fenster neben der optischen und radioastronomischen Beobachtung des gestirnten Himmels zu eröffnen. Man ist nicht mehr nur auf das elektromagnetische Spektrum angewiesen. Bietet doch die Beobachtung der kosmischen Strahlung eine Möglichkeit, quasi direkt Einblicke in Prozesse der Elementarteilchen- und Astro-physik zu gewinnen. Reizvoll ist hierbei vor allem, daß aufgrund des Charakters und der Zusammensetzung der kosmischen Strahlung (siehe [1] und [2]) mehr oder weniger direkt stoffliche Materie von kosmischen Quellen beobachtet wird.

Der vorliegende Aufsatz versucht, aus mehreren Varianten amateurastronomischer Beobachtungsmöglichkeiten der kosmischen Strahlung ein Experiment zur Messung ihres differentiellen Flusses auf der Erdoberfläche und ihrer tageszeitlichen Variation darzustellen.

Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

(Die vom Autor durchgeführten Messungen erfolgten mit industriell gefertigten Geräten.)

Bereits hier sollen einige Bemerkungen zum technischen Aufwand gemacht werden: Bei diesem Experiment konnte der Autor als AG-Leiter auf die technischen Möglichkeiten des Kosmonautenclubs Leipzig zurückgreifen. Als Detektor fand ein Geiger-Müller-Zählrohr vom Typ VA-Z 118 Verwendung. Dieses Zählrohr deckt mit einer Meßfläche von $9.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ einen Raumwinkel von 12,22sterad ab. Über eine Zählrohrsonde (Va-H 285)

ist der Detektor mit dem Strahlungsmäßiggerät (VA-M 14) gekoppelt. Zur Impulsregistrierung wurde ein herkömmlicher Laborschreiber (MAW eK-E) benutzt (Abb. 1, s. Bild S. 1 und Abb. 2). Mit diesem wurden in 50 Tagen ca. $1,2 \cdot 10^6$ Teilchen der kosmischen Strahlung registriert. Dies sind ca. 20 % aller von einem Zählrohr als „Nulleffekt“ registrierten Teilchen (Abb. 3). Da das Zählrohr im Proportionalbereich betrieben wurde, ist die gemessene Spannung ein Maß für die Energie der Teilchen. Aus diesem Grunde wurde zur Bestimmung dieser Größe die Meßanordnung mit den γ -Strahlen ^{137}Cs und ^{60}Co geeicht.

In die Auswertung wurden nur Teilchen mit Energien größer als 1,5 MeV einbezogen, weil bei hoher Aktivität unterhalb dieser Energie keine Trennung in Einzelereignisse möglich war. So konnte auch der Betrag der gleichzeitig mitregistrierten irdischen Radioaktivität weitgehend eliminiert werden. Da aber aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Geiger-Müller-Zählrohrs im Proportionalbereich nur eine sehr grobe Energiebestimmung und keine Ladungsbestimmung möglich war, gestattet dieser Versuch keine Aussage über die Art der detektierten Teilchen (Elektron, Myon, Kernkomponente).

Die Meßergebnisse

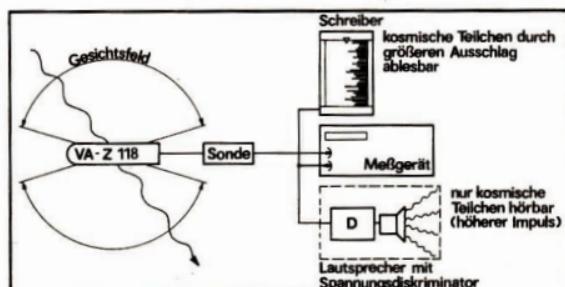
Differentieller Fluß der kosmischen Strahlung

Aus den oben genannten Gründen charakterisiert der in Abb. 4 dargestellte differentielle Fluß keine konkrete Teilchensorte, sondern den differentiellen Fluß aller Bestandteile der kosmischen Strahlung.

Die tageszeitliche Variation

Die tageszeitliche Variation der kosmischen Strahlung tritt durch die Rotation der Erde in Erscheinung und wird verursacht durch eine anisotrope Ausbreitung der kosmischen Strahlung infolge der Kompensation von Teilen eines aus der Heliosphäre gerichteten Konvektionsstromes und eines einwärts gerichteten Diffusionsstromes kosmischer Strahlung (siehe [2], [3]). Die Amplitude der tageszeitlichen Variation beträgt ca. 0,6 %. Abb. 5 verdeutlicht den international vermessenen Tagesgang der kosmischen Strahlung und den mit amateurastronomischen Mitteln erhaltenen. Letzterer entstand durch die Auswertung von Tagen mit registriertem Flußminimum am Morgen und einem Maximum am Abend. Die Abweichung beider Kurven voneinander um den Faktor 5 gegen 10^8 und 4° MEZ läßt sich begründen mit der unter-

Abb. 2: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur Detektierung der kosmischen Strahlung.



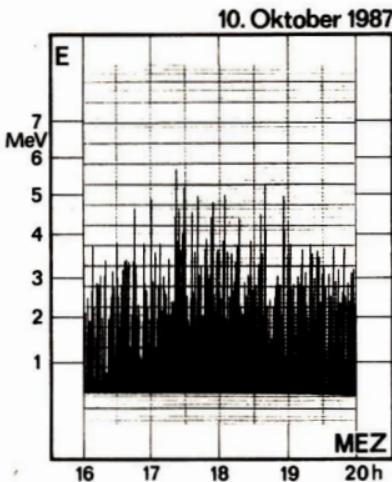


Abb. 3: Ausschnitt aus einem Registrierstreifen. Die kosmische Strahlung trifft zu verschiedenen Zeiten mit unterschiedlicher Energie und Intensität ein.

schiedlichen Meßmethode: Während das hier dargestellte Experiment nur unmittelbar auf die obere Atmosphäre auftreffende kosmische Strahlung erfaßt, sind die Neutronenmonitore ein direkter Indikator für die in der oberen Atmosphäre stattfindenden Umwandlungsprozesse von primärer in sekundäre kosmische Strahlung.

Schlußbemerkungen

Der Wert und der Reiz an diesem neuen amateurastronomischen Tätigkeitsbereich liegt vor allem im persönlichen Erkenntnisgewinn, muß man sich doch mit Elementarteilchen- und Astrophysik, Atmosphärenphysik und Meßtechnik befassen. Auch den wissenschaftshistorischen Aspekt sollte man nicht vergessen, denn die Physik der kosmischen Strahlung stand und steht in engem Wechselverhältnis zu den großen Fortschritten der Physik in unserem Jahrhundert [5]. Ein derartiger Versuch ist sicherlich leichter realisierbar oder einfach lohnender, wenn man im Rahmen einer AG arbeitet, weil die Beschaffung der verwendeten Instrumente dann eher möglich wird. Die aufwendige Auswertung der Registrierstreifen bietet im übrigen ein lohnendes Einsatzgebiet für Kleincomputer.

Das Anliegen dieses Aufsatzes wäre erfüllt, wenn er als wetterunabhängige Ergänzung des Beobachtungsprogrammes von Amateurastronomen angesehen wird. Für Interessenten könnten Details oder Hinweise gerne beim Autor erfragt werden.

Der Autor dankt Herrn F. Jansen vom Institut für Kosmosforschung der AdW für Hinweise zum Manuscript, Herrn Dr. Bergmann vom Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung sowie Herrn Hüttlinger vom Kosmonautenclub Leipzig für ihre technische Unterstützung.

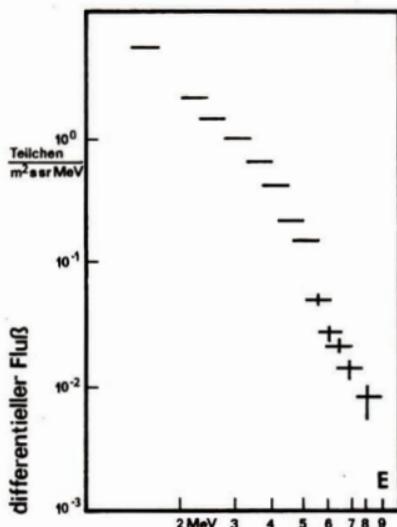
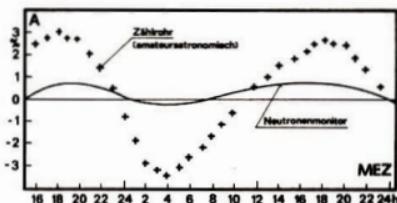


Abb. 4: Gemessenes differentielles Spektrum der kosmischen Strahlung.

Abb. 5: Vergleich der Amplituden der über das Internationale Geophysikalische Jahr gemittelten tageszeitlichen Variationen der kosmischen Strahlung (gemessen mit Neutronenmonitoren [3]) mit der amateurastronomisch beobachteten.



Lit.: [1] Halm, J.; F. Jansen: Eigenschaften der kosmischen Strahlung und ihre Bedeutung für die Hochenergiophysik und Astrophysik. Sterne 63 (1987) 195–202. – [2] Jansen, F.; J. Halm: Zur Ausbreitung und Beschleunigung der kosmischen Strahlung. Sterne 64 (1988) 11–21. – [3] Miroshnichenko, L. J.: Kosmische Strahlung im interplanetaren Raum. Akademie Verlag Berlin 1979. – [4] Glaubitz, C.; F. Jansen: Die Beobachtung der kosmischen Strahlung – oder wie Teilchen- und Astrophysik in einer Unterrichtsstunde darstellbar sind. In: Astronomie in der Schule 25 (1988) H. 6. – [5] Sekido, Y.; H. Elliott: Early history of cosmic ray studies. D. Reidel, Astroph. and Space Science Library, 118 (1985).

Dr. Paul Ahnert 22. 11. 1897–27. 2. 1989

Ein reich erfülltes Leben hat sich vollendet. Am 27. 2. 1989 starb in Sonneberg im Alter von 91 Jahren das Ehrenmitglied der Zentralen Kommission Dr. h. c. Paul Ahnert. Es gibt wohl keinen Astronomen, keinen Sternfreund und keinen Astronomielehrer in unserem Lande, der dieser bedeutenden Persönlichkeit nicht ehrliche Hochachtung entgegenbrachte.

Paul Ahnert hinterläßt ein so umfangreiches Lebenswerk, daß eine vollständige Würdigung in der hier gebotenen Kürze nicht möglich ist. Allein auf dem weiten Feld der Verbreitung astronomischer Kenntnisse und der Amateurastronomie verdanken wir ihm eine unübersehbare Fülle wertvoller Arbeiten. Der von ihm initiierte und über vier Jahrzehnte hinweg herausgegebene Kalender für Sternfreunde ist für Generationen heranwachsender Amateurastronomen das Standardwerk geworden und geblieben, an dem sie sich nicht nur über das aktuelle Geschehen am Sternhimmel orientieren konnten, sondern das auch den aktuellen Stand der astronomischen Forschung widerspiegelt. Wer heute auf die Aufsätze in früheren Jahrgängen des Kalenders zurückgreift, hat eine Geschichte der Astronomie der letzten 40 Jahre zur Verfügung, wie sie schwerlich sachkundiger und verständlicher geschrieben werden konnte.

Verständlich und sachkundig – das waren die wesentlichen Attribute seines Wirkens als unermüdlicher Vertreter einer öffentlichen Astronomie. Im Rahmen vieler Tagungen, in unserer Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“ und in anderen Zeitschriften, bei der Weiterbildung der Astronomielehrer hat Paul Ahnert mit immer wieder bewunderter Vitalität dafür gearbeitet, Astronomie transparent zu machen. Es ist ihm hervorragend gelungen; viele, die durch ihn zur Astronomie gekommen sind, werden nun um ihn trauern.

Vor wenig mehr als einem Jahr wurde Paul Ahnert zu seinem 90. Geburtstag als erstem Astronomen unseres Landes die Cuno-Hoffmeister-Plakette der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt überreicht. Das war ein Ausdruck tiefer Verehrung für einen Mann, dem wir so viel verdanken. Nun müssen wir Abschied von ihm nehmen. Aber Paul Ahnert gehört zu den Menschen, die nicht vergessen werden.

Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt des Präsidialrates

Dr. Klaus Lindner, Vorsitzender

Astrofotografie mit extremen Weitwinkelobjektiven

JÜRGEN RENDTEL

Einige Beobachtungsgebiete erfordern die Erfassung sehr großer Himmelsareale, beispielsweise die Fotografie von Meteoren. In AuR 4/86 wurde vom Arbeitskreis Meteor (AKM) zur Mitarbeit an einem Feuerkugel-Überwachungsnetz aufgerufen, wie es z. B. in der CSSR seit vielen Jahren besteht. Zur Zeit (März 1988) beteiligen sich 10 Amateure regelmäßig daran. Dabei kommen verschiedene Kamera- und Objektivtypen zur Anwendung. Auch bei den Perseidenbeobachtungen der Gruppen des AKM sind seit 1972 verschiedene Objektive parallel eingesetzt worden, um möglichst effektiv Meteor zu erfassen. Das betrifft prinzipiell zwei Richtungen: Fotografie möglichst aller hellen Erscheinungen, wie es ja auch die Feuerkugel-Überwachung erfordert, bzw. die Fotografie schwächerer Meteor (d. h. bis etwa +2°) mit geeigneten Objektiven.

Der zweite Zweig trifft aber aufgrund der schnellen Bewegung von Meteoren (meist schneller als 5°/s), der begrenzten Filmempfindlichkeit (ORWO NP 30, NP 27) und des Öffnungsverhältnisses $f:D$ (f : Brennweite; D : freie Öffnung) schnell auf eine Grenze. Die „Effektivität“ (Maß für die Reichweite) eines Objektives für die Meteorfotografie wird durch den Quotienten $E = D^2/f$ charakterisiert. Bezuglich dieser Größe werden die besten Werte von solchen Objektiven wie 1,5/75, 1,8/80 oder 1,4/50 erreicht. Jedoch sind die Bildfelder relativ klein (vgl. Tabelle) und der Film zeigt schon bald einen merklichen Schleier. Für die Realisierung der Feuerkugel-Überwachung haben Weitwinkelobjektive eine größere Bedeutung, da es um eine möglichst vollständige Erfassung heller Erscheinungen geht. Bis 1986 war die mit einem Konvexspiegel ausgerüstete all-sky-Kamera mit 180° Bilddurchmesser (bei Verlust der Zenitgegend infolge der Abdeckung durch die Kamera) im Einsatz. Zur selben Zeit verwendete man in der CSSR Fischaugen-Objektive: Das Zeiss-(BRD)-Distagon 3,5/30 mit einer 9:12 cm² großen Platte bildet auf 80 mm Durchmesser den gesamten Himmel ab. In der UdSSR wird ebenfalls ein Fischaugen-Objektiv 3,5/30 („Zodiak“) hergestellt. Es entspricht in seinem optischen Aufbau dem Distagon.

Tabelle: Vergleich verschiedener Weitwinkelobjektive, insbesondere unter dem Gesichtspunkt ihres Einsatzes für die Meteorfotografie.

Brennweite <i>f</i> <i>f</i> (mm)	<i>D</i>	Negativ- format	Bild- winkel	Meß- genauigkeit.	Effekt. <i>E</i>	Reichw. (15°/s.)	Bem.
5	16	Ø 24 mm	180°	≥ 0°1	0,02	- 6°	all sky Spiegel
20	2,8	24 · 36 mm ²	62° · 84°	2'	2,6	- 3°	
29	2,8	24 · 36 mm ²	45° · 64°	1'	3,7	- 2°	
35	2,8	24 · 36 mm ²	38° · 54°	≤ 1'	4,5	- 1°	
50	4	60 · 60 mm ²	62° · 62°	0,5'	3,1	- 3°	
30	3,5	60 · 60 mm ²	127° · 127°	≤ 1'	2,4	- 3°	
		Ø 80 mm	180°	≤ 1'	2,4	- 3°	

Filter können an der Bildseite aufgeschraubt werden. Die Version 8 B ist direkt für die PENTACON SIX einsetzbar, während die Version 8 B für die Kiew 88-Kamera vorgesehen ist (Schraub-Bajonet). Mit geringem Aufwand kann man aber auch dieses Objektiv (z. B. unter Verwendung von Tuben der PENTACON SIX) an die PENTACON SIX ansetzen. Beim 6 · 6 cm²-Filmformat erzielt man 127° Bildkantelänge, bzw. über die Bilddiagonale einen Bildwinkel von 180°. Für die Feuerkugel-Überwachung liegt daher die Konstruktion eines Kassettenansatzes für das Format 9 · 12 cm² nah (Abb. 1). Da der Einsatz eines rotierenden Shutters (Sektor zur Unterbrechung von Meteorospuren) vor dem Objektiv nicht möglich ist, bietet sich dessen Einbau in den Kassettenansatz zwischen Objektiv und Emulsion an. Das beim Umbau des Zodiak 8 B-Objektivadapters vom PENTACON SIX-Tubus „übriggebliebene“ Ende kann zugleich als Befestigungselement am Kassettenansatz verwendet werden. Wichtig ist wegen der großen Frontlinse (9 cm Durchmesser) eine Objektivheizung beim nächtlichen Dauer Einsatz. Eine regelbare Niederspannungsheizung mit 15 W erwies sich bisher als völlig ausreichend. Bei Verwendung von Planfilm ist es ferner nötig, die Kassette etwas zu heizen, um ein Springen des Filmes aus der Schärfenebene zu verhindern.

Mit dem Einsatz des Fischaugenobjektivs ist die Zahl der auswertbaren Meteorfotografien stark gestiegen. Vorrangig ist dies eine Folge der Erfassung schwächerer Meteorite durch die günstigeren Parameter gegenüber dem davor verwendeten all sky-Spiegel. Für die Erkennbarkeit von Meteorospuren, insbesondere kurzer Spuren (Bild-S, IV, Abb. 2) ist aber der Abbildungsmaßstab wesentlich. Der gesamte Himmel wird bei der Spiegel-Kamera auf 24 mm Durchmesser abgebildet, beim „Zodiak“-Objektiv auf 80 mm Durchmesser (3,3facher Maßstab). Positionsbestimmungen sind ebenfalls mit höherer Genaugkeit möglich (Tabelle). Dabei ist die Abbildungsqualität bis in die Randbereiche hinein sehr gut (4. Umschl.-S., Abb. 3). Auch die Fotometrierbarkeit von Meteorospuren ist nach Untersuchungen von Ceplecha (Bull. Astron. Inst. Czechos. 28 (1977) 328) bis über 70° Zentrumsabstand mit ± 0°1 gegeben. Also können auch horizontnahe Bereiche gut ausgewertet werden. Störende Lichtquellen sollten selbstverständlich tiefer als das Objektiv stehen. Die beigefügten Abbildungen zeigen die Eigenschaften des Objektivs sowie den Einfluß verschiedener „Störfaktoren“.

Für das Feuerkugel-Überwachungsnetz kann man bei mondlosem dunklen Himmel bis zu 4 h bei Blende 1:3,5 auf NP 27 belichten. Bei Dunst und Mond setze ich NP 20 ein, so daß erforderlichstens mit weiterer Abbildung (1:4 oder 1:5,6) auch 4 h Belichtung möglich sind. Man muß sich darüber im Klaren sein, daß solche Aufnahmen nur Auswertungen zu sehr hellen Feuerkugeln (ab etwa -10°) erlauben werden.

Nachgeführte Aufnahmen mit dem Fischaugenobjektiv zeigen eindrucksvoll die Strukturen der Milchstraße. Auch für Dämme-

(Meßgenauigkeit: etwa erreichbare Genauigkeit beim Ausmessen von Positionen von Meteorospuren; Effektivität: $E = D^2/f$, Maß für Erfassung von Meteoren; Reichweite: erfaßte Meteorite bei einer scheinbaren Geschwindigkeit von 15°/s und Verwendung von NP 27)

rungserscheinungen, leuchtende Nachtwölken, Polarlichter, Halos – kurz: für alle großflächigen Phänomene – ist diese Optik hervorragend geeignet.

Für die Feuerkugel-Überwachung „ersetzt“ das Fischaugenobjektiv die all sky-Kamera nicht nur, sondern stellt eine wesentliche Verbesserung dar. Durch die gute Abbildung und Auswertbarkeit ist es auch mehr als eine „Kamerabatterie“ von etwa acht bis zehn Einzelkameras mit 30 mm-Objektiven, deren Betreuung (mit Filmwechsel, Auslösung, Heizung, Shutter) sehr viel aufwendiger ist. Ganz abgesehen davon, daß längere Meteorospuren auf mehreren Einzelfotos erfaßt wären. Zur Zeit sind solche Objektive für die Feuerkugel-Überwachung in Potsdam und Weißwasser (Ralf Koschack) im Einsatz.

Probleme/Lösungen

Ein Frequenzgenerator für die Fernrohrsteuerung

DIETER EWALD

Einleitung

Ein jeder Astroamateur, der sich mit der Fotografie des Sternhimmels beschäftigt und dazu eine elektrische Nachführung mittels Synchronmotor benutzt, wird schon nach kurzer Zeit Abweichungen in der Bewegung bemerken. Trotz einer exakten parallaktischen Aufstellung mit Justage von Polhöhe und Ausrichtung zum Meridian, treten Abweichungen bei der motorischen Nachführung auf. Für visuelle Beobachtungen sind sie kaum von Bedeutung. Für Langzeitaufnahmen bei der Astrofotografie hingegen ist eine genaue Nachführung unerlässlich. Worin bestehen nun die Ursachen?

Im wesentlichen lassen sie sich in zwei Gruppen einteilen.

1. mechanischer Natur

- Die Getriebe, welche die Drehzahl des Motors untersetzen, besitzen eine gewisse Toleranz, die sich bei einer wirtschaftlichen Fertigung im Hinblick auf den Preis nicht unterschreiten läßt.
- Die Temperatur ist ebenfalls nicht außeracht zu lassen, da sie einen Einfluß auf die Viskosität des Schmiermittels im Getriebe hat (insbesondere im Winter – siehe [4]).
- Durch eine Überlastung der Montierung oder eine unzureichende Balancierung treten zusätzlich Reibungsverluste auf.

2. elektrischer Natur

Der Synchronmotor ist ein Motor, der gegen Betriebsspannung und Lastschwankungen unempfindlich ist, aber zum genauen Lauf eine konstante Frequenz benötigt.

Die Netzfrequenz von 50 Hz, die uns mit der Spannung von 220 V von der Energieversorgung bereitgestellt wird, unterliegt gewissen Schwankungen, die vom Energieerzeuger verursacht werden und ein Ausdruck der hohen Netzelastung sind. Messungen der Netzfrequenz über einen längeren Zeitraum sind in [1] veröffentlicht und zeigen die Abweichung und Schwankungen deutlich.

Diese Ursachen können nun zu einer Beschleunigung oder Verzögerung des Antriebs führen. Der Nutzer möchte diese Abweichungen ausregeln und zwar möglichst feinfühlig, ohne den Kraftschluß zum Getriebe unterbrechen zu müssen. In [3] ist eine Lösung auf rein mechanischer Basis beschrieben, die für die jeweilige Montierung und Instrument anzupassen ist. In anderen Veröffentlichungen wie [2] sind Lösungen mit Steuerung der Frequenz für den Synchronmotor beschrieben, die heute aber zum Teil technisch überholt sind.

Dieser Beitrag stellt eine Schaltung vor, die sich durch einen minimalen Aufwand unter Verwendung moderner integrierter Schaltkreise (IS) auszeichnet, nur handelsübliche Bauteile verwendet und eine gute Frequenzstabilität besitzt. Die Frequenz läßt sich kontinuierlich regeln, um damit einen Schnell- oder Langsamlauf zu realisieren.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus drei Baugruppen.

1. Netzteil/Stabilisierung

Das Netzteil besteht aus einem Trafo mit 25 VA Leistung, einem Brückengleichrichter und Ladekondensatoren. Eine Feinsicherung und ein zweipoliger Schalter sind auf der Primärseite des Eingangstransformators zu finden.

Die Stabilisierung der Gleichspannung ist für den Frequenzgenerator und den Teiler erforderlich. Sie wird mit einer IS B 3170 realisiert. Die Ausgangsspannung der IS läßt sich durch ein Widerstandsverhältnis einstellen und kann mit der Gleichung (1) errechnet werden.

$$U_0 = 125 \cdot (1 + R_2/R_1) \quad (1)$$

Es ist zu beachten, daß für eine gute Stabilisierung und Brummspannungsunterdrückung der Spannungsabfall über der IS mindestens 3 V betragen sollte und ein Laststrom von mehr als 10 mA fließt. Da die IS B 555 und V 4013 mit Spannungen von 4 bis 15 V betrieben werden können, lassen sich durch Einsatz anderer Widerstände verschiedene Spannungen einstellen. Der Widerstand R_1 sollte den Wert von 240 Ohm nicht unterschreiten. [8] Wegen der doch geringen Strombelastung der IS B 3170 konnte auf Kühlmaßnahmen verzichtet werden.

2. Generator/Teiler

Der Generator wird mit dem Timerschaltkreis B 555 realisiert, der sich durch eine gute Frequenzstabilität auszeichnet. Es wird eine Rechteckspannung erzeugt, die gegenüber einer rein sinusförmigen Spannung einige Vorteile hat und für den Betrieb eines Synchronmotors auch geeignet ist. Von Bedeutung für den Ablauf der Zeitfunktion in der IS B 555 ist die Beschaltung mit den Widerständen R_A , R_B (beide R) und dem Kondensator C. Diese Bauelemente sollen eng toleriert sein und auch eine geringe Temperaturabhängigkeit besitzen. Verwendet werden können Metallschichtwiderstände mit $\pm 5\%$ sowie ein Kondensator mit guter Langzeitstabilität seiner Werte (z. B. MKC Typ). Die Frequenz kann mit der Gleichung (2) berechnet werden.

$$f = \frac{1,443}{(R_A + 2R_B) \cdot C} \quad (2)$$

(f in Hz, R_A , R_B in Ohm, C in Farad)

Der Wert von R_A sollte nicht kleiner als 1 kOhm sein. Relativ variabel hingegen sind R_B und C im Wert. Errechnen läßt sich damit die von der IS erzeugte Frequenz. Die Betriebsfrequenz hat dann nur den halben Wert, weil der Teiler noch dazwischen geschaltet ist.

Aufgabe der Teiler-IS V 4013 ist die Herstellung eines exakten Tastverhältnisses von 1:2 zu Ansteuerung der Transistoren.

3. Leistungsteil

Mit dem vorgeschalteten Teiler ist gewährleistet, daß jeweils nur ein Transistor durchschaltet. Die Darlingtontransistoren arbeiten im Gegentakt - Schaltbetrieb auf den Ausgangstransistor.

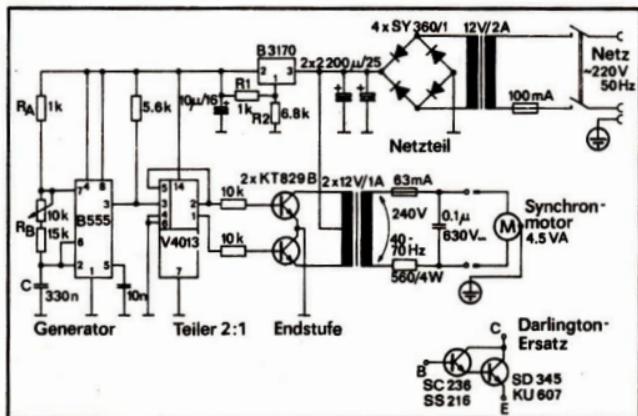


Abb. 1: Ein einfacher Frequenzgenerator für die Steuerung in Fernrohrentrieben.

Dieser ist ein handelsüblicher Trafo mit einer Primärwicklung für 220 V und einer Sekundärwicklung von 2·12 V bei 1 A, der umgekehrt betrieben wird. Der dadurch verursachte kleinere Wirkungsgrad wird durch die Wahl eines größeren Trafo-Typs ausgeglichen. Der parallel zum Synchronmotor geschaltete Kondensator „verrundet“ die Rechteckspannung und verbessert somit die Laufegenschaften des Motors. Der Widerstand in Reihe zum Motor dient dem Abbau zu hoher Spannungen.

Hinweise

- Im Muster ist eine kontinuierliche Regelung der Frequenz möglich. Das Potentiometer ist über eine zweidrige Leitung mit dem Generator verbunden und gestattet damit, die Abweichungen unmittelbar vom Okular aus zu kompensieren.
- Beim Aufbau der Trafos ist zu beachten, daß sie nicht unmittelbar nebeneinander montiert werden, um Effekte durch gegenseitige magnetische Beeinflussung auszuschließen. Es sollten nur mit Isolierlack getränkte Trafos verwendet werden, wegen möglicher Fehlerquellen durch Feuchtigkeit.
- Sollten keine Darlingtontransistoren verfügbar sein, so kann ein gleichwertiger Ersatz durch Zusammenschaltung eines npn Transistors kleiner Leistung (Miniplasttyp) mit einem npn Leistungstransistor (ab 20 W/3 A) zum Einsatz kommen; siehe Schaltplan.
- Da die Leistungstransistoren im Schalterbetrieb arbeiten, ist bei entsprechender Leistungsreserve (mit den KT 829 B) kein Kühlblech erforderlich. – ansonsten ist (mit [9] S. 212) eines zu berechnen.
- Die IS V 4013 ist ein CMOS Schaltkreis und damit gegen elektrostatische Entladungen empfindlich. Das Berühren der Pins (Anschlüsse) ist zu vermeiden. Die IS sollte als letztes Bauelement in die Schaltung eingesetzt werden und mit einem geerdeten bzw. auch von Netz getrennten Lötkolben eingelötet werden.

Schlußbemerkungen

Unbestritten hat der Synchronmotor seine Vorteile in der Unabhängigkeit von Spannungs- und Belastungsschwankungen, sowie einen niedrigen Preis. In den Fernrohrmontierungen die von Carl Zeiss Jena für Amateure angeboten werden, wird ein Synchronmotor eingesetzt, und das wird wohl auch so bleiben!?

Schrittmotoren und geregelte Gleichstrommotoren werden auch in Zukunft eine Ausnahme in der Fernrohnmachtführung von Amateurerfernrohren bleiben. Aber auch diese Motoren haben ihre Tücken im praktischen Einsatz. Zudem ist der Aufwand für die Steuerung schon erheblich und der Preis entsprechender Motoren hoch. Beispiele sind in [5] [6] [7] veröffentlicht.

Durch die Anwendung der beschriebenen Schaltung ist auch ein Synchronmotor in gewissen Grenzen steuerbar (35 Hz–70 Hz) und damit eine einwandfreie Nachführung möglich. Eine bessere Frequenzstabilität läßt sich nur noch durch einen quarzstabilisierten Generator erreichen, wobei nur der Generator auszutauschen wäre unter Beachtung der Interfacebedingungen von CMOS Schaltkreisen. [10]

Ein Muster dieser Schaltung läuft seit 8 Monaten und wurde an einer TM- als auch Ib-Montierung getestet. In dieser Zeit traten keine Mängel auf. Wird keine kontinuierliche Frequenzeinstellung gewünscht, so kann auch in dieser Schaltung wie in [2] ein Schnell- oder Langsamlauf mittels zweier Taster realisiert werden. Ein zweiter Kondensator kann zum vorhandenen kurzzeitig parallel geschaltet werden und erhöht somit die Frequenz. Ein Widerstand kann mit einem zweiten Taster überbrückt werden und führt zur Frequenzerhöhung. Mit Hilfe Gleichung (2) können die Bauelemente dimensioniert werden.

Lit.: [1] Suckow, A.: Ein quarzgesteuerter Frequenzgenerator für die parallaktische Ib Montierung. In: AuR 22 (1984) Heft 3 S. 58–62. – [2] Neubert, M.: Der Bau von Frequenzwandlern. In: AuR 15 (1977) Heft 2 S. 55–59. – [3] Roloff, W.: Eine Vorrichtung zur Korrektion der Nachführung an Amateurerfernrohren. In: AuR 15 (1977) Heft 5 S. 146/147. – [4] Roloff, W.: Sternenaufnahmen mit der Ib Montierung. In: AuR 14 (1976) Heft 3 S. 84/85. – [5] Busch, H.; Hermisdorf, H.: Eine elektronische Nachführung für astronomische Fernrohre und Kameras. In: AuR 12 (1974) Heft 3 S. 79–82. – [6] Lösel, R.: Nachführantrieb mit Schrittmotor. In: AuR 25 (1987) Heft 6 S. 181–183. – [7] Guldner, S.: Ansteuer-IC für Kleinmotoren. Amateurreihe electronica Heft 238 Militärverlag der DDR, Berlin 1987. – [8] Schlenzig, K.; Jung, D.: Mikroelektronik für Praktiker VEB Verlag Technik, Berlin 1985. – [9] Erlekanpf, R. u. a.: Mikroelektronik in der Amateupraxis Bd. 2 Militärverlag der DDR, Berlin 1984. – [10] Kühn, E.: Handbuch TTL- und CMOS-Schaltkreise. VEB Verlag Technik, Berlin 1986 2. Aufl.

*

Interessantere Lichtbilder – Anleitung zur Dia-Maskierung

Wer oft Lichtbilder vorführt, vor allem zur Demonstration astronomischer Objekte, wird vielleicht schon überlegt haben, wie man die Dia-Projektion abwechslungsreicher und interessanter gestalten kann. Besonders wichtig erscheint mir eine spezielle Bearbeitung von Lichtbildern, die in Planetariumsvorführungen einbezogen werden sollen.

Hauptsächlich sehe ich hierfür zwei Gründe:

1. Astronomische Objekte wie auch Raumfahrkörper besitzen keine Rechteckstruktur, wie sie üblicherweise bei fotografischen Aufnahmen abgebildet werden. So unnatürlich werden diese aber meistens an den Planetariumshimmel oder bei Lichtbildvorträgen auf eine Bildwand projiziert.
2. Bei der Projektion werden daher auch unnötige leuchtende Objekt-Umfelder mit dargestellt und hellen dabei den dunklen Sternhimmel im Planetarium so auf, daß die meisten Sterne überstrahlt und unsichtbar werden. Viele Illusionen gehen für den Betrachter so verloren. Das Planetariumserlebnis wird gestört und wird mehr zu einem Lichtbildvortrag.

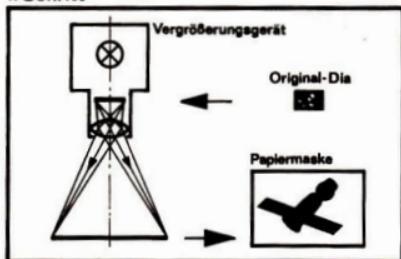
Anmerkung: Im Planetarium sollten die unentbehrlichen Dia-Projektoren unbedingt mit einer elektronischen Lichtregelung der Projektionslampe ausgestattet sein. Ein Umbau aller DDR-Lichtbildprojektoren unter Verwendung von handelsüblichen Schaltungen ist möglich, ohne deren Magazintransport zu behindern. Aber auch bei Lichtregelung und damit Anpassung der Helligkeit des jeweiligen Lichtbildes an den dunklen Raum ist eine Bilder-Rahmen-Projektion nicht völlig vermeidbar!

Wie kann man Lichtbilder interessanter gestalten?

Ich kam anhand vieler Versuche zu folgenden Lösungen:

- A) Bildmotive (Satelliten, Raumschiffe u. a.) können aus ihrer Bildumgebung (Plakate, Zeitschriften) mit der Schere, einer Schneidefeder o. ä. sauber herausgeschnitten werden. Danach werden diese auf schwarzes Velourpapier gelegt oder aufgeklebt und mit einer Spiegelreflex-Kamera in der Dunkelkammer auf Kunstlichtfarbbildfilm UK17 reproduziert. In vielen Fällen reicht dieses fotografische Verfahren für die Vorführung so gewonnenen Lichtbildern im Planetarium bereits aus, wenn ein Restdurchlicht mit Hilfe der elektronischen Lichtregelung ausgeblendet wird.

1. Schritt



2. Schritt

Anmerkung: Selbstverständlich verbietet sich dieses Verfahren, wenn es sich bei der Bildvorlage um ein Unikat handelt, wenn es Bestandteil eines teuren Bildbandes ist!

B) In diesem Fall bietet sich dennoch eine gangbare Lösung an. Man schneidet aus dem gleichen schwarzen Velourpapier die Umrisse des Bildmotivs heraus und legt die so gewonnene Maske auf die Buchseite, so daß das Motiv mit schwarzem Umfeld reproduziert werden kann. Velourpapier unterbindet am besten die Reflexion der Bildausleuchtung in die Kamera hinein.

C) Bei schon fertig vorliegenden Lichtbildern können die bildwichtigen und aufstellenden Bildteile unter einer Lupe und mit Hilfe eines handelsüblichen Lichtkastens vorsichtig mit Pinsel und speziellen Abdeckfarben ausgemalt werden. Hierzu sind natürlich viel handwerkliches Geschick und Können und vor allem eine ruhige Hand vonnöten.

Wem das direkte Aufmalen der Abdeckfarbe auf ein Unikat-Dia zu riskant erscheint, kann diese auch auf eine aufgelegte durchsichtige Folie auftragen und diese zusammen mit dem Lichtbild einrahmen. Damit erhalten wir eine graphisch angefertigte Dia-Maske und eine Möglichkeit des Masken-Sandwich-Verfahrens.

Fotografische Dia-Maskierung

Als sicherste und eleganste Dia-Maskierung hat sich nach meinen vielfältigen Versuchen die fotografische Maskenfertigung erwiesen, die ich im Folgenden ausführlich beschreibe:

Grundprinzip ist die Herstellung einer oder evtl. mehrerer Duplikat-Lichtbilder zu vorhandenen vorführfertigen Farb- oder Schwarz-weiß-Diapositiven im gleichen Abbildungsmaßstab. In diesen Duplikaten müssen nur alle gewünschten Bildteile (Vorführmotiv) glasartig durchsichtig und alle unerwünschten völlig schwarz, undurchsichtig sein. Als Filmmaterial eignet sich sehr gut der fototechnische Repro-Film FU 5 o. ä. vom VEB ORWO Wolfen. Er ist in 50 Blatt-Packungen 13 · 18 erhältlich z. B. vom VSK Papier- und Bürobedarf, 5020 Erfurt PF 300 und 600, Petersberg, Haus 15, zum Preis von 49,00 M.

Man schneidet sich in der Dunkelkammer (ORWO Schutzfilter Nr. 113) passende Stücke von etwa 40 · 40 mm zurecht und bewahrt sie lichtdicht auf. Auf die matte Schichtseite, die dem Aufnahmobjekt zugewandt sein muß, ist zu achten. Entwickelt werden die belichteten Masken-Duplikate in Repro-Entwickler A 71 bei Betrachtung unter dem obenerwähnten Filter.

Beim anschließenden Fixieren und Wässern dürfen sie nicht aneinanderstoßen (Kratzer und Beschädigungen). Es empfiehlt sich, ein ausgedientes DIA-Magazin zum Feststellen der Filmstückchen in den Bädern sowie zum Trocknen zu verwenden.

Die Herstellung der Masken-Vorlage

Dies soll an einem Beispiel erläutert werden: Das Raumschiff SOJUS ist unser Bildmotiv für die Vorführung am Himmel des Planetariums.

1. Schritt: Das ausgegläzte Lichtbild wird mit dem Vergrößerungsapparat (od. Bildwerfer) in möglichst großer Abbildung auf rein weißen Zeichenkarton projiziert, und die Umrisse des Raumschiffes werden leicht mit Bleistift umzeichnet. Anschließend werden diese mit mattschwarzer Plakatfarbe ausgemalt. Besser wird die Vorlage, wenn man den später zu projizierenden Bildteil sauber herauschneidet (Schneidfeder o. ä.) und schwarzes Velourpapier unterlegt.

2. Schritt: Die nunmehr vorliegende Papiermaske (schwarz u. weiß) reproduzieren wir in der Dunkelkammer. Wir bedienen uns einer aufklappbaren Kleinbildkamera und eines Reprogerätes. Die Masken-Vorlage ist gut auszuleuchten (2 · 200 Watt).

Das Hauptproblem besteht nun in einer unscharfen Reproduktion der Papiermaske im gleichen Maßstab wie das Original-Dia. Dieses Problem habe ich so gelöst, daß ich in das offene Kamerafenster eine passend geschnittene Mattscheibe legte, mit der das unscharfe SOJUS-Motiv so eingestellt wird, daß dessen Bildlänge mit der im Original genau übereinstimmt. Ein durchsichtiges Lineal, evtl. unter Verwendung einer Lupe reichen für diese Prozedur aus. So hat man hinterher die Gewähr, daß die fertige Schwarz-weiß-Maske genau zum Original-Dia paßt und mit ihm gesandwicht werden kann.

Man kann natürlich diese Methode verfeinern, indem man künstliche Paßmarken verwendet und diese später mit Abdeckfarbe verschwinden läßt.

Nachdem die Kamera genau eingerichtet ist, legen wir im Dunkeln anstelle der Mattscheibe das vorbereitete FU 5-Filmblättchen ein, schließen die Kamerarückwand und belichten bei 2 · 200 Watt Ausleuchtung etwa 1–2 Sekunden.

Das Zusammensetzen des Originaldias mit der fertigen Maske geschieht am besten durch Aufbringen einiger Klebepunkte und kleben beide auf dem Lichtkasten genau übereinander und rahmen sie danach ein.

Bei allen Arbeiten an Dia-Masken ist selbstverständlich größte Sorgfalt und Sauberkeit vonnöten, denn Fehler sind bei der Lichtbildprojektion sofort zu erkennen und stören den Gesamteinindruck.

Für alle kugelförmigen Himmelsobjekte (Mond, Planeten) kann man sich Kreismasken mit verschiedenen Durchmessern nach dem beschriebenen Verfahren auf Vorrat anfertigen.

Abschließend möchte ich noch einmal darauf hinweisen, daß unbedingt Fremdlicht ausgeschaltet werden muß, weshalb man vorwiegend in der Dunkelkammer bzw. im abgedunkelten Zimmer arbeiten sollte.

ROLF HENKEL

Kurzberichte

(724) HAPAG wiederentdeckt

Der 77 Jahre lang als verschollen geltende kleine Planet (724) Hapag konnte Ende 1988 wieder aufgefunden werden. Er war 1911 von dem Österreicher Johann Palisa (1848–1925) in Wien entdeckt worden und hatte zunächst die Bezeichnung 1911 NC. Palisa leitete damals neun Positionen im Zeitraum 22. Oktober bis 20. November ab und taufte das Objekt nach seiner Numerierung auf den Namen Hapag. Seitdem wurde der Planetoid nicht mehr beobachtet und galt als verloren.

Im IAU-Zirkular Nr. 4676 (1988 Nov. 19) wurde nun mitgeteilt, daß es S. Nakano vom Harvard-Smithsonian Zentrum für Astrophysik in Cambridge, USA, gelungen ist, (724) Hapag mit einem gerade an das Minor Planet Center gemeldeten Planetoiden der Bezeichnung 1988 VG2 zu identifizieren. Dieser war sechs Mal zwischen dem 8. und 15. November 1988 von T. Hioki und N. Kawasato in Okutama, Japan, beobachtet worden und besaß die Helligkeit $B = 16''$. S. Nakano veröffentlichte in dem erwähnten IAU-Zirkular sofort neue Bahnelemente, die sich für (724) Hapag aus dieser Identifikation ergaben. Bis zu diesem Zeitpunkt waren keinerlei weitere Identitäten mit Objekten, die beim Minor Planet Center registriert waren, bekannt.

Die neue Bahnberechnung machte es möglich, in einer rasch eingeleiteten Aktion gezielt nach weiteren Beobachtungen auf Platten zu suchen, die in den vergangenen Jahrzehnten aufgenommen worden und dem Minor Planet Center bekannt waren. Diese Aktion verlief sehr erfolgreich. Innerhalb kurzer Zeit konnten von (724) neuen Positionen aus fünf unabhängigen Oppositionen beschafft werden. Zwei aus dem Jahr 1953 und eine aus dem Jahr 1955 durch die Sternwarte auf dem Mt. Palomar. Sechs Positionen konnte die ESO beisteuern: Je zwei aus dem Jahr 1983, 1984 und 1987. Unabhängig davon waren im November 1988 noch zwei Beobachtungen auf Mt. Palomar gemacht worden.

S. Nakano legte daraufhin bereits fünf Wochen nach der ersten Identifikationsanzeige im IAU-Zirkular in MPC 13999 (1988 Dez. 23) eine weiter verbesserte Bahn unter Verwendung der mittlerweile bekannten 26 Örter aus sieben Oppositionen (1911–1988) vor. Das Objekt ist nunmehr als absolut gesichert anzusehen. Es gehört der inneren Hauptgürtelzone I an ($a = 2.456 \text{ AE}$, $e = 0.248$, $i = 11^\circ$).

Es gibt jetzt nur noch zwei seit langem verlorene Planetoiden: (719) Albert und (878) Mildred. Sie wurden nur in einer einzigen Opposition (1911 bzw. 1916) beobachtet. Die Wiederentdeckung von Hapag läßt vermuten, daß verstärkte Bemühungen unternommen werden, nun auch diese letzten beiden Objekte wieder aufzufinden und zu sichern.

F. BÖRNGEN

Nachtrag aus Brief des Autors an den Verantwortl. Redakteur: „Zufälligerweise trägt einer der beiden letzten noch vermissten Planetoiden den Namen ALBERT. Er wurde ... ebenfalls von J. Palisa in Wien entdeckt. Man kann ja vermuten, daß als Nächster Mildred aufgefunden werden wird, da er noch nicht so lange vermisst wird. Sollte dies so eintreten, würden alle Bemühungen sich nur noch auf ALBERT konzentrieren.“

Darauf freut sich schon heute

H. A.

ESOP VII

Auch auf dem Gebiet der Beobachtung von Bedeckungserscheinungen am Himmel wird die internationale Zusammenarbeit immer umfassender. So finden in jedem Jahr für die europäischen Teilnehmer Symposien der Europa-Sektion für Bedeckungsprojekte (ESOP) statt, bei denen teilweise auch Mitglieder des Arbeitskreises Sternbedeckungen des KB der DDR vertreten waren. Nachfolgend wird ein Bericht von der letzten Tagung gegeben.

Die Red.

In der zweiten Augustwoche 1988 fand ESOP VII auf der am Strandstrand von Valášské Meziříčí in der ČSSR gelegenen Sternwarte statt. Der erste Tag, ein Montag, stand für die Anreise der Teilnehmer aus der ČSSR, der VR Polen, der BRD und der DDR zur Verfügung. Am weitesten gereist war ein Sternfreund aus Finnland. Bei Lagerfeuer und walachischer Volksmusik wurden alle Teilnehmer von ESOP VII am Abend durch Herrn H.-J. Bode (BRD), Präsident des europäischen Teils der IOTA, begrüßt.

Die folgenden zwei Tage standen für die ESOP VII-Tagung zur Verfügung. Im folgenden soll ein kurzer Überblick über Berichte und Aktivitäten gegeben werden.

Die Tagung wurde durch Herrn Bode am Dienstag früh offiziell eröffnet. Eine stimmungsvolle Auftritt war durch einen Vortrag von Herrn W. Beisker (BRD) über die Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 18. März 1988 in Kalimantan auf Borneo (Indonesien) gegeben. Anschließend gab Herr E. Otto (DDR) einen Überblick über die Tätigkeit im AK Sternbedeckungen in unserer Republik. Gedanken zur Abhängigkeit der PG (persönlichen Gleichung) von der Helligkeit eines Sterns schlossen sich von Herrn W. Rothe (DDR) an. Es wurde der Hinweis gegeben, die Abhängigkeit der PG von der Szintillation zu untersuchen. Daran schloß sich ein Vortrag über die rechnergestützte Verarbeitung von Sternbedeckungen mit einem „Sinclair Spektrum“ von Herrn Dubny (ČSSR) an. Der Nachmittag stand noch einmal im Zeichen der Sonnenfinsternisexpedition nach Kalimantan. Herr Dr. B. Maleček (ČSSR), Direktor der Sternwarte in Valášské Meziříčí, ermöglichte anschließend eine Besichtigung der Sternwarte. Mit einem gemütlichen Beisammensein klang der erste Abend aus.

Am zweiten Tag berichtete Herr Bode über die Beobachtung von Sternbedeckungen mittels moderner Videotechnik. Mit der vorgestellten Technik konnten noch Sterne mit einer visuellen Helligkeit von $7''$ beobachtet werden. Anschließend stellte Herr M. Suhonen (Finnland) ein Datenbanksystem über Sternbedeckungen auf einem IBM-kompatiblen PC vor. Herr R. Büchner (BRD) sprach über die Reduktion von Sternbedeckungen mit einem „Apple II PC“. Er berichtete über die erfolgreiche Reduktion von 213 Beobachtungen verschiedener Beobachter innerhalb der BRD. In der Thematik ähnlich gelagert waren weitere Vorträge am Vormittag.

Herr Beisker stellte am Nachmittag Ergebnisse der Bedeckung von SAO 77657 durch die Venus am 11. Mai 88 zur Diskussion. Es wurde eingeschätzt, daß eine Auswertung der Ergebnisse durch den Einfluß der Venusatmosphäre auf den Zeitpunkt des Eintritts/Austritts nur schwer möglich ist. Herr Maleček berichtete im Anschluß über die Tätigkeit der Sternbedeckungsbeobachter in der ČSSR. Eine abschließende Diskussion und das Schlußwort von Herrn Bode rundeten eine erfolgreiche, viel zu schnell vergangene ESOP VII-Tagung ab.

Auffallend bei vielen Berichten bzw. Vorträgen war die Verwendung modernster Technik zur Beobachtung und Auswertung von Sternbedeckungen. Gespräche und Diskussionen drehten sich

immer wieder um den Einsatz von Computern zu Fragen der Datensammlung und Auswertung. Das ging soweit, daß Vorschläge zu einem gemeinsamen Standard laut wurden. Hier liegt ein reiches, auch noch für unseren AK, großes Betätigungsfeld vor. Die folgenden Tage boten Gelegenheit, Naturschönheiten in der Hohen Tatra zu besichtigen. Eingeschlossen waren eine Besichtigung der neuen Sternwarte der Slowakischen Akademie der Wissenschaften zu Füßen der Hohen Tatra und die Sternwarte auf dem Skalnate Pleso.

Durchführung und Erfolg der ESOP VII-Tagung müssen Ansporn sein, um ein ebenso erfolgreiches ESOP IX 1990 in der DDR durchzuführen.

GERHARD LEHMANN



Reaktivierung des AK Asteroiden

Nach allzulanger Ruhepause soll der Arbeitskreis Asteroiden endlich wieder tätig werden. Die ursprüngliche Konzeption einer Beobachtergruppe soll dabei weitestgehend erhalten bleiben. Aber auch diejenigen, bei denen das Instrumentarium derzeit noch aktive Beobachtung verhindert, werden Berücksichtigung finden.

In Form von Nachrichtenblättern, die regelmäßig (mindestens alle 2 Monate) erscheinen sollen, werden den Mitgliedern des Arbeitskreises sowohl aktuelle Ephemeriden zur Beobachtung als auch kurze Mitteilungen über Ergebnisse aus der Kleinklantenforschung zugänglich gemacht.

Längerfristig werden auch Zusammenkünfte eine Rolle spielen, bei denen wir unser Wissen und unsere Erfahrungen austauschen können. Hierbei wird u. U. eine Zusammenarbeit mit den verwandten Arbeitskreisen Kometen und Meteore zu prüfen sein. Ehemalige Mitglieder und neue Interessenten für dieses Gebiet, die ernsthaft bereit sind, hier mitzuwirken, werden gebeten, sich unter Angabe ihrer instrumentellen Möglichkeiten an die nachfolgende Anschrift zu wenden:

Zentrale Kommission Astronomie und Raumfahrt, Arbeitskreis Asteroiden, Ringstr. 99, Falkensee, 1542

MICHAEL GRESSMANN



Wilhelm-Tempel-Kolloquium

Aus Anlaß des 100. Todestages des Astronomen Ernst Wilhelm Leberecht Tempel (1821 bis 1889) fand am 11. März 1989 in der Oberschule Niedercunnersdorf ein Kolloquium mit etwa 30 Teilnehmern statt. Tempel-Ehrungen haben in der Geburtsheimat dieses Mannes wieder den gebührenden Platz erhalten. Generationen von Heimatforschern der Oberlausitz setzen sich schon mit seinem Schaffen auseinander. 1971 wurde zum 150. Geburtstag von Wilhelm Tempel in der Gemeinde Niedercunnersdorf auch ein kleines Denkmal eingeweiht.

Tempel, der sich vom Liebhaber- zum Berufsastronomen qualifizierte, waren in Venedig, Marseille, Mailand und Arcetri (bei Florenz) eine Reihe Entdeckungen vergönnt, die seinen Namen für immer in Kometen- und Planetoidenkatalogen festgeschrie-

ben haben. Darüber hinaus lieferte er wertvolle Ergebnisse bei der systematischen Untersuchung flächenhafter kosmischer Objekte. Das zeichnerische Talent und die außergewöhnliche Beobachtungsgabe des gelernten Litographen ließen ihn vor Anwendung der Fotografie in der Astronomie bewundernswert detaillierte Himmelsdarstellungen entstehen. Seine Erkenntnisse publizierte Tempel unter anderem 1885 in der Schrift „Über Nebelflecken“ in Prag. Der Autodidakt, den Schiaparelli in der vordersten Reihe der Astronomen seiner Zeit einordnete, wurde vor allem in seinem letzten Lebensabschnitt mehrfach hoch geehrt. So ernannte ihn die Royal Astronomical Society of London zu ihrem Auswärtigen Mitglied, er wurde Ritter der italienischen Krone und Ritter des brasilianischen Rosenordens. Vier Kometen und ein Mondkrater tragen heute seinen Namen. 1982 erhielt der von Börnigen in Tautenburg entdeckte Planetoid (Nr. 3808) auf Vorschlag seines Entdeckers den Namen Tempel.

Das Kolloquium begann neun Uhr mit Begrüßungsworten des Bürgermeisters und mit einer lokalhistorischen Einführung durch den Chronisten des Dorfes und endete am späten Nachmittag mit einem Vortrag von Bundesfreund K. Kirsch aus Jena zu Fortschritten der Kometenforschung seit der letzten Passage des Kometen Halley an der Sonne. Prof. Dr. S. Marx vom „Karl-Schwarzschild“-Observatorium verglich in seinem Beitrag das Wissen über kosmische Nebelflecke zur Zeit Tempels mit den heutigen Erkenntnissen. Der Inhaber der Werkstatt für Astrooptik, Herr M. Greßmann aus Falkensee-Finkenkrug, sprach zur Geschichte der Planetoidenforschung. Einen Überblick zu Leben und Werk Tempels gab der Niedercunnersdorfer Lehrer L. Clausnitzer, der zusammen mit Mitarbeitern der Archenhold-Sternwarte dieses Kolloquium und eine Tempel-Ausstellung in der gastgebenden Schule vorbereitet hatte. Anlässlich des Jubiläums gab der Verband der Philatelisten im Kulturbund einen Sonderbriefumschlag heraus. Noch in diesem Jahr wird in der Schriftenreihe der Archenhold-Sternwarte die Broschüre „Wilhelm Tempel und seine kosmischen Entdeckungen“ von L. Clausnitzer erscheinen.

Bedauerlich ist, daß dieses Kolloquium trotz Ankündigung in den Medien und dem Versand gedruckter Einladungskarten bei den Mitarbeitern der Volks- und Schulsternwarten und der astronomischen Lehrerschaft des Bezirkes Dresden auf so geringe Resonanz stieß.

JÜRGEN HELFRICHT



200 Jahre Seeberg-Sternwarte

Am Tivoli, jener historischen Stätte Gotha, die 1875 Vertreter zweier deutscher Arbeiterparteien während ihres Parteitages vereinte, fand am Sonnabend, dem 11. Februar 1989 ein vielbeachtetes Kolloquium zur Geschichte der Astronomie in Gotha statt. Zahlreiche Mitglieder des Kulturbundes der DDR aus den Südbezirken und aus Berlin waren der Einladung der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt und der Offerte der Städtischen Museen Gotha gefolgt, die 200. Wiederkehr der Gründung der Sternwarte auf dem Seeberg bei Gotha durch den Austausch neuester Ergebnisse lokalgeschichtlicher Forschungen zu begehen.

Nach der Eröffnung des Kolloquiums durch den Vorsitzenden der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt, Dr. Klaus Lindner, sprach Dipl.-Lehrer i. R. Manfred Strumpf zu Astronomie und Astronomie in Gotha. In seinem mit großem Beifall aufgenommenem Referat würdigte er das Wirken des Monarchen Herzog Ernst II. von Sachsen-Gotha-Altenburg (1745-1804) als

Mäzen und Liebhaber der Sternenkunde: In den Jahren 1787 bis 1791 ließ dieser Vertreter des aufgeklärten Absolutismus für 560000 Taler aus seiner Privatschatulle das damals modernste Himmelsobservatorium Mitteleuropas errichten. In dem ehemaligen österreichischen Ingenieuroffizier Franz Xaver von Zach (1754-1832) fand er einen hochbegabten und vielseitigen Verbündeten, der dem herzoglichen astronomischen Institut von 1791 bis 1808 als Direktor vorstand. Zachs Verdienste werden heute vor allem auf wissenschaftsorganisatorischem Gebiet gesessen. So war er der Initiator des ersten internationalen Astronomenkongresses 1798 in Gotha. Sein Name verbindet sich mit der Herausgabe der frühesten Fachzeitschriften für Astronomie. Auch fungierte er als Sekretär der ersten internationalen Astronomvereinigung. Viele anerkannte Himmelsforscher und Kartographen gingen aus seiner Schule hervor.

Unter dem Direktorat des späteren Sächsischen Staatsministers Bernhard August von Lindenau (1779-1854) erfolgten bauliche Veränderungen an der Warte und kam es zur Herausgabe weiterer Periodika und wissenschaftlicher Publikationen. Von 1822 bis 1825 unterstand die Sternwarte Franz Encke (1791-1865). Mit Peter Andreas Hansen (1795-1874) erlebte die astronomische Forschungsstätte auf dem Seeburg dann ihren zweiten Höhepunkt. Unter Leitung des vielseitig talentierten Dänen entstand auch der neue Sternwartenbau in Gotha's Jägerstraße, der heute noch zweckentfremdet existiert. Die traditionsreiche Seeburg-Sternwarte wurde abgetragen, die neue Sternwarte stellte 1934 für immer ihre Tätigkeit ein. Doch eine rege Fachgruppe Astronomie und Raumfahrt des Kulturbundes sorgt heute dafür, daß Gotha, als das einstige „Weimar der Naturwissenschaften“ nicht in Vergessenheit gerät. Auf ebenso großes Interesse, wie der erste Kolloquiumsvortrag, stießen die Ausführungen von Dipl.-Phys. Thomas Marold zu Beobachtungstechniken und Geräten der Seeburg-Sternwarte. Nach mehrjährigen Recherchen, unter anderem mit Unterstützung des Deutschen Museums in München, ist man heute fast lückenlos über die einstige Ausstattung informiert. Nachweise über den gegenwärtigen Standort und den Erhaltungszustand der meisten Instrumente konnten erarbeitet werden.

Mit Bedauern nahmen die anwesenden Sternfreunde zur Kenntnis, daß der als Referent vorgesehene Zach-Experte, Prof. Dr. Peter Brosche (Bonn, BRD), seine Teilnahme absagen mußte, da er vom Veranstalter nicht rechtzeitig über die Visum-Modalitäten informiert worden war.

Für den Nachmittag des 11. Februar war ein Besuchsprogramm organisiert. Exkursionsziele waren die Forschungsbibliothek, die mit ihren großen Beständen aus 12 Jahrhunderten auch viele astronomische und astrologische Unikate beherbergt, sowie die Ausstellung zum Sternwartenjubiläum mit ausgezeichneten Exponaten im Museum für Regionalgeschichte und Volkskunde der Stadt Gotha.

Im altherwürdigen Eckhof-Theater des Schlosses, dem ersten stehenden Theater Deutschlands, fand das Kolloquium seinen würdigen Abschluß.

Jürgen Helfricht

Verkaufe: Newton 150/1100, solid. Leichtbauweise m. Sucher, parall. Gabelmont., el. Eigenbaunachführ., stab., transport. Stativ; Gesamtzustand pflegebedürftig. (ca. 800 M). Für Sonnenbeob.: Newton 130/930 (unbelegt) auf solid. „Bügelbrettmont.“ m. Sucher, einf. parall. Mont., stab. Holzstativ m. extrem stab. Kinostativkopf (ca. 100 M) und Newton 300/1800, engl. Mont., offener Tubus, Sucher (Preis n. Vereinb.) aus Optiker-Amateur Nachbau. - Martinowski, Comeniusstr. 102, Dresden, 8019.

Protuberanz im weißen Licht beobachtet

HARTMUT BRETSCHNEIDER

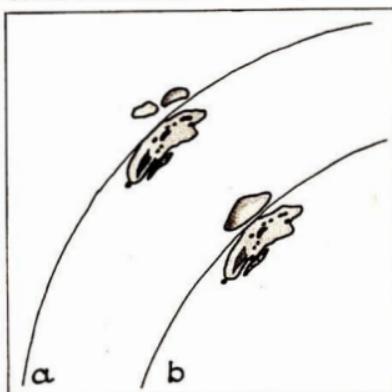
In Rahmen der Mitarbeit im Arbeitskreis SONNE beobachtete ich am 6. März 1989 die Sonne. Am Ostrand der Nordhimmelkugel war eine neue, große Fleckengruppe vom Typ Fck der McIntosh-Klassifikation aufgetaucht, für deren Hauptfleck am 11. März 1989 um 11.00 UT die heliographischen Koordinaten $L = 259.7 \pm 0.5$ und $B = +32^{\circ}33' \pm 0.5'$ gemessen wurden. Die Fläche dieser Fleckengruppe betrug nach meiner Schätzung rund 7300 MH (MH=millionstel Hemisphären).

Nachdem ich die Relativzahl des Tages bestimmt hatte, wollte ich diese Stelle der Sonnenphotosphäre noch einmal detailliert betrachten. Als sie im orthoskopischen Okular f = 10 mm des Telemator eingestellt war, fiel ein etwa 1' bis 2' außerhalb des Sonnenrandes stehendes, unregelmäßig geformtes Lichtwölkchen auf, dessen Abmessungen auf 3' bis 4' geschätzt wurden. Es befand sich direkt über dem Ort der Fleckengruppe.

Da ich bei der Beobachtung mit dem Sonnenobjektivfilter (SFO von Zeiss) noch nie einen solchen „Reflex“ gesehen hatte, wollte ich feststellen, wie er zustande gekommen war. Dazu wurden zuerst alle Okulare des Vierfachrevolvers (40-H; 16-0; 12,5-0; 10-0) benutzt. Anschließend verschob ich das Sonnenbild im Sehbereich der Okulare in die verschiedensten Richtungen. Als auch die Drehung des Einblickes keine Änderung brachte, stand für mich fest, daß das Gesehene eine reale Erscheinung darstellt.

Um die Beobachtung dokumentieren zu können, wurde eine Skizze (Abb. 1) angefertigt. Dann betrachtete ich das Objekt weiter und bemerkte im Laufe der nächsten Minuten langsame Veränderungen in der Helligkeit und der Form (Abb. 2). Insgesamt konnte die Erscheinung von 15.40 MEZ bis 16.00 MEZ (also 20 min lang) beobachtet werden. Meine hinzugerufene Frau bestätigte, daß oberhalb der F-Gruppe ein helles „Wölkchen“ zu sehen war. Diese Beobachtung verwirrte mich. Nur zu gut war mir bekannt, daß Protuberanzen nur im Hα-Licht aufzufinden sind. Da jedoch das gesamte Areal der Sonnenoberfläche mit Flecken und intensiven Fackeln geradezu übersät war, kam eigentlich doch nur eine Protuberanz als Erklärung in Frage.

Abb. 1: Sonnenprotuberanz im weißen Licht am 6. März 1989. a) 15.40 MEZ; b) 15.55 MEZ; Beobachter: H. Bretschneider



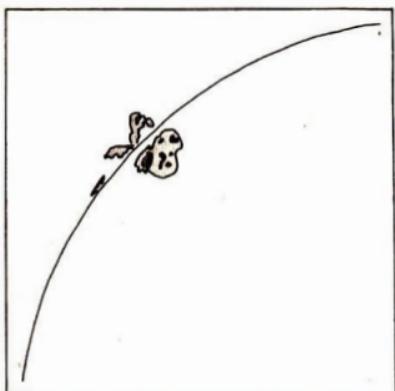


Abb. 2: Grobskizze von J. Huber, Sternwarte Schneeburg, zur Fecken-, Protuberanzen- und Fackelverteilung am 6. März 1989 um 17.00 MEZ.

Um sicher zu gehen, setzte ich mich am Morgen des Folgetages mit dem Techniker unserer Sternwarte in Verbindung. Er bestätigte die Sichtbarkeit großer Materieauswürfe an der bezeichneten Stelle. Er hatte sie an einem mit Protuberanzenansatz ausgerüsteten Refraktor 80/1200 beobachtet. Seine Skizze zeigt sie fast genau an der gleichen Stelle wie meine Zeichnung.

Als weitere Bestätigung ist eine ADN-Meldung in der örtlichen Presse [1] anzusehen, wo von starken Eruptionen die Rede ist, die die NOAA am 6. und 7. März aufzeichnete. In [2] ist dann sogar von „alle Erwartungen übertreffenden Beobachtungen“ die Rede. Das bestätigt die mögliche Einmaligkeit meiner Beobachtung. So unglaublich das hier Aufgeführte klingen mag: Es muß sich bei meiner Beobachtung um eine Protuberanz im weißen Licht (oder eine andere durch eruptive Prozesse gebildete) Erscheinung auf der Sonne) gehandelt haben. Begünstigend für die Sichtbarkeit waren sicher die optimalen atmosphärischen Bedingungen am Beobachtungsort. Luftruhe und -scharfe wurden nach der Kiepenheuer-Skala mit 1,5 und 1,0 bewertet. Der Himmel war tiefblau, ohne Wolken und Trübungen. Bei Versuchen an den Folgetagen konnten nie wieder solche „Wölkchen“ gesehen werden. Da die Erscheinung gut zu sehen war, stellt sich nun die die Frage für mich wie für den sofort benachrichtigten Leiter des Arbeitskreises SONNE, ob evtl. noch andere Beobachter die Erscheinung gesehen haben. Wir wären an derartigen Parallelbeobachtungen stark interessiert.

Lit.: [1] „Freie Presse“ vom 9. 3. 1989, Seite 2. – [2] „Neues Deutschland“ vom 11./12. 3. 1989, Seite 1.

Der Arbeitskreis SONNE im KB der DDR teilt ergänzend dazu mit:

Von Dr. Rieger, Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching bei München (BRD) wurde die Seltenheit derartiger Phänomene bestätigt, die auf Grund extrem kräftiger Ausbrüche vom langwelligen Spektralbereich bis zur Teilchenstrennung auch im weißen Licht kurzzeitig sichtbar werden, so daß Beobachter solcher Erscheinungen zu beglückwünschen sind. Nach Dr. Rieger wurde eine solche Erscheinung im vorausgegangenen Sonnenfleckencyklus nur einmal (1982) gesehen. (H. A.)

Polarlicht beobachtet

Durch die zur Zeit hohe Aktivität der Sonne kam es am Montagabend (13. 3. 1989) zur Entstehung eines Nordlichtes. Leider konnte es nur zwischen einzelnen Wolkenlücken gesehen werden. In der Zeit von 20.05 Uhr bis 20.30 Uhr MEZ traten am Nordhimmel bis ca. 35° Höhe schwach leuchtende senkrechte Streifen auf. Der Ort der Streifen wechselte ständig. Die größte Aktivität der Streifen war etwas links der Nordrichtung, was von uns aus gesehen auch der Lage des Magnetpoles entspricht. Von 20.30 Uhr bis 21.30 Uhr konnten wegen Bewölkung keine Beobachtungen gemacht werden. Nach 21.30 Uhr war dann nochmals ein heller blau-grün leuchtender Fleck im Norden ca. 4°-5° hoch zu sehen. Weitere Beobachtungen konnten wegen einsetzender Bewölkung nicht mehr gemacht werden.

Verursacher dieses Polarlichtes war wahrscheinlich eine große Sonnenfleckengruppe, die in dieser Zeit mit dem bloßen Auge zu sehen war.

KLAUS HÄUSSLER

Anmerkung d. Red.: Allen Einsendern ihrer Beobachtung danken wir, auch wenn die meisten nur „nackte Zahlenberichte“ lieferen. Schade auch, daß niemand ein Foto von diesem Naturschauspiel gelungen zu sein scheint. (A)

Aus der Literatur

Die „Regener Tonne“ – Erste wissenschaftliche Raketen-Nutzlast

Im Zuge der Kriegsvorbereitungen des faschistischen Deutschlands begann 1936 die Entwicklung des „Aggregat 4“ (A-4), einer Rakete, die auf der Basis von Flüssigtreibstoffen als „Superkanone“ weit in das Hinterland angegriffener Länder einwirken sollte. Mit etwa einer Tonne Nutzlast, die allerdings aus Sprengstoff bestehen und deren „Nutzen“ in der Zerstörung liegen würde, wollte man im Überschallflug etwa 300 Kilometer überwinden. Diese Aussichten waren dem Heereswaffenamt enorme Mittel wert, die schließlich in der Heeresversuchsanstalt Peenemünde unter der Leitung Werner von Brauns die Entwicklung der ersten modernen Großraketen ermöglichten. Nach zwei Fehlversuchen gelang am 3. Oktober 1942 der Erstflug. Mit der Propagandabezeichnung „Vergeltungswaffe 2“ (V-2) wurden dann ab September 1944 etwa 5500 dieser Raketen zur Fernbombardierung Englands und Belgien eingesetzt, wo sie schwere Verwüstungen anrichteten.

Es ist wenig bekannt, daß es im Rahmen der Entwicklung des A-4 auch wissenschaftliche Tätigkeit zur atmosphärischen Höhenvermessung gegeben hat. Sie wurde dem Heereswaffenamt gegenüber damit begründet, diese Forschungen seien auch „im Hinblick auf die Gewinnung einwandfreier Berechnungsunterlagen für Flugbahncalculi, Erwärmungsfragen, Schubtäfelchen usw. auch im Interesse der Heeresversuchsanstalt Peenemünde“. So wurde es trotz aller Geheimhaltung und trotz der extrem antiwissenschaftlichen Haltungen innerhalb der NS-Führung mög-

lich, die Unterstützung von Wissenschaftlern zu gewinnen. Man muß heute feststellen, daß in dieser Zeit wichtige Fortschritte auf dem Weg zur späteren Raumfahrt erfolgten, auch wenn sie im Umfeld des faschistischen Angriffskrieges letzten Endes mit auf das Ziel hinausfuhren, dem propagierten Gegner unermeßliche Schäden zuzufügen.

Eine Schlüsselfigur dieser wissenschaftlichen Komponente war Prof. Erich Regener (1881-1955), ein Stuttgarter Experimentalphysiker, der zunächst von den Nationalsozialisten als „politisch unzuverlässig“ klassifiziert und aus dem Hochschuldenkt entlassen worden war. Regener hatte bis dahin bereits durch einige neuartige Experimente Aufmerksamkeit erregt: Ende der zwanziger Jahre hatte er mit Untersuchungen der kosmischen Höhenstrahlung begonnen, die zwar schon 1912 durch Victor Franz Hess entdeckt worden war, deren Natur aber noch weitestgehend im Dunkel lag. Regener gelang es, wesentliche Hindernisse bei der Erforschung der Höhenstrahlung zu überwinden. So bestimmte er die Anteile der Eigenstrahlung in den Meßapparaturen und schaltete den Einfluß der natürlichen Radioaktivität des Bodens durch Messungen in der freien Atmosphäre aus. Die Technik der Ballonaufstiege wurde so ausgefeilt, daß man die Meßgeräte schließlich in Höhen über 30 Kilometer transportieren konnte. Auch die Meßprinzipien wurden entwickelt, wie im Einsatz von Fotoemulsionen zur Registrierung von Teilchenbahnen besondere Bedeutung beikam. Neben Kenntnissen zum Mechanismus der Höhenstrahlung sowie zu Temperatur und Druck der höheren Atmosphäre erhielt Regener zum ersten Mal unmittelbare Angaben über die chemische Zusammensetzung hoher Luftschichten. Er wies nicht nur die Ozonschicht direkt nach, sondern entdeckte auch deren jahreszeitliche und geografische Variation.

Nach seiner Entlassung gründete Regener 1937 eine private „Forschungsstelle für Physik der Stratosphäre“, die ein halbes Jahr später der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft angeschlossen wurde. Das Max-Planck-Institut für Aeronomie in Lindau (BRD) hat sich übrigens direkt aus dieser Forschungsstelle entwickelt; es ist heute wegen des Baues von Meßapparaturen für Forschungssatelliten aus aller Welt (z. B. Helios, Spacelab, Giotto, Vega) sehr geschätzt.

Im Jahre 1939 gehörte Erich Regener zu einer Gruppe von 36 Wissenschaftlern und Ingenieuren, die von Werner von Braun nach Peenemünde in der Absicht eingeladen wurden, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten bei Bau und Herstellung der Einsatzbereitschaft des A-4 zu nutzen. Den Wissenschaftlern wurde dafür der Anreiz geboten, mit Hilfe der Rakete in sehr großen Höhen Forschungen anstellen zu können. Regener erschien es hier besonders wichtig, die Obergrenze der Ozonschicht in etwa 50 Kilometer Höhe zu überwinden, um zum ersten Mal das ultraviolette Sonnenspektrum unterhalb der Wellenlänge 300 nm aufnehmen zu können. Regener und seine Forschungsstelle bekamen den Auftrag, einen Meßkopf für das A-4 zu entwickeln. Dieser Meßkopf, bald „Regener-Tonne“ genannt, sollte Geräte zur Messung von Druck und Temperatur, vor allem aber zur Registrierung des UV-Spektrums der Sonne enthalten.

Man wurde sich zeitig darüber klar, daß die Messungen am günstigsten nicht während des Aufstieges, sondern erst im Fallen, oder besser, beim Sinken an einem Fallschirm erfolgen sollten. Dazu mußte die „Regener-Tonne“ am Scheitelpunkt der Bahn (in 50 bis 60 km Höhe) abgesprengt werden und am Fallschirm möglichst langsam herab sinken. Hierbei war unter anderem das Problem zu lösen, den Fallschirm in der eigentlich viel zu dünnen Luft zu entfalten, was Regener mit Hilfe eines aufblasbaren Schlauchringes im Fallschirm bewerkstelligte.

Der Probeschuß eines A-4 mit einer Blindladung, einer leeren „Regener-Tonne“, verlief noch erfolgreich, bevor die Zerschaltung des „Dritten Reiches“ diesem Vorhaben ein Ende setzte und

die „Regener-Tonne“ nie zum Einsatz kommen ließ. In die Vorgeschichte der Raumfahrt wird man sie jedoch als erste wissenschaftliche Raketen-Nutzlast einordnen müssen. (AD)

Lit.: MPG-PRI SP 4/88 (25)

*

Nahestehende Zwerggalaxie entpuppt sich als ferne gigantische Spiralgalaxie

Durch Anwendung einer neuen Methode der fotografischen Verstärkung (Malin's Method) astronomischer Aufnahmen machte eine Forschergruppe des Steward-Observatoriums die schon sensationell zu nennende Entdeckung, daß eine bisher anscheinend unbedeutende Zwerggalaxie im Virgo-Cluster in Wirklichkeit eine riesige Spiralgalaxie des kosmischen Hintergrundes ist. Fast ihr gesamtes Licht bleibt unterhalb der Nachweisgrenze der bisherigen Beobachtungen. Mit etwa 160000 Lichtjahren Durchmesser und einer Gesamtmasse des neutralen Wasserstoffs von 10^{11} Sonnenmassen ist Malin-1 eine der größten und hellsten Spiralgalaxien. Vermutlich ist Malin-1 kein Sonderfall, sondern das erste Beispiel einer Klasse von Riesengalaxien geringer Oberflächenleuchtkraft, die einen nicht unerheblichen Anteil an der Massenbilanz des Universums darstellen könnten.

Diese Vermutung wird dadurch gestützt, daß Galaxiencluster unserer kosmischen Nachbarschaft zahlreiche Zwerggalaxien geringer Oberflächenleuchtkraft enthalten, deren Anteil an der Gesamtzahl der Galaxien bis herab zur Nachweisgrenze nicht abnimmt.

L. TILL

Lit.: B. D. Bothum, D. F. Malin u. a., Steward Observatory Preprint No. 728 (1987). - M. Disney und St. Philippus, Icebergs and crouching giants, Nature 329 (17. 9. 87), 203.

*

Geologie des Merkur

Von den neun Planeten des Sonnensystems ist der innerste, Merkur, mit Ausnahme des äußersten, Pluto, der kleinste. Wegen seiner Sonnenähnlichkeit ist er von der Erde aus nur schwierig zu beobachten, und das meiste über ihn wissen wir aus der Mariner 10-Mission 1974/75, so die präzisierten Werte des Durchmessers (4878 km), der Dichte (5.44 g cm^{-3}), des Drucks am Boden (10^{-12} atm), der Tages- und Nachttemperatur (430°C bzw. -170°C). Das schwache Magnetfeld des Merkur spricht für Differenzierung im Kern und Mantel, deren Grenze bei 1830 km Tiefe liegen müßte.

Rund 40% der Merkuroberfläche konnten mit einer Auflösung von 2 km fotografiert werden, die Hälfte davon sogar mit einer Auflösung von 200 m.

Das dominierende morphologische Element der Merkuroberfläche sind die Krater, die in einem sehr weiten Größenbereich vorkommen. Der weitauft größte von ihnen, Caloris, hat 1300 km Durchmesser.

Man kann zwei Arten von Oberflächenformen unterscheiden: ältere Regionen (70% der Oberfläche) mit sehr hoher Kraterdichte, und jüngere (20% der Oberfläche) mit kleinererer. Wegen

des Fehlens erosiver Kräfte sind uralte Formen erhalten geblieben. Die älteren Regionen sind schätzungsweise 4,0 bis 4,4 Md. Jahre alt, die jüngeren 3,8–3,9 Md. Jahre. Die Natur der Spektralbande der Merkuroberfläche spricht für vulkanische Entstehung. Magmatische Mantelgesteine haben die Merkmale 'Caloris' als die eines großen Einschlagbeckens ausgeglichen und maskiert: so die peripherie Ringumwallung und die radialen Strahlen ausgeworferner Materie und die konzentrischen Innenringe. Zudem hat der isostatische Massenausgleich im Becken zu Aufwuerfungen, Absenkungen und Faltungen geführt. All dies ist (wegen der größeren Viskosität der heißen Gesteine) unmittelbar nach der Bildung des großen Beckens erfolgt; anders als auf dem Mond, wo derartige Prozesse sich über mehrere Hundert Millionen Jahre erstreckt hatten.

Ein typisches Merkmal der Merkuroberfläche ist die Vielzahl von Kettengebirgen, 500 bis 3000 m hoch und 50 bis 500 km lang, deren Entstehung durch Abkühlung und Kontraktion der Kruste des Merkur erklärt wird. Sie sind vorzugsweise radial zum Calorisbecken orientiert, dessen Entstehung offenbar die ausschlaggebende Rolle bei der Ausbildung der globalen Oberflächenstruktur des Merkur gespielt hatte. Eine ähnliche Rolle hatte auf dem Mond die Bildung des großen Mare Imbrium und auf dem Mars die des Hellas-Ebene gespielt – ein gigantischer Einschlag löst tektonische Veränderungen über sehr weite Distanzen aus. Seit dem Ende des kosmischen Bombardements vor etwa 3,8 Md. Jahre hat sich die Merkuroberfläche nicht mehr wesentlich verändert.

L. TILL

Lit.: P. G. Thomas und P. Masson, Geologie de Mercure, Bull. Soc. géol. France, 1987, (8) t. III No. 1, 87–94

*

Superschwere Sterne

Wo liegt die obere Grenze für die Masse und Leuchtkraft der Sterne? Die hellsten Sterne sind auch die massereichsten. Noch vor wenigen Jahren galten 60 Sonnenmassen als die obere Massebegrenzung. Solche schweren Sterne übertreffen die Leuchtkraft der Sonne um das Millionenfache. Sie wurden als instabil angesehen. Dank der Fortschritte der instrumentellen Ausrüstung und der Einrichtung leistungsfähiger Großsternwarten auch auf der südlichen Halbkugel sind heute in der Milchstraße und ihren Satellitengalaxien mehrere superschwere Sterne bekanntgeworden, deren Masse in der Größenordnung von 1000 Sonnenmassen liegt ($M_\odot = 10^{13}$ g). Ihre Leuchtkraft beträgt das Zehn-Millionenfache der solaren ($L_\odot = 4 \cdot 10^{26}$ W).

Grob gerechnet kommt auf je eine Milliarde Sterne ein sehr schwerer Stern mit einer Masse größer $60M_\odot$. Mit der Fülle neuer Beobachtungsergebnisse hat die Theorie der Sternentwicklung Schritt gehalten: Die sehr schweren Sterne sind nicht schlechtweg instabil, sondern fast immer während ihrer gesamten Existenz in einem quasihomogenen Gleichgewicht der chemischen Zusammensetzung. Während einiger kritischer Evolutionsphasen treten Instabilitäten zwangsläufig auf, Konsequenzen aus der Wechselwirkung turbulenter Fluidphasenprozesse in Gegenwart sehr starker Strahlungsfelder.

Übersteigt das Verhältnis von Leuchtkraft zu Masse einen kritischen Wert (das Eddington-Limit), vermag der Strahlungsdruck aus dem Sternzentrum äußere, gravitativ nicht so fest gebundene Schichten wegzublasen, konzentrische, rasch expandierende Explosionswolken künden davon.

Unser Wissen über sehr schwere Milchstraßensterne ist auf unse-
re solare Nachbarschaft innerhalb eines Bereichs von etwa 10000 Lichtjahre Radius beschränkt. Innerhalb dieses Bereichs befindet sich eine der auffälligsten Sternassoziationen, der Carina-Nebel, rund 9000 Lichtjahre entfernt. Dort befinden sich in einer Region von nur 40 Lichtjahren Durchmesser sechs sehr schwere und sehr leuchtstarke Sterne, der hellste davon, HD93129 A, hat eine Leuchtkraft von $5 \cdot 10^5 L_\odot$ und $200 M_\odot$. Der bekannteste O3-Stern ist Eta Carinae, seit der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts als stark veränderlicher Stern des südlichen Sternhimmels bekannt.

Wahrscheinlich der schwerste und hellste aller supermassiven Sterne in uns zugänglichen Umkreis des Himmels ist HD 38268 in großen Nebel 30 Doradus in der GMC. Seine Masse wird auf 2000–3000 M_\odot geschätzt, und seine Leuchtkraft ist noch 10–20 mal größer als die der superschweren Carinae-Sterne. Ange-
sichts solcher enormen Daten bezweifeln viele Astronomen die Existenz dieses Supersterns. 30 Doradus ist deshalb zu einem der wichtigsten Objekte der Astronomie geworden. Fakt ist, daß die-
se Lichtquelle kleiner als 0,005 pc ist – etwa das Tausendfache der Strecke Sonne–Erde, Raum genug für ein Doppel-Tripel- oder Quadrupelsternensystem.

Die faszinierende Entdeckung der superschweren Sterne läßt die dringliche Forderung der Astronomen nach einem hochauflösenden Teleskop im Erdorbit gut verstehen – auf diesem Gebiet hat die Raumfahrt trotz aller Aktivitäten noch viel aufzuholen und mutet bescheiden an.

L. TILL

Lit.: Roberta M. Humpreys und K. Davidson, Science 223, 243–249 (1984).

*

Zur Oberflächenbeschaffenheit des Plutomonides Charon

Die Bedeckung des Charon durch Pluto am 3. März 1987 konnte genutzt werden, Charon im nahen Infrarot zu beobachten. Dieser Bereich des IR-Fensters zum All ist für den Nachweis kondensierbarer Gase besonders gut geeignet, da diese bei solchen Energiebeträgen zu charakteristischen Molekularschwingungen angeregt werden.

Das Multiple Mirror Teleskop (MMT) des Mt. Hopkins-Observatoriums, Arizona, USA, war mit einem Flüssig-Helium gekühlten Indium-Antimon-Detektor ausgerüstet, und die abgebildete Fläche hatte eine Apertur von 8,7 Bogensekunden Durchmesser. Bestätigt wurde die Anwesenheit von Methan als der dominierende IR-Absorber im Pluto-Charon-System. Nach dem Abzug des reinen Pluto-Spektrums vom Gesamtspektrum ergab sich das dem Charon zuzuordnende Restspektrum mit unverwechselbarer Charakteristik, das sich am besten von allen Kandidaten (darunter CO_2 , H_2S , NH_4HS , NH_3) dem Wassereis zuordnen läßt. Charon ist beträchtlich dunkler als Pluto, was bisher rätselhaft geblieben war, sollte doch beide Körper dieselbe Entstehungsgeschichte haben. Dieser Albedounterschied bewirkt aber immerhin, daß Charon mit 58 K eine fast um zehn Grad höhere Oberflächentemperatur als Pluto hat. Da die Flüchtigkeit von Methanen exponentiell mit der Temperatur ansteigt, reichte dieser Temperaturunterschied aus, Methan auf dem Charon durch Verdampfung und Diffusion in den Weltraum verschwunden ist. Dieser Ef-

fekt ist recht intensiv; der Verlust entspricht einer Methansäule von 22 km seit Entstehung des Sonnensystems. L. TILL

Lit.: Robert L. Marcialis, G. H. Rieke und L. A. Lebofsky: The Surface Composition of Charon: Tentative Identification of Water Ice; *Science* 237 (1987), 1349–1351

*

Nach Redaktionsschluß:

Chefredakteurin der Bruderzeit-schrift KOZMOS verstorben

Durch einen tragischen Verkehrsunfall verunglückte die langjährige Chefredakteurin der slowakischen populärwissenschaftlichen astronomischen Zeitschrift KOZMOS, Tatiana Fabini, im Alter von 45 Jahren tödlich.

Nach ihrem Journalistik-Studium an der Universität Bratislava war sie bei einigen Verlagen und Publikationsorganen tätig, bevor sie die Zeitschrift KOZMOS übernahm. Táňa Fabini war mit ganzem Herzen Wissenschaftsjournalistin und sie wünschte „stets dabei zu sein“, wenn es um die Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse ging. Bei ihren brillant verfaßten Grundsatzbeiträgen befaßte sie sich vor allem mit Fragen der Philosophie und der weltanschaulichen Bedeutung der Astronomie. Dank ihrer fachlichen und organisatorischen Fähigkeiten entwickelte sich die Zeitschrift KOZMOS zu einem informativen und interessanten Publikationsorgan mit einer ständig wachsenden Auflagenhöhe.

KOZMOS ist weit über die Grenzen der ČSSR eine bekannte Zeitschrift, die alle Bereiche der Amateurastronomie anspricht und sich durch ein hohes fachliches Niveau auszeichnet. Diese Tatsache ist zweifelsohne das Verdienst von Tatiana Fabini mit ihren Redaktionskollektiv. Ihr plötzlicher Tod verhinderte weitere Vorhaben, wie die Herausgabe von aktuellen Büchern für die Amateurastronomie. Ihre Sympathie und Unterstützung galten der Jugendarbeit, Táňa bewies dies durch ihre Teilnahme bei den jährlichen Treffen der Jungen Astronomen der Slowakei.

Die Redaktion

Verkaufe „Die Sterne“ 1949–1968, geb. á 10 M.; „AuR“ 1963–1972 á 5 M/Jahr.; Spiegelteleskop 70/673 mm m. Gittertubus, Rohrmont., ohne Okulare (150 M); ált. guter. Objektiv 80/500 für 150 M. – Dieter Gärtner, H.-Heine-Str. 25, Olbersdorf, 8809.

Succe „Die Sterne“ 1922–1983; Kal. f. Sternfreunde 1949–1968, 1974; Cambridge Enzyklopädie der Astronomie; Falkauer Atlas sowie Ahnert u. a.: Die veränderlichen Sterne der nördlichen Milchstraße. – Thomas Weber, Heinrich-Heine-Straße 55, Naumburg (Saale), 4800.

Verkaufe: Binok. Aussichtsfernrohr 80/500 (Zeiss) mit solidem Adapter an parall. Mont. Ib u. Telemetror, (Vergröß. 20, 40 u. 84fach), stativ, Sonnenfilter; Bestzustand, 2250 M. Bei Bedarf Telemetror-achsmont. neu, 530 M. und Refr. 80/500 (bis 84x), Stativ, 980 M. – Beer, Glienicker Weg 100, Berlin, 1199

Succe Refraktor 60–80 mm Öffnung (mögl. Industrierz.) mit Zubehör und Kalender f. Sternfreunde 1949–1960. Angebote mit Preisangabe an: Gerhard Richter, Scharnhorststr. 9, Karl-Marx-Stadt, 9071.

Succe „Astronomie und Raumfahrt“ bis 1985 (evtl. Kauf oder Tausch), Typenbuch Raumflugkörper, Dias über Satelliten und Trägerraketen. – Holger Grundig, Nr. 27, Gleina, 7401.

Verkaufe Cassegrain-Optik 150/900/2325 (A. Wilke-Erz.) mit selbstgeb. Rohrmonterie und Okularauszug (CZ Jena) f. 900 M. Dr. S. Brach, Südstraße 35, Roßlau, 4530, Te. 2397.

Verkaufe umfangreiche Astro-Literatur; Liste anfordern. – **Verkaufe** Objektivtubus 100/1000 u. Okularauszug f. AS 100/1000. – St. Warncke, Fr.-Engels-Str. 17, PF 66–04, Heidenau, 8312.

Succe AS-Objektiv 80 mm oder größer Öffnung sowie Telemotor-Okularauszug bzw. -revolver, dazu Okulare mit f = 4; 6; 10; 12,5–50 mm. – F. Nosek, Neue Str. 18, Wünschendorf, 6519.

Verkaufe Eigenbauref. 110/750 m. CZ-Okularauszug, Fünffach-Ok.-Revolver, 2 Zwischenstützen u. 1 Ok.-Steckhülse f. 1350 M. Th. Borowski, Lange Straße 24, Boizenburg/Elbe, 2830.

Succe Vierfach-Okularrev., Zenitprisma, Binokularansatz, Objektiv 50/540. **Biete:** Fasching, Sternbalkendecke, 205 Seiten, Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1986. – H. Schaaerschmidt, Grimmengasse 6, Hüttenerode/Harz, 3721.

Vorschau auf Heft 4/1989

150 Jahre Sternparallaxenbestimmung • Die ersten Mondsonden • Helligkeit der totalen Mondfinsternisse • Feuerkugel-Überwachung 1988 • Auswertung der Beobachtung des Kometen 1987s • Astronomische Datenbanken im ZIAP • Die Positionen der Planeten

Unsere Autoren

Dr. S. Gottlöber, Dr. V. Müller, Akad. d. Wiss., ZIAP, Rosa-Luxemburg-Str. 17a, Potsdam, 1591

Dr. A. Koeckelenbergh, 3. av. Circ., B-1180 Brüssel, Belgien

OL H. Albert, PSF 61, Crimmitzschau, 9630

Dipl.-Met. H. Neumeister, C.-v.-Ossietzky-Str. 15, Potsdam, 1570

Ing. E. Litzroth, Jenau Str. 69, Erfurt, 5084

J. Rohark, Griesbachstr. 7/15, Jena, 6900

A. Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320

C. Glaubitz, Ludolf-Colditz-Str. 21, Leipzig, 7027

Dipl.-Phys. J. Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570

D. Ewald, Finowstr. 13, Melchow, 1301

St. R. Henkel, Grüner Weg, Suhl, 6000

Dr. F. Börngen, AdW, ZIAP, K.-Schwarzschild-Observatorium, Tautenburg, 6901

G. Lehmann, W.-Pieck-Ring 27, Herzberg/Elster, 7930

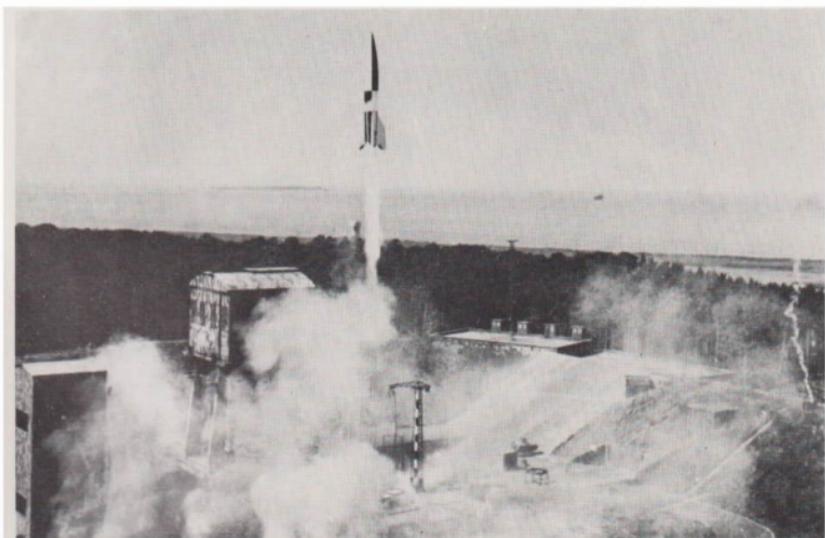
M. Greßmann, Ringstr. 99, Falkensee-Finkenkrug, 1542

J. Helfrich, Grundstraße 40, Dresden, 8054

H. Bretschneider, Drachenkopf 11, Schneeburg, 9412

K. Häußler, Damaskestr. 12, Hartha, 7302

F. Schäfer, Röderstr. 23, Radeberg, 8142



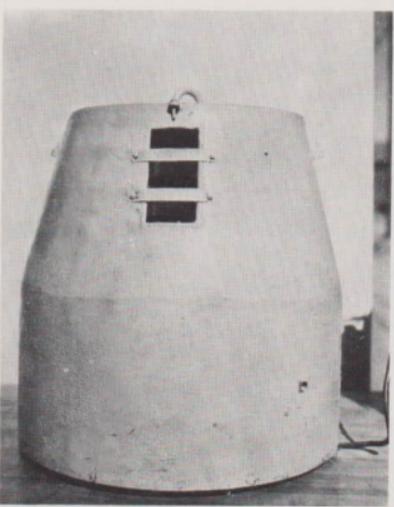
Zum Beitrag S. 93: Die „Regener-Tonne“ –
Erste wissenschaftliche Raketen-Nutzlast

Abb. 1 (oben): Unter strikter Geheimhaltung entsteht während des Zweiten Weltkriegs in Deutschland das „Aggregat 4“ (A-4), die erste Grobrakete der Welt – hier bei einem Start im Jahr 1943 in Peenemünde an der Ostsee.

Foto: Deutsches Museum München

Abb. 2: Zum ersten Mal in der DDR veröffentlicht: Diese Aufnahme der komplett ausgerüsteten „Regener-Tonne“ – der ersten wissenschaftlichen Raketen-Nutzlast zur Erforschung des oberen Teils der Atmosphäre – fand per Zufall der fröhre Beauftragte für den Instrumentierungs- und Meßteil des Geräts, Dr.-Ing. Gerhard H. R. Reisig. Weil zur Zeit der Entwicklung in den vierziger Jahren das gesamte Projekt unter strenger Geheimhaltung stand, durften damals keine Aufnahmen oder Skizzen von dem Meßkopf gezeigt werden.

Foto: Reisig

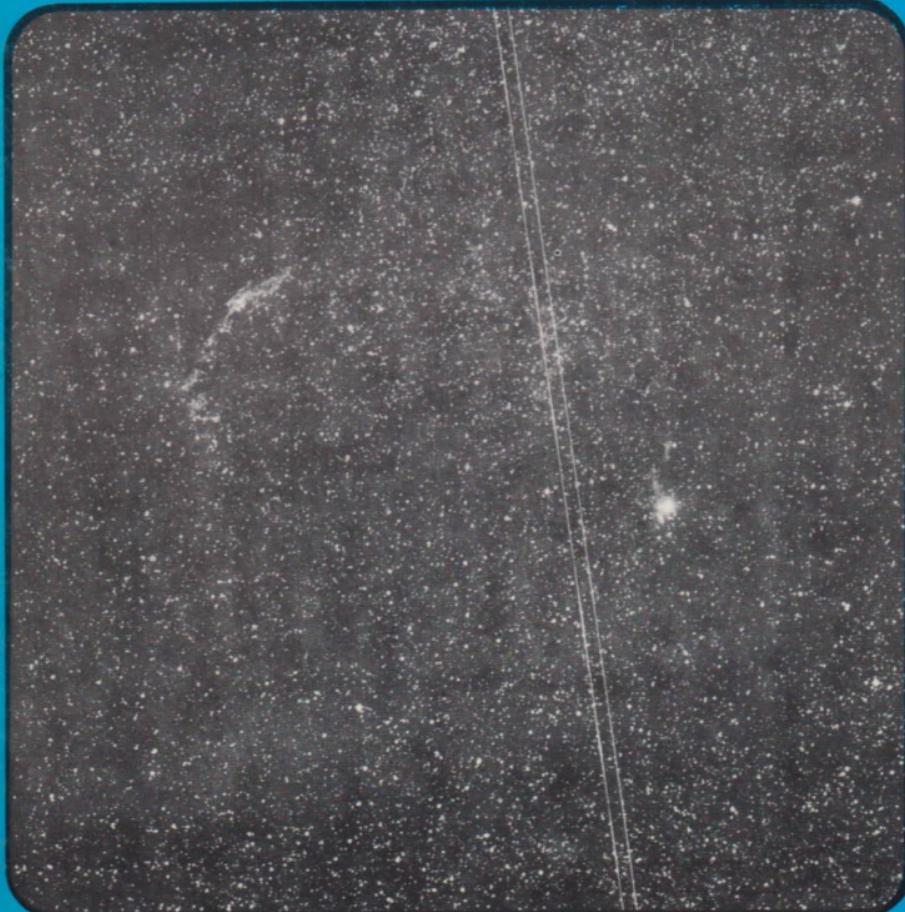
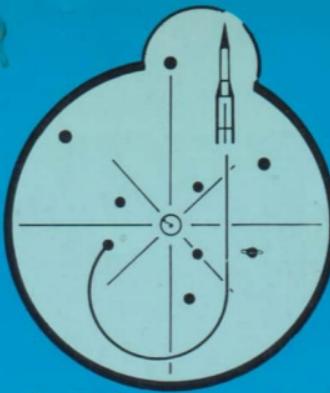




Astronomie UND Raumfahrt

ISSN 0587-565X

EVP 1,50 1989 4



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 Schmalung; **Philosophie/Geschichte:** Dr. J. Hamel; **Amateure:** Ing. A. Grünerberg, Dipl.-Phys. J. Rendtel, STR. A. Zenkert, Dr. B. Zill; **Rezensionen:** Dipl.-Phys. M. Woche; **Zeichn.:** M. Schreiter

Redaktionssitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,
Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1989 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 Lizenznummer 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 bearbeiten.

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

27. Jahrgang (1989) Heft 4

Siegfried Marx: 150 Jahre Sternparallaxenbestimmung	98
Olaf Göring: Die ersten Mondsonden, eine Pionierleistung	104
Klaus-Harro Tiemann: Über den Nachweis der Veränderlichkeit der Erdrotationsachse aus dem Jahre 1888	107
Arno Fellenberg: CASSINI – HUYGENS, ESA realisiert	
Saturn-Mission	109
Jürgen Helfricht: Zu Besuch in der ZAS „Erich Bartl“	110
H. Albert: Erhält „Giotto“ neuen Auftrag?	119
Andreas Dill: Sonnenfinsternisse, Teil 3 (DATA-Reihe)	120
Berichtigung zu DATA in Heft 1/1989 von J. Meeus	122

Beobachtungshinweise

Perseiden 1988 (Berichte verschiedener Beobachtergruppen des Arbeitskreises Meteore)	113
Hartmut Bretschneider: Visuelle Beobachtungen des Kometen 1987s „Bradfield“	115
Sonnenfleckenrelativzahlen März/April 1989 (SIDC, AKS) .	123

Probleme/Lösungen

Wolfram Fischer: Eine rechnerische Fokussierhilfe	118
Günter Mekas: Die Reinigung optischer Flächen	122

Kurzberichte

Mathias Schmögener: Neue slowakische astronomische Einrichtung sucht Kontakte	112
J. Rendtel, K. Kirsch: IAU-Kolloquium 118 – „Comets in the Post-Halley Era“	123
Volkmar Schorcht: AG Deutschsprachiger Planetarien im ZEISS-Großplanetarium Berlin (mit Ergänzung von Edgar Mädlow)	124
Astronomischer Büchertisch (Monika Krisp)	126
Rezensionen	127
Anzeigen	109, 128

Vorschau auf Doppelheft 5 – 6	128
---	-----

Redaktionsschluß: 10. Juli 1989

Auslieferung an den PZV: 16. 12. 1989

Bildseiten

Titelbild: Großer Cygnusbogen mit Flugzeugspur. Aufgenommen am 13./14. 8. 1988 von 23.45 – 2.06 MESZ an der Sternwarte Söhlrand mit Schmidt-Kamera 200/240/356, Rotfilter-hell (Nr. 901) auf ORWO NP27. Entwicklung 6 min in MH-28 (1 + 4).

2. Umschlag-S.: Galaktische Objekte um γ Cygni (mit zwei Satellitenspuren). Aufn. von 0.21 bis 1.59 MESZ am 15. 8. 1988. Am li. Bildrand neben γ Cyg, durch eine gewaltige Dunkelwolke geteilt, leuchtet der Nebelkomplex IC 1318, wenig über γ Cygni der offene Haufen NGC 6910, rechts davon der Haufen IC 1311. Der helle Nebel oberhalb der Bildmitte ist IC 1318. Am Bildrand re. o. der offene Haufen NGC 6866, am li. u. Bildrand der Haufen M 29. Die untere Bildregion wird von einer gigantischen Gasblase, dem SN-Überrest NGC 6888 mit scheinbar 18° Ø beherrscht. Sie ist ca. 3000 ly entfernt.

3. Umschl.-S.: Ha-Aufnahme der Sternbilder Einhorn und Orion, aufgenommen am 28. 1. 1989 in Leipzig. Weitere Angaben s. dort.

4. Umschl.-S.: Der Doppelsternhaufen h und z Persei mit den nördlich im Sternbild Cassiopeia gelegenen großflächigen galaktischen Nebel- und Sternhaufenregionen. Der helle Nebel li. o. ist IC 1795, darunter IC 1805 und NGC 1027. Unten erkennt man IC 1848. Aufn. vom 15. 8. 1988 von 2.22 bis 4.02 MESZ. Instrument, fotografische Verarbeitung wie bei Titelbild und 2. Umschlagsseite.

Alle Fotos: Wolfram Fischer

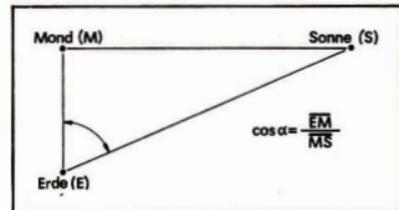
150 Jahre Sternparallaxenbestimmung

SIEGFRIED MARX

Vor 150 Jahren gelangen die ersten Entfernungsbestimmungen für Sterne auf der Basis der parallaktischen Bewegung der Sterne als Widerspiegelung der Bewegung der Erde um die Sonne. Das Ziel, Entfernungen für Himmelskörper zu bestimmen, ist schon sehr alt. Seitdem Nicolaus Copernicus das heliozentrische Weltbild aufgestellt hatte, galt der Nachweis der parallaktischen Bewegung der Sterne weniger der Entfernungsbestimmung, als viel mehr dem Beweis für die Richtigkeit des heliozentrischen Weltbildes. Die Möglichkeit, aus der parallaktischen Bewegung auch die Entfernung der Sterne bestimmen zu können, war ein zusätzliches Ziel.

Mit der Bestimmung kosmischer Entfernungen beschäftigten sich im Altertum zum Beispiel bereits Aristarch (310–230 v. d. Z.) und Hipparch (190–120 v. d. Z.). Aristarch ging es dabei nur um die Bestimmung des Verhältnisses des Sonnenabstandes von der Erde zum Mondabstand von der Erde. Er ging davon aus, daß in der Phase des ersten oder des letzten Viertels die Erde, der Mond und die Sonne ein rechtwinkliges Dreieck bilden müssen (Abb. 1). Der Kosinus des Winkels α entspricht dem gesuchten Abstandsverhältnis. Da der Winkel α sehr nahe bei 90° liegt und sich der Kosinus in diesem Bereich für geringe Winkelunterschiede schon stark ändert, beeinflussen Meßfehler in α das Ergebnis sehr stark. Aristarch fand aufgrund dieser richtigen Methode für das Verhältnis von Sonnenabstand zu Mondabstand den Wert 20. Tatsächlich beträgt das gesuchte Verhältnis aber etwa 390. Von

Abb. 1: Prinzip der Bestimmung des Entfernungsvorhältnisses von Sonne und Mond.



Bedeutung ist aber, daß Aristarch eine richtige Methode zur Abschätzung kosmischer Entfernungen anwandte.

Hipparch versuchte bereits, die tatsächlichen Entfernungen von der Sonne zum Mond zu bestimmen. Bei der Bestimmung der Mondentfernung von der Erde ging er von der Zeit aus, die der Mond bei einer Verfinsternis für den Durchgang durch den Kernschatten der Erde benötigt. Er fand für die Mondentfernung 2350000 Stadien. Wenn man vom altgriechischen Stadion ausgeht, das eine Länge von 184,97 m hat, erhält man die überraschend genaue Entfernung des Mondes zu 434000 km. Bei Aristarch und Hipparch ging es tatsächlich nur um die Bestimmung des Abstandes der Himmelskörper von der Erde. Wie erwähnt, kommt mit dem heliozentrischen Weltbild des Copernicus ein ganz neuer Gedanke in die Entfernungsbestimmung der Sterne. Der Grundgedanke ist, daß sich die Bewegung der Erde um die Sonne in der parallaktischen Bewegung der Sterne widerspiegeln muß. Die Existenz der parallaktischen Bewegung ist Folge und Beweis für das heliozentrische Weltbild. Die Größe der parallaktischen Bewegung erlaubt die Bestimmung der Entfernungen der Sterne. Die parallaktische Bewegung wird also benötigt als Beweis für das heliozentrische Weltmodell und die Messung der Größe liefert als „Abfallprodukt“ die Sternentfernung.

Die Notwendigkeit, die parallaktische Bewegung zu beobachten, war Copernicus bereits bewußt. Aus dem Fehlen der beobachtbaren parallaktischen Bewegung der Sterne erwuchs in Copernicus aber keinesfalls Zweifel an der Richtigkeit seines Weltbildes, sondern er zog daraus nur den Schluß, daß die Sterne sehr weit entfernt sein müssen. Das kann durch folgendes Zitat belegt werden: „Deshalb erscheint es also hinreichend bewiesen, daß der Himmel im Vergleich mit der Erde unermesslich ist und den Anschein einer unendlichen Größe gewinnt.“ Das Problem der Fixsternparallaxe als Konsequenz eines heliozentrischen Weltbildes scheint aber schon in der Antike erkannt worden zu sein. Archimedes schreibt in einer Darstellung des Weltbildes des Aristarch folgendes: „Er (Aristarch) stellte die Hypothese auf, daß Sonne und Fixsterne unbeweglich sind, die Erde aber sich auf einer Kreisbahn um die Sonne bewegt, die im Mittelpunkt steht. Die Fixsternsphäre jedoch, die dasselbe Zentrum hat, ist von so großer Ausdehnung, daß

die Erdbahn sich zum Abstand der Fixsterne verhält, wie der Mittelpunkt der Kugel zu ihrer Oberfläche.“

Der Gedankengang, daß trotz des heliozentrischen Weltbildes keine Fixsternparallaxe zu beobachten ist, weil die Sterne sehr weit entfernt sind, ist richtig, hinterläßt aber doch eine gewisse Unzufriedenheit. Deshalb gehörte es seit Copernicus zur Arbeitsaufgabe vieler Astronomen, nach der Fixsternparallaxe zu suchen.

Es ist nicht möglich, auf alle Astronomen und ihre Beiträge zu diesem Problem einzugehen. Tycho Brahe war einer der besten Beobachter der vorteleskopischen Astronomie. Auf sein Bemühen um die Fixsternparallaxe soll hier hingewiesen werden. Tycho Brahe hat sich nicht nur mit der Parallaxe der Sterne beschäftigt, sondern auch mit der Parallaxe anderer Himmelskörper. So konnte er mit Hilfe der täglichen Parallaxe nachweisen, daß der Komet des Jahres 1577 weiter von der Erde entfernt ist als der Mond. Er hatte damit die Kometen, die früher als Objekte der Erdatmosphäre angesehen wurden, zu Untersuchungsobjekten für die Astronomen gemacht. Tycho Brahe beschäftigte sich auch mit der Parallaxe der Supernova des Jahres 1572 und konnte zeigen, daß diese Supernova weiter entfernt als die Saturnsphäre war.

Tycho Brahe fand keine Fixsternparallaxe, obwohl er intensiv danach suchte. Es ist meiner Meinung nach nicht eindeutig nachzuweisen, ob Tycho Brahe sein Weltbild aus reiner Gegnerschaft gegen das kopernikanische Weltbild aufstellte oder aus der fehlenden Parallaxenbeobachtung zu seinen Überlegungen kam. Er entwickelte ein geozentrisches Weltbild mit kopernikanischem Gedankengut. Wegen der fehlenden Fixsternparallaxe ging Tycho Brahe von einer ruhenden Erde aus. Um die Erde als Zentrum bewegten sich die Sonne und der Mond. Die Planeten wiederum bewegten sich um die Sonne. Das Weltbild von Tycho Brahe war ein Kompromiß zwischen dem geozentrischen und dem heliozentrischen.

Die Suche nach der Fixsternparallaxe als Folge der Bahnbewegung der Erde hat als ein wichtiges Nebenprodukt zur Entdeckung der Aberration der Fixsterne durch Bradley 1728 geführt. Daß es sich bei seinen Beobachtungen nicht um die parallaktische Bewegung der Sterne handeln konnte, erkannte Bradley sehr bald. Die von ihm beobachtete Bewegung hatte eine Phasenverschie-

bung gegenüber der erwarteten parallaktischen Bewegung der Sterne. Der Betrag von $20''$ war zu groß für parallaktische Bewegungen. Bei dieser Größe wären sie schon von anderen Beobachtern nachgewiesen worden. Die Beobachtungen und Erkenntnisse von Bradley hatten aber auch für die Beobachtungen eine Konsequenz. Die Genauigkeit seiner Beobachtungen gibt Bradley mit etwa 0.5 an. Da er trotzdem keine parallaktische Bewegung nachweisen konnte, muß die Parallaxe unter 0.5 liegen und die Sterne damit Entfernung von mehr als 400 000 Erdbahnradien haben.

Zu Beginn der 30er Jahre des vergangenen Jahrhunderts gingen Bessel und Struve ganz systematisch an die Parallaxenbestimmungen heran. Eventuell auch beeinflußt durch die Beobachtungen Bradleys gingen sie davon aus, daß die parallaktische Bewegung nur an ganz nahen Sternen bestimmt werden kann. Bessel ging davon aus, daß Sterne mit großer Eigenbewegung für die Parallaxenbestimmung benutzt werden müssen. Seiner Meinung nach war es gleichgültig ob die Eigenbewegung der Sterne durch die tatsächliche räumliche Bewegung oder durch die Widerspiegelung der Erdbahnbewegung entsteht. Der Stern muß auf alle Fälle relativ nah sein. Bessel begründete sein Eigenbewegungskriterium auch dadurch, daß er aus einer Untersuchung von Eigenbewegungskatalogen erkannte, daß Sterne einer bestimmten Eigenbewegung eine relativ große Streuung in den scheinbaren Helligkeiten zeigen.

Bereits im Jahre 1812 war Bessel auf den Stern 61 Cygni aufmerksam geworden, der eine Eigenbewegung von 5.2 pro Jahr hat, d. h. in 360 Jahren seine Position um eine ganze Vollmondbreite verändert. Der Stern 61 Cygni war für die Beobachtung auch deshalb günstig, weil er für Königsberg zirkumpolar ist. Außerdem befanden sich in der Nähe dieses Sternes einige sehr schwache Objekte und damit wahrscheinlich sehr weit entfernte Objekte, die zum Anschluß für Positionsmeßungen benutzt werden konnten.

Struve ging von der Überlegung aus, daß helle Sterne nahe Sterne sein müssen. Sein Grundgedanke war, wenn alle Sterne die gleiche tatsächliche (absolute) Helligkeit haben, dann ist die beobachtbare (scheinbare) Helligkeit ein Maß für die Entfernung. Auf der Basis dieser Überlegungen wählte Struve den Stern Wega in der Leier aus. In der unmittelbaren Nähe von Wega mit ei-

nem Abstand von nur $43''$ gibt es einen Stern 11. Größenklasse, der als Anschluß für relative Positionsmeßungen benutzt werden konnte. Bessel und Struve hatten für ihre Parallaxenbestimmungen einen weiteren entscheidenden Vorteil. Sie erhielten um 1830 Spitzenergebnisse der Instrumententechnik aus der Werkstatt Fraunhofer. Dieses Beispiel zeigt deutlich: Aus der Kombination von klugen Ideen und ausgezeichneten technischen Mitteln entstehen Spitzenleistungen. Bessel erhielt 1829 ein Heliometer.

Das Entscheidende und Typische für dieses Instrument ist, daß das Objektiv gedreht werden kann, halbiert ist und die Hälften gegeneinander verschiebbar sind. Das Heliometer von Bessel hatte eine Brennweite von 2,6 m, eine Öffnung von 158 mm, ließ die Messung eines maximalen Winkelabstandes von $1^\circ 52'$ zu, hatte eine Skala von 1 mm/58 Bogensekunden, erlaubte eine Ablesung der Schraubenverschiebung von etwa 1/1000 mm und damit eine Meßgenauigkeit von etwa $0''.05$. Die Verschiebung der Objektivhälften erzeugt von einem Stern zwei Bilder und von zwei Sternen vier Bilder (s. Abb. 2). Wenn nun das zweite Bild des ersten Sternes und das erste Bild des zweiten Sternes durch die Verschiebung der Objektivhälften zur Deckung gebracht werden, kann dadurch der Winkelabstand der beiden Sterne bestimmt werden.

Bessel erhielt für den Stern 61 Cygni einen Parallaxenwinkel von $0''.3136 \pm 0''.0202$.

Struve bekam 1824 einen langbrennweiten Refraktor aus der Fraunhofer Werkstatt, den er für Positionsmeßungen einsetzte. Er kultivierte das Okularmikrometerprinzip. Aus seinen Messungen am Stern Vega folgte ein Parallaxenwinkel von $0''.125 \pm 0''.055$.

Henderson arbeitete um 1830 an der Sternwarte am Kap der Guten Hoffnung. Er beobachtete mit

einem Durchgangsinstrument. Henderson bestimmte allgemein Sternpositionen. In seinem Programm waren u. a. auch die hellen Sterne Sirius und Alpha Centauri; letzterer ist ein sehr heller Stern und hat eine Eigenbewegung von $3''.6$ /Jahr. Diese beiden Tatsachen lassen einen geringen Abstand von der Erde vermuten. Obwohl das primäre Ziel der Positionsmeßung von Henderson keinesfalls die Parallaxenbestimmung war, wertete Henderson seine Daten für Alpha Centauri trotzdem unter diesem Gesichtspunkt aus und fand einen Parallaxenwinkel von $0''.98 \pm 0''.07$.

Bessel, Struve und Henderson publizierten ihre Parallaxenmessungen etwa gleichzeitig. Wissenschaftshistorisch ist es sicher interessant, wem die Priorität zuzusprechen ist. Mit dieser Problematik soll sich hier aber nicht beschäftigt werden. Entscheidend ist, daß alle drei die parallaktische Bewegung der Fixsterne eindeutig nachgewiesen hatten und damit 400 Jahre nach Kopernikus das heliozentrische Weltbild in der Praxis bestätigt hatten und im Rahmen dieser Bestätigung die ersten Sternentfernungen gemessen hatten.

Der Vergleich der Ergebnisse von Bessel, Struve und Henderson mit den modernen Angaben der Parallaxenwinkel ihrer drei Sterne macht deutlich, wie genau sie bereits vor 150 Jahren gemessen hatten (Tab. 1). Entscheidend für den Erfolg von Bessel und Struve war die Steigerung der Qualität der Instrumententechnik, die Exaktheit der Reduktion unter Berücksichtigung aller Fehlerquellen und die bewußte Auswahl relativ naher Sterne, die mit relativ Parallaxen gemessen wurden.

Durch die Nutzung der Fotografie als Beobachtungsmethode für die Astronomie beschleunigte sich die Möglichkeit der Positionsmeßungen und damit der Entfernungsberechnungen für Sterne. Aus der Tabelle 2 ist zu erkennen, daß ca. 7000 bis 8000 Parallaxenwinkel bekannt sind. Tabelle 3 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Parallaxen für verschiedene Parallaxenwinkel.

Diese voraussetzungsfreie Methode ist begrenzt durch die Größe der Basis, d. h. den Erdbahnhalbmesser und die Möglichkeiten der Winkel-

Abb. 2: Prinzip der Messung des Winkelabstandes mit Hilfe eines Heliometers.

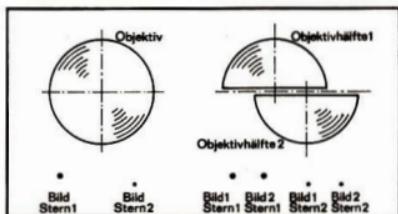


Tabelle 1: Vergleich von Parallaxenwinkeln und Bogensekunden

	61 Cyg	Wega	α Centauri
1838	$0''.3136 \pm 0''.0202$	$0''.125 \pm 0''.055$	$0''.98 \pm 0''.09$
1985	$0''.292''$ (3,42 pc)	$0''.123$ (8,13 pc)	$0''.751$ (1,33 pc)

Tabelle 2: Anzahl bekannter Parallaxen

1840	3	1895	90	1924	3500
1848	11	1910	365	1930	6000
1882	34	1917	625	1980	7500

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung der Galaxien

< 0,02 Bogensekunden	1800
0,02 - 0,05 Bogensekunden	1300
0,05 - 0,08 Bogensekunden	350
0,08 - 0,11 Bogensekunden	80
> 0,11 Bogensekunden	100

messung. Als kleinster meßbarer Winkel sollte 0'01 angenommen werden. Daraus ergibt sich, daß auf der Basis der parallaktischen Bewegung der Sterne Entfernung bis zu 100 Parsec (pc) bestimmt werden können.

Wenn es um Entfernung über 100 pc geht, müssen andere Methoden angewendet werden. Ein Grundgedanke wurde bereits im Zusammenhang mit der Auswahl des Sternes Wega durch Struve erwähnt. Wenn man davon ausgeht, daß alle Sterne die gleiche absolute Helligkeit haben, ist die scheinbare Helligkeit, ein Maß für die Entfernung, d. h. zwischen der Entfernung r und der scheinbaren Helligkeit m muß ein Zusammenhang bestehen. Falsch ist in dieser Überlegung, daß alle Sterne die gleiche absolute Helligkeit M haben. Es muß demzufolge ein Zusammenhang bestehen zwischen der Entfernung r , der scheinbaren Helligkeit m und der absoluten Helligkeit M . Diesen Zusammenhang bringt der bekannte *Entfernungsmodul* zum Ausdruck:

$$m - M = 5 \lg r - 5$$

$$\log r = \frac{m - M + 5}{5}$$

Die scheinbare Helligkeit kann beobachtet werden. Durch die Formel des Entfernungsmoduls wird die Entfernung bestimmt auf die Bestimmung der absoluten Helligkeit reduziert.

Bei der Beobachtung der scheinbaren Helligkeit muß aber beachtet werden, daß diese durch die interstellare Extinktion, die durch den interstellaren Staub hervorgerufen wird, verfälscht wird. Die beobachteten scheinbaren Helligkeiten sind bei Vorhandensein interstellarer Extinktion zu gering. Wenn die Extinktion in der Formel mit A berücksichtigt wird, lautet sie:

$$\log r = \frac{(m_{\text{beob}} - A) + M + 5}{5}$$

Da die Bestimmung von Entfernung durch den Entfernungsmodul ganz entscheidend durch die Möglichkeit geprägt wird, die absolute Helligkeit von Sternen zu kennen, soll in Folgendem etwas über die Möglichkeiten der absoluten Helligkeitsbestimmung gesagt werden. Tatsächlich streuen die absoluten Helligkeiten der Sterne sehr stark. Eventuell kann man aber davon ausgehen, daß bestimmte „familiär“ zusammengehörige Sterngruppen gleiche absolute Helligkeit haben.

In diesem Zusammenhang war eine Beobachtung von Miss Leavitt im Jahre 1908 von großer Bedeutung. Sie erkannte in der Kleinen Magellanschen Wolke 1777 veränderliche Sterne. Von einem Teil dieser Sterne konnten die Perioden bestimmt werden. 16 Sterne wurden als Delta-Cephei-Sterne identifiziert. Für diese Sterne galt, daß deren Periode eine Funktion der scheinbaren Helligkeit zu sein schien. Genaue Untersuchungen von Miss Leavitt bestätigten das und führten 1912 zum Erkennen der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung für Delta-Cephei-Sterne. In Tabelle 4 ist der Zusammenhang zwischen scheinbarer Helligkeit und Periode gegeben.

Da alle Sterne der Kleinen Magellanschen Wolke die gleiche Entfernung besitzen, bedeutet der Zusammenhang zwischen Periode und scheinbarer Helligkeit eine Abhängigkeit der Periode von der absoluten Helligkeit, d. h. es handelt sich tatsächlich um eine Perioden-Leuchtkraft-Beziehung.

Die Frage ist aber nun, wie groß die absoluten Helligkeiten der Delta-Cephei-Sterne sind. Um diese zu bestimmen, ist eine Eichung notwendig. Diese ist im Prinzip ganz einfach, wenn nach folgendem Schema vorgegangen wird:

- Man nehme die Delta-Cephei-Sterne bis zu einer Entfernung von 100 pc.
- Für diese Delta-Cephei-Sterne werden die Perioden bestimmt.
- Aus ihrer parallaktischen Bewegung werden ihre Entfernung bestimmt.
- Aus der Entfernung und der beobachteten scheinbaren Helligkeit wird ihre absolute Heli-

Tabelle 4: Perioden-Helligkeitsbeziehung der Delta-Cephei-Sterne

Periode [Tage]	2	5	10	100
scheinbare Helligkeit [mag]	15,5	14,8	14,1	12,0

ligkeit durch Anwendung des Entfernungsmoduls bestimmt.

- Da nun die Perioden und die absoluten Helligkeiten bekannt sind, kann man die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Delta-Cephei-Sterne erhalten.

Dieses einfache Rezept der Eichung scheitert daran, daß bis zu einer Entfernung von 100 pc keine Delta-Cephei-Sterne bekannt sind.

Zur Eichung der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Delta-Cephei-Sterne müssen also neue, unabhängige Entfernungsberechnungsmethoden gesucht werden. Eine sei hier kurz vorgestellt. Bei der Bewegung eines Sternhaufens konnte beobachtet werden, daß die einzelnen Haufenmitglieder sich alle auf den gleichen Punkt zuzubewegen scheinen. Die Abbildung zeigt diese Beobachtungstatsache am Beispiel des Hyaden-Sternhaufens. Alle Mitglieder haben die gleiche mittlere Geschwindigkeit in bezug auf die Sonne. Der Fluchtpunkt der Haufenbewegung kann aus der Beobachtung bestimmt werden. Die Radialgeschwindigkeit der einzelnen Sterne wird aus spektroskopischen Beobachtungen erhalten. Des Weiteren ist die Eigenbewegung der Sterne in Bogensekunden pro Jahr eine beobachtbare Größe. Die tatsächliche Tangentialgeschwindigkeit in km/s folgt aus der Entfernung. Als Beobachtungsgrößen stehen die Radialgeschwindigkeit (RG), die Richtung der Bewegung der Haufenmitglieder und die Eigenbewegung (EB) zur Verfügung. Daraus kann die Entfernung (r) berechnet werden. Die geometrischen Verhältnisse und die sich daraus ergebenden mathematischen Zusammenhänge sind in Abbildung 3 dargestellt.

Diese Möglichkeit der kinematischen Parallaxenbestimmung ist ein Beispiel für eine unabhängige Methode. Voraussetzung ist, daß sich alle Sterne in die gleiche Richtung bewegen.

Wenn nun in Sternhaufen Delta-Cephei-Sterne gefunden werden, kann ihre Entfernung nach der soeben beschriebenen Methode bestimmt werden, die absolute Helligkeit ergibt sich dann aus der scheinbaren Helligkeit, so daß die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung abgeleitet werden kann. Der Zusammenhang zwischen der Periode und der absoluten Helligkeit ist in Abbildung 4 für die Delta-Cephei-Sterne grafisch dargestellt. Dabei zeigt es sich, daß sowohl für die Blauhelligkeit als auch für die visuelle Helligkeit eine relativ

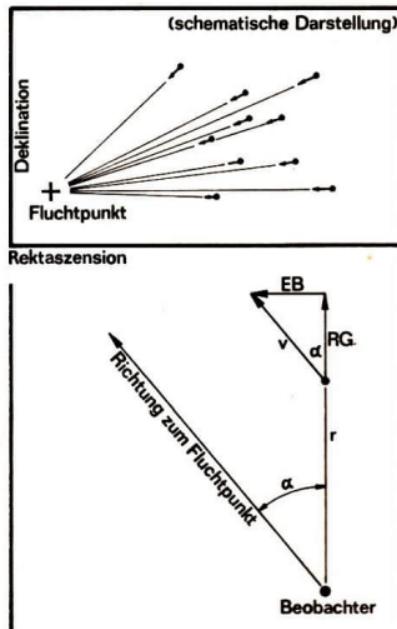


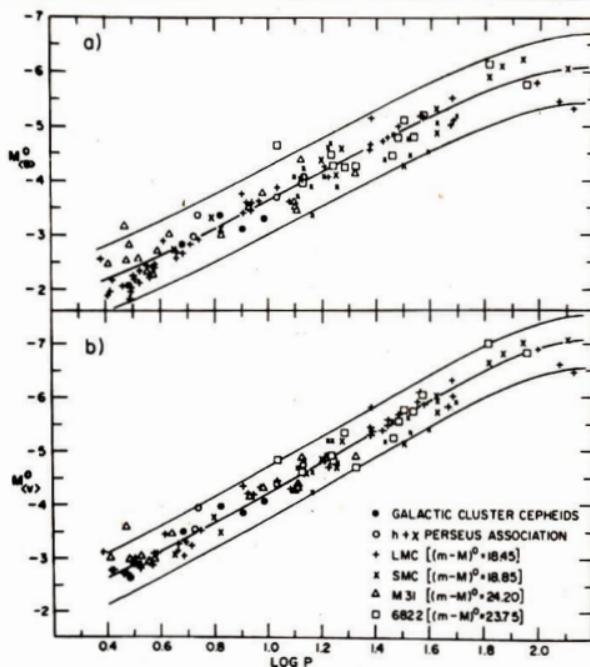
Abb. 3: Aus der spektral messbaren Radialgeschwindigkeit (RG) und der beobachtbaren Bewegungsrichtung (α) kann die Tangentialgeschwindigkeit (TG) bestimmt werden ($\cos \alpha = RG/v$, $\sin \alpha = TG/v$, daraus folgt $TG = RG \cdot \tan \alpha$). Bei bekannter Eigenbewegung (EB mit $TG = EB \cdot r$) läßt sich die Entfernung (r) dann berechnen:

$$r = \frac{RG \text{ [km/s]}}{EB \text{ ["]}} \cdot \tan \alpha$$

große Streuung auftritt. Genauere Untersuchungen haben gezeigt, daß es sich tatsächlich nicht nur um eine Perioden-Leuchtkraft-Beziehung handelt, sondern um eine Perioden-Leuchtkraft-Farbbeziehung.

Die gleiche Methode kann nun auch auf andere, physikalisch einheitliche Gruppen angewendet werden. So wird zum Beispiel angenommen, daß Supernovae im Maximum die gleiche absolute Helligkeit je nach Typzugehörigkeit haben. Auch alle Novae sollen gleiche Maximalhelligkeit besitzen. Außerdem wird angenommen, daß H₂-Gebiete und Kugelsternhaufen jeweils eine gleiche absolute Helligkeit haben.

Abb. 4: Perioden-Leuchtkraft-Farbbeziehung der Delta-Cephei-Sterne.



Die fotometrische Entfernungsbestimmungsmethode durch den Entfernungsmodul und die unabhängige Ableitung der absoluten Helligkeit ist auch außerhalb des Milchstraßensystems für die Entfernungsbestimmung anwendbar, solange in den Galaxien diese Objekte als individuelle Mitglieder erkannt werden.

Wenn die Galaxien sehr weit entfernt sind und nicht mehr in Einzelobjekte aufgelöst werden können, kann die soeben beschriebene fotometrische Methode nicht mehr genutzt werden. In diesem Fall wird zum Beispiel davon ausgegangen, daß bestimmte Galaxientypen (Spiralsysteme bzw. elliptische Systeme) gleiche absolute Helligkeiten haben. Jetzt kann man durch den Vergleich der absoluten Helligkeiten der Gesamtsysteme mit ihren beobachtbaren scheinbaren Helligkeiten wieder die fotometrische Entfernungsbestimmungsmethode anwenden.

Wenn aufgrund zu großer Entfernung diese Möglichkeit ebenfalls versagt, dann kann die Entfernung der Sternsysteme über die bekannte Hubble-Beziehung gewonnen werden:

$$v = H_0 \cdot r$$

Die Geschwindigkeit kann über den Doppler-Effekt aus spektroskopischen Beobachtungen der Galaxien gewonnen werden. Da sich die Galaxien von unserem Milchstraßensystem weg bewegen, handelt es sich immer um eine Rotverschiebung, d. h. um einen Energieverlust. Die Entfernung ergibt sich dann aus dem Verhältnis von beobachteter Radialgeschwindigkeit und bekannter Hubble-Konstante H_0 . Der Index 0 besagt, daß es sich um die Hubble-Konstante der Gegenwart handelt.

Der Fehler in der Entfernungsbestimmung hängt ab von der Genauigkeit der Radialgeschwindigkeitsbeobachtungen und der Genauigkeit des Wertes der Hubble-Konstante. Auch diese Beziehung muß wieder geeicht werden, d. h. die Hubble-Konstante muß als erstes bestimmt werden mit Hilfe der Galaxien, deren Entfernung unabhängig gemessen wird und deren Radialgeschwindigkeit bekannt ist. Die Entfernungsbestimmung ist mit geringem Fehler für nahe Galaxien.

xien möglich, da bei diesen die Delta-Cephei-Methode angewendet werden kann. Galaxien haben aber neben ihrer Fluchtgeschwindigkeit auch eine pekuliare Eigenbewegung im Universum. Bei den nahen Galaxien ist die Fluchtgeschwindigkeit aber noch gering, und die individuelle Bewegungskomponente kann größer sein als die Fluchtgeschwindigkeit. Da individuelle und systematische Bewegung nicht getrennt werden, sind nahe Galaxien für die Bestimmung der Hubble-Konstante ungeeignet.

Bei entfernten Galaxien überwiegt die systematische Fluchtbewegung, so daß diese für die Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten sehr gut geeignet sind. In diesem Fall ist die Entfernungsbestimmung aber sehr unsicher. Aus den genannten Überlegungen ergibt sich, daß die genaue Bestimmung der Hubble-Konstanten sehr schwierig ist. Es wird angenommen, daß die Hubble-Konstante im Bereich zwischen 50 und 100 km pro Sekunde und Megaparsec liegt. Aus dieser Unsicherheit der Hubble-Konstanten folgt sofort eine Unsicherheit in der Entfernung um den Faktor 2.

Bei der Anwendung der Hubble-Beziehung für die Entfernungsbestimmung gibt es aber ein prinzipielles Problem. Die Dimension der Hubble-Konstanten ergibt sich aus dem Verhältnis von Radialgeschwindigkeit zur Entfernung zu $1/s$, d. h. $1/H_0$ ist eine Zeit. Der reziproke Wert der Hubble-Konstanten gibt die Zeit an, die seit Beginn der Expansionsbewegung vergangen ist.

Die kosmische Materie unterliegt bei der Expansion aber ihrer eigenen Schwerkraft. Das bedeutet, daß es sich um eine gebremste, verzögerte Expansion handelt. Die Stärke der Verzögerung ist eine Funktion der Gesamtmasse. Diese bestimmt, ob es sich nur um eine verlangsamte Expansionsbewegung handelt, oder ob die Expansion zu einem bestimmten Zeitpunkt in eine Kontraktion umschlägt.

Der lineare Zusammenhang zwischen Zeit und zurückgelegter Entfernung entspricht einer unbremsten Bewegung, d. h. ohne gravitative Verzögerung, also ohne Masse. Die Hubble-Beziehung $v = H_0 \cdot r$ ist also nur eine Näherung. Wenn mit diesem linearen Zusammenhang auf den Zeitpunkt $t = 0$ extrapoliert wird, ergibt sich ein zu großer Zeitraum, da es sich um unbremste Expansion handelt. Die „Hubble-Konstante“ muß sich entsprechend der Dichte mit der Zeit, d. h. mit der Entfernung, ändern. Um die

Stärke der Verzögerung zu bestimmen, muß die Hubble-Konstante in Abhängigkeit von der Zeit bestimmt werden, d. h. die Radialgeschwindigkeit und die Entfernung der Objekte müssen unabhängig von der Hubble-Beziehung bestimmt werden. Nur dann ist es möglich, eine Aussage über den Grad der Verzögerung zu machen. Es ist verständlich, daß dies um so besser möglich ist, je größer die Entfernung der erfaßten Objekte ist.

Nach der Aufstellung des heliozentrischen Weltbildes durch Copernicus galt es, durch den Nachweis der parallaktischen Bewegung die Richtigkeit dieses Weltmodells zu bestimmen und die parallaktische Bewegung ist gleichzeitig die erste Methode und entscheidende Basis jeder kosmischen Entfernungsbestimmung. Heute steht die Astronomie vor einem ähnlichen Problem. Es gilt, unabhängige Entfernungsbestimmungsmethoden für sehr weit entfernte Galaxien zu finden, um über das gültige Weltmodell zu entscheiden, d. h. den Grad der Verzögerung durch die Gravitation der kosmischen Masse zu bestimmen.

*

Die ersten Mondsonden – Eine Pionierleistung S. P. Koroljows

OLAF GÖRING

Als vor 30 Jahren, am 2. Januar 1959 mit dem Start der sowjetischen Mondsonde „Luna 1“ die Epoche der aktiven Mondforschung begann, ahnte wohl niemand, daß noch im selben Jahr die sowjetischen Wissenschaftler und Konstrukteure für zwei weitere Sensationen sorgten. Am 14. September um 0 Uhr 02 Minuten 24 Sekunden schlug „Luna 2“ als erster von Menschenhand geschaffener Raumflugkörper auf der Mondoberfläche auf und am 6.–7. Oktober gelangten von der Sonde „Luna 3“ aus die ersten Aufnahmen der Mondrückseite, die von der Erde aus nicht sichtbar ist.

Eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung und dem Bau sowohl der Trägerrakete als auch der Mondsonden spielte das Konstruktionsbüro unter Leitung von S. P. Koroljow. Das geht aus ei-

nem Dokument hervor, das Anfang 1958 von ihm verfaßt wurde. Es trug den Titel „Über das Programm zur Erforschung des Mondes“ [1]. Die darin vorgeschlagenen Forschungsmethoden, der Aufbau der Apparaturen und weitere Probleme wurden in einer speziellen Kommission der Akademie der Wissenschaften der UdSSR unter Leitung von Akademievizepräsident Prof. Keldysch beraten, geprüft und entschieden.

Das Projekt zur Schaffung der ersten Mondsonden

Das o. g. Dokument beschreibt in fünf Abschnitten ein komplettes Programm zur Erforschung des Mondes mittels erster Mondsonden, angefangen von der wissenschaftlichen Aufgabenstellung, die für derartige Flüge notwendige Rakete, die Nutzlasten und die günstigsten Startzeiträume. Beeindruckend war das für die damalige Zeit umfassende und wegweisende Forschungsprogramm:

1. Erkundung eines Magnetfeldes des Mondes;
2. Studium der kosmischen Strahlung außerhalb des Magnetfeldes der Erde in 400000 bis 500000 km Abstand;
3. Erkundung der radioaktiven Strahlung des Mondes;
4. Studium der gasförmigen Komponenten der interplanetaren Materie;
5. Studium des Stromes der Mikrometeoriten im interplanetaren Raum;
6. Studium elektrostatischer Felder;
7. Umlaufen des Mondes und Fotografieren des von der Erde aus nicht sichtbaren Teils der Mondoberfläche.

Zur Realisierung dieses Forschungsprogramms waren eine geeignete Trägerrakete, die die zweite kosmische Geschwindigkeit von 11,2 km/s erreichen kann und eine je nach spezifischer Aufgabenstellung konstruierte und ausgerüstete Mondsonde notwendig.

Die Trägerrakete wurde auf Basis der anderthalbstufigen „Sputnik“-Trägerrakete durch Hinzufügen einer neuen dritten Stufe entwickelt. Bei den im Januar 1958 begonnenen Projektierungsarbeiten wurden zwei Varianten untersucht, die durch verschiedene Triebwerke und unterschiedliche Treibstoffmengen in der Drittstufe gekennzeichnet waren und sich damit auch in der maximal möglichen Nutzmasse unterschieden. Eine

der beiden Varianten sollte nach Modifikationen auch für die Realisierung bemannter Flüge dienen. Diese Variante wurde schließlich auch für die ersten Mondsonden ausgewählt, so daß die Rakete die Bezeichnung „Wostok-L“ erhielt [2]. Besondere Aufmerksamkeit erforderte die Steuerung der letzten Stufe während der Antriebsphase, um eine Genauigkeit der Flugbahn zu erhalten, die das Erreichen des Mondes gewährleistet. Eine Parkbahn um die Erde und Bahnkorrekturen auf der Übergangsbahn mit Hilfe eines entsprechenden Triebwerkes in der Sonde waren damals noch nicht realisierbar. Die Konstruktion einer Mondsonde verlangt einen Container, der die wissenschaftlichen und technischen Apparate und Systeme aufnehmen kann und der für die notwendigen Umgebungsbedingungen für die Geräte sorgt. Die Container waren hermetisch ausgelegt, mit Helium bei einem Druck von 1,5 at gefüllt und besaßen Systeme zur Temperaturregelung, die einen gleichmäßigen Druck und einen Temperaturbereich von 0 bis 40 °C gewährleisteten.

Für den Fall, daß der Mond umflogen wird und ein fotografisches System sich an Bord befindet, sind spezielle Systeme zur Orientierung und Stabilisierung des Containers erforderlich. Dementsprechend wurden zwei Typen Container geschaffen, ein unstabilisierter und einer mit Stabilisierungssystem. Insgesamt wurden daraus vier Varianten unter der Bezeichnung Objekt „Luna“ projektiert:

„Luna A“

Diese Variante, auch unter der Bezeichnung SK-68 (Sergej Koroljow-68) bekannt, bestand aus einem kugelförmigen hermetischen Container, der nicht orientierbar war. Im Behälter waren untergebracht:

- ein Wärmeregelungssystem (Ventilator zur Zirkulation des Helium-Gases);
- eine telemetrische Apparatur, die Druck und Temperatur im Behälter erfäßt;
- das Funksystem zur Verfolgung der Flugbahn und zur Übertragung der telemetrischen und Meßdaten, das im Wellenlängenbereich von 1,6 bis 2,5 m arbeitet.

Zur Entfernungsbestimmung zwischen Erde und Mondsonde wurde die aktive Radiolokalisierung genutzt. Auf Befehl von der Erde wurde ein Impulssignal gesendet, dessen Verformung ein Maß für die Entfernung ist. Als die Sonde

nur noch 20000 bis 30000 km vom Mond entfernt war, wurde auf die Entfernungsmessung Mond-Mondsonde übergegangen. Außer dem Impulssignal wurde noch ein kontinuierliches Signal gesendet, das über die Dopplerfrequenz – Messung zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Sonde genutzt wurde.

- Als wissenschaftliche Apparatur waren Geräte zur Erforschung der kosmischen Strahlung, der Radioaktivität des Mondes, zur Messung des Magnetfeldes des Mondes, zur Ermittlung von Kernen schwerer Elemente in der kosmischen Strahlung und zur Untersuchung der gasförmigen Komponenten der interplanetaren Materie vorgesehen.

„Luna-B“

Die Variante wurde auch als Projekt SK-70 bekannt. Hier wurde der orientierbare und stabilisierbare Container eingesetzt. Die Sonde wurde nach Sonne und Mond orientiert. Die Orientierung erfolgte über kleine Düsen, die mit komprimiertem Stickstoff arbeiteten. Im Container befanden sich:

- ein System zur Wärmeregelung mit Ventilator, Thermomeßgeber, Jalousien und Abschirmungen, die den Wärmehaushalt des Objektes regeln;
- ein Fototelevisionssystem mit
 - a) einem Aufnahmesystem mit zwei Objektiven mit Brennweiten von 200 bis 500 mm; die Aufnahmen wurden auf 35-mm-Film festgehalten;
 - b) einer automatischen Entwicklungsvorrichtung;
 - c) dem TV-System, das die entwickelten Bilder in elektrische Impulse umsetzte.

Das System konnte 40 Bilder aufnehmen und speichern. Die Bilder wurden dann über Funk zur Erde übertragen.

- Die wissenschaftliche Apparatur bestand aus den gleichen Geräten wie bei „Luna-A“ und noch einem Gerät zur Messung des Mikrometeoritenstromes.

„Luna-W“

Diese Variante war als Reservevariante bei Versagen von „Luna-B“ vorgesehen und wurde nicht realisiert. Aufbau und Ausrüstung entsprachen der Variante B. Im Vergleich dazu gab es folgende Besonderheiten:

- die Systeme zur Kontrolle der Flugbahn, der Bildübertragung und der Übertragung der telemetrischen Daten waren von anderem Typ;

- das Aufnahmesystem hatte nur eine Brennweite von 750 mm;
- ein Suchsystem zur optischen Abtastung, um alle Himmelskörper, die im Blickfeld des Systems lagen (60°) zu fotografieren.

„Luna-G“

Diese Variante wurde zur Lösung eines Vorschlags des Amerikaners und Raketenpioniers Robert Hutching Goddard (1882–1945) ausgearbeitet, nämlich eine Blitzlichtzündung auf der unbelockten Seite des Mondes vorzunehmen, um ein sicheres Signal dafür zu haben, daß die Sonde den Mond erreicht hat [3]. Sie wurde jedoch nicht gebaut, da das Auftreffen von „Luna 2“ auf der Mondoberfläche zuverlässig radiotechnisch fixiert war. Der Aufbau entsprach der Variante „Luna-A“. Zusätzlich war eine Spezialausrüstung zur Erzeugung des Blitzlichtes vorgesehen. Sie sollte aus einer Vorrichtung zur Erzeugung des Blitzes und einer Kontakt-Zündvorrichtung bestehen, die die Zündung in geringer Höhe über der Mondoberfläche veranlaßt.

Ein gesonderter Abschnitt des Dokumentes befaßt sich mit dem Mittel zur Gewährleistung der optischen Beobachtung des Fluges und damit der Bestimmung der Flugbahn mit astronavigatorischen Mitteln.

Zwei Varianten wurden dafür vorgeschlagen:

- ein Ballon mit einem Durchmesser von 30 m aus Kunststoff und mit hohem Reflexionsvermögen;
- ein „künstlicher Komet“, erzeugt durch eine Natrium- oder Lithiumdampfwolke.

Da dieses System nicht mit dem hermetischen Container mit Temperaturregelung vereinbar war, mußte es in der letzten Raketenstufe, die ja auch dieselbe Flugbahn zum Mond hat, untergebracht werden. Weil die Verwendung der Raketenvariante mit geringerem Nutzlastvermögen entschieden wurde, blieb nur der Einsatz der leichteren Variante „Künstlicher Komet“ übrig. Ursprünglich war von Koroljow geplant worden, daß beim Flug von „Luna-A“ eine der beiden Varianten ausgewählt wird, während bei „Luna-B, W und G“ bei Verwendung der zweiten Raketenvariante beide Systeme zum Einsatz gelangen sollten. Das System zur Erzeugung der Natrium-dampfwolke, für das sich die Wissenschaftler letztlich entschieden, wog dann zwischen 30 und 35 kg, davon waren 5 kg Natrium.

Die Träume werden Realität

Am 2. Januar 1959 wurde „Luna 1“ gestartet. Erstmalig erreichte eine Raketenstufe die Fluggeschwindigkeit von 11,2 km/s und der Raumflugkörper und die Raketenstufe befanden sich auf einer Übergangsbahn zum Mond. Die Sonde wurde damals auch als „Metschta“ (Traum) oder „Lunik 1“ in Anlehnung an den Begriff „Sputnik“ bezeichnet. Sie entsprach in ihrem Aufbau und Ausrüstung der Variante „Luna-A“. Am 3. Januar um 3 Uhr 57 Minuten Moskauer Zeit wurde das System zur optischen Verfolgung der Flugbahn in Betrieb genommen. In 113 000 km Entfernung von der Erde leuchtete eine schwach-gelb-orangefarbene Natriumdampfwolke auf und konnte auf der Erde visuell beobachtet werden.

Am 4. Januar um 6 Uhr hatte „Luna 1“ die Mondnähe erreicht, flog in einer Entfernung von 5000 bis 6000 km vorbei und wurde dann zum ersten künstlichen Planetoiden des Sonnensystems. Die Instrumente lieferten wertvolle Informationen über den Strahlungsgürtel der Erde und registrierten solare Partikel im interplanetaren Raum. Die Sonde umkreist die Sonne auch heute noch in 450 Tagen einmal.

Am 12. September 1959 wurde „Luna 2“ gestartet. Zu einem bestimmten Zeitpunkt wurde ebenfalls von der letzten Raketenstufe aus eine Natriumdampfwolke ausgestoßen. Am 14. September um 0 Uhr 02 Minuten 24 Sekunden schlug die Sonde in der Nähe der Krater Archimedes, Aristillus und Autolycus auf der Mondoberfläche auf. Damit hatte der erste von Menschenhand geschaffene Raumflugkörper den Erdtrabanten erreicht. Mit den an Bord befindlichen Meßgeräten wurde nachgewiesen, daß der Mond kein Magnetfeld und keinen Strahlungsgürtel besitzt. Die Sonde führte eine Plakette mit dem Emblem der UdSSR mit. Ihr Aufbau entsprach ebenfalls der Variante A.

Bereits wenige Tage später, am 4. Oktober, wurde „Luna 3“ gestartet. Die Sonde passierte am 6. Oktober um 17 Uhr 20 Minuten den Mond in einer Entfernung von 6200 km. Anschließend führte die Bahn um den Mond herum und die Sonde entfernte sich wieder bis auf eine Entfernung von 65 000 km, von wo aus das in der Sonde eingegebene Aufnahmesystem den größten Teil der Mondrückseite fotografieren konnte. Als die Sonde sich der Erde wieder bis auf 40 000 km ge-

nähert hatte, wurden die Aufnahmen per Funk übertragen. Damit wurde erstmals in der Geschichte der Raumfahrt ein Himmelskörper aus geringer Entfernung fotografiert und die Aufnahmen aus dem Weltraum zur Erde übertragen. In der Tabelle sind die wichtigsten Massenangaben der drei Mondsonden aufgeführt.

	Luna 1	Luna 2	Luna 3
Massen Sonde mit Raketenstufe (kg)	1472	1511	1553
Massen Sonde mit wiss. Geräten (kg)	361,3	390,2	435
Massen Container	170	170	280

Der erfolgreiche Einsatz der ersten Generation sowjetischer Mondsonden in nur einem Jahr bewies den hohen Stand der sowjetischen Raumfahrttechnik zu jener Zeit. Vor allem die leistungsfähige von S. P. Koroljow geschaffene Trägerrakete dürfte dazu beigetragen haben, ermöglichte sie doch entsprechend große Nutzlasten auf die Übergangsbahn zum Mond bringen zu können. Der Erfolg der Sonden setzte Maßstäbe, die erst Mitte der sechziger Jahre durch neue hervorragende Leistungen überboten werden konnten (1964/65 – Ranger 7–9 Detailaufnahmen der Mondoberfläche, 1966 Luna 9 – erste weiche Landung, Luna 10 – erster Mondsatellit).

Literatur: [1] Tworschessko nasledije akademika S. P. Koroljowa. Moskau 1980, S. 400 – 404. – [2] Stache, P.: Sowjetische Raketen. Berlin 1987, S. 190 – 194. – [3] Hermann, D. B.: Eroberer des Himmels. Leipzig – Jena – Berlin 1986, S. 76 – 77. – [4] Kosmonawtika Enzyklopädie. Hg. W. P. Gluschko. Moskau 1985, S. 221. – [5] Spuren auf dem Mond. Autorenkollektiv, Leipzig – Jena – Berlin 1971, S. 9 – 11.

*

Über den Nachweis der Veränderlichkeit der Erdrotationsachse im Jahre 1888

KLAUS-HARRO TIEMANN

„Ich habe Verdacht gegen die Unveränderlichkeit der Polhöhe. Meine sehr schön untereinander stimmenden Beobachtungen mit dem neuen Kreise verkleinern die Polhöhe fortwährend, vom Frühjahr 1842 bis jetzt zwar nur um 0,3“, aber selbst diese Kleinigkeit scheint mir nicht ein

Beobachtungsfehler zu sein.“ (Zit. in [1, S. 56]) – das teilte vertraulich Friedrich Wilhelm Bessel (1784 – 1846), einer der angesehensten Astronomen im vorigen Jahrhundert, dem Nestor der deutschen Wissenschaft, Alexander von Humboldt (1769 – 1859), am 1. Juli 1844 mit. Er beließ es offenbar dabei, denn eine Fortsetzung seiner Untersuchungen ist nicht bekannt. Ihm entging dadurch eine bedeutende astronomisch-geodätische Entdeckung, nämlich der Umstand, daß die Rotationsachse der Erde sehr kleine, aber merkliche Eigenbewegungen vollzieht. Dieses Naturphänomen tatsächlich nachgewiesen zu haben, ist das Verdienst von Friedrich Küstner (1856 bis 1936). Unter dem recht hölzern klingenden Titel

„Neue Methode zur Bestimmung der Aberrations-Constante nebst Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Polhöhe“ veröffentlichte der 31jährige Oberservator im Juni 1888 im Heft 3 der „Beobachtungs-Ergebnisse der Königlichen Sternwarte zu Berlin“ die zunächst allgemein auf Unglauben stoßende Ansicht, daß es nicht mehr „gestattet sei, die Polhöhe von vornherein als constant anzunehmen, daß im Gegentheil alle Anzeichen dafür sprechen, daß sie in kürzeren Zeitintervallen unregelmäßige Schwankungen bis zu einigen Zehntelsekunden erfahren kann.“ [2, S. 59]

Kurios waren die Umstände, unter denen Küstner zu seiner spektakulären Schlußfolgerung gelangte. So hatte er bereits 1881 den Auftrag erhalten, ein nach Angaben des Sternwartendirektors Wilhelm Foerster (1832 – 1921) gebautes neuartiges Beobachtungsinstrument, das „Universal-Transit“, auf seine Eignungsfähigkeit zu überprüfen. Der „vorzüglich“ ausfallende Test, veranlaßte ihn zu dem Vorschlag, mit diesem Instrument die Anwendbarkeit der ebenfalls neu entwickelten Horrebow-Talcottischen Meßmethode für die Bestimmung des aus der scheinbaren Verschiebung der Gestirne an der Himmelshalbkugel resultierenden Abbildungsfehlers beim Fernrohr (Aberrationskonstante) zu erproben. Von der Ausführung seines Vorhabens mußte er zunächst Abstand nehmen, da er 1882 an der deutschen Venusexpedition nach Argentinien teilnahm und anschließend als Observator an der Hamburger Sternwarte tätig war. Anfang 1884 nach Berlin zurückgekehrt, konnte er dann eher als gedacht die geplanten Beobachtungen im Zeitraum vom 2. April 1884 bis 28. Mai 1885 anstellen, denn sein eigentliches

Hauptinstrument, der Große Meridianskreis, war wegen Reparatur gerade nicht nutzungsfähig. Durch die Übernahme anderer, ihm wichtiger erscheinender Arbeiten, begann sich Küstner erst drei Jahre später (Anfang 1888) mit der Auswertung des Datenmaterials zu beschäftigen. Dabei gelangte er zu seinem eigenen Erstaunen zu der unbeabsichtigten Feststellung, daß die Polhöhe von Berlin nicht konstant geblieben war, sondern sich am Ende der Messungen um winzige $0.^{\circ}204$ (= 3,82 m) verringert hatte. Erstmals war damit der experimentelle Beweis für die bereits 123 Jahre zuvor von Leonhard Euler (1707 – 1783) theoretisch abgeleitete Möglichkeit der Polhöhenbewegung angetreten.

Trotz dieser eigenartigen Verkettung glücklicher Umstände ist es jedoch nur bedingt richtig, von einer verspäteten Zufallsentdeckung zu sprechen. So wurde mit dem Universal-Transit und der Horrebow-Talcott-Methode erst die notwendige technisch-methodische Voraussetzung für genauere Messungen geschaffen. Zum anderen war die Berliner Sternwarte dadurch, daß sie sich schwerpunktmäßig auf hochpräzise Ortsbestimmungen konzentrierte, für ein derartiges Beobachtungsergebnis prädestiniert. Und schließlich verfügte Küstner selbst in außergewöhnlichem Maße über die Befähigung, Präzisionsmessungen sorgfältig ausführen zu können. (vgl. [7, S. 47ff]) Die Entdeckung der geringfügigen Erdrotationsachsenschwankungen lag somit in der Luft und wäre früher oder später, so oder so, fällig gewesen. Küstner profitierte lediglich von der herrschenden (und von ihm ja ursprünglich ebenfalls geteilten) Lehrmeinung, wonach die starre Lagerung der Erdrotationsachse als unumstößlich galt, so daß keiner auf die Idee kam, das Gegen teil zu beweisen. Glück hatte er aber auch insof fern, als er mit Wilhelm Foerster einen Vorgesetzten besaß, welcher als einer der ganz wenigen Wissenschaftler sofort die große wissenschaftliche und praktische Bedeutung des neu entdeckten Naturphänomens erkannte und zudem als einer der fähigsten Wissenschaftsorganisatoren seiner Zeit galt. [Vgl. 3, S. 21 – 29] Seine ganze Autorität und sein Verhandlungsgeschick in die Waagschale werfend, erreichte es Foerster, daß das elfköpfige Expertengremium der Internationalen Erdmessung, die Permanente Kommission, auf ihrer Jahrestagung im September 1888 den Beschuß faßte, „nunmehr auch mit eigenen Mitteln und Kräften zur Aufklärung der Frage

der Veränderlichkeit der Lage der Erdachse im Erdkörper beizutragen.“ [4, S. 30]

Nachdem bis 1892 mit Parallelbeobachtungen an der Berliner, Prager und Straßburger Sternwarte sowie am Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam und ferner mit einer zusätzlichen Beobachtungsreihe im annähernd auf demselben Längengrad wie Berlin gelegenen Hawaii auf der Südhalbkugel alle Zweifel an der realen Existenz der Erdrotationsachsenbewegungen ausgeräumt und auch nationalistische Vorbehalte gegen die „Berliner Sache“ überwunden werden konnten, dauerte es dann immerhin noch weitere sieben Jahre, bis Ende 1899 in Gestalt des Internationalen Breitendienstes, bestehend aus sechs gleichmäßig verteilten Stationen auf der nördlichen geographischen Breite 39°08', der zweckmäßige Beobachtungsdienst seinen Betrieb aufnahm. [Vgl. 5] Inzwischen in den wesentlich genauer messenden International Earth Rotation Service (IERS) übergegangen, ist der Gegenstand, die möglichst vollständige Erforschung der Lageänderung der Erdrotationsachse, nach nunmehr über 100 Jahren noch immer von hoher aktueller Bedeutung für Geodäsie, Navigation, Raumforschung, Ballistik, Meßwesen und Geophysik. Dadurch, daß sich das in Potsdam befindliche Akademie-Zentralinstitut für Physik der Erde gemeinsam mit sowjetischen Akademieeinrichtungen am IERS beteiligt, erhält die DDR regelmäßig Zugang zu den neuesten Daten des Rotationsverhaltens der Erdachse. [Vgl. 6, S. 15]

Lit.: [1] Hamel, J.: Friedrich Wilhelm Bessel, Biographien her vorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 67, Leipzig 1984. – [2] Küstner, F.: Neue Methode zur Bestimmung der Aberrations-Konstante nebst Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Polhöhe. Beobachtungs-Ergebnisse der Königlichen Sternwarte zu Berlin, Heft Nr. 3, Berlin 1888. – [3] Tiemann, K.-H.: Wilhelm Julius Foerster. In: Blick in das Weltall 36 (1988) 3. – [4] Protokolle der Verhandlungen der Permanenten Commission der Internationalen Erdmessung vom 17. bis 23. September 1888 in Salzburg, Berlin 1889. – [5] Tiemann, K.-H.: Zur Entstehungsgeschichte des Internationalen Breitendienstes (1888 – 1889). In: AdW der DDR, Veröffentlichungen des Zentralinstitutes für Physik der Erde (z. Zt. im Druck). – [6] Montag, H.: Der Erde auf die Rotation geschaut. In: Spectrum 19 (1988) 8. – [7] Sandig, H.-U.: Friedrich Küstner als Observator an der Berliner Sternwarte. In: H.-J. Treder (Hrsg.), Sternzeiten, Bd. 2, Berlin 1977, S. 41 – 48.

Verkaufe parallakt. Mont. f. Telementor o. ä. (350 M).
Suche Fachliteratur u. Zeitschriften (auch im Austausch). –
 Jens Busse, Max-Lingner-Str. 39, Weißenfels, 4850.

CASSINI – HUYGENS

ESA realisiert Saturn-Mission

Das wohl ehrgeizigste interplanetare Forschungsvorhaben der ESA scheint nach zwei Grundsatzentscheidungen des ESA-Rates nun gesichert zu sein. Im November 1988 hat der ESA-Ausschuß für die wissenschaftlichen Programme die Mission zum Planeten Saturn und dessen Mond Titan als „nächstes wissenschaftliches Unternehmen“ bestätigt. Am 15. Dezember folgte die Bestätigung des fünfjährigen Haushaltes für wissenschaftliche Programme und allgemeine Aufgaben in Höhe von 3408876 DM. Damit gilt die Finanzierung des gemeinsam mit der NASA zu realisierenden Projektes zunächst als sicher.

Für April 1996 ist der Start der Doppelsonde in Richtung des Ringplaneten vorgesehen. Die NASA stellt das Mutterfahrzeug (CASSINI), die ESA die Titan-Sonde HUYGENS. Auf ihrem Weg zum Saturn, der im Oktober 2002 erreicht werden soll, wird sich der Flugkörper 1997 dem Asteroiden 66 Maja nähern und Ende 1999 das Swing-By-Manöver am Jupiter vollführen. Von der Saturn-Umlaufbahn aus wird die Tochtersonde in die Atmosphäre des Titan geschossen. Durch einen aerodynamischen Bremskonus wird die Fallgeschwindigkeit auf 266 m/s gesenkt. Ein Fallschirmsystem sorgt ab 180 km Höhe für ein langsames Absinken der Sonde zur Titan-Oberfläche. Während der zwei bis drei Stunden dauernden Prozedur sollen zahlreiche Messungen und Aufnahmen der Titan-Oberfläche durchgeführt werden. Die Daten sollen an die Muttersonde in der Saturnumlaufbahn und von dort zur Erde gesendet werden.

Die Wissenschaftler der ESA hoffen, daß die Geräte der Sonde die Aufsetzgeschwindigkeit von 5 m/s überstehen und der Lander noch in der Lage sein wird, Bodenproben des Titan zu analysieren. Voraussetzung ist jedoch, daß sie nicht in einem der von Wissenschaftlern vermuteten Äthan/Methan-Seen des Saturnmondes versinkt! Die Muttersonde Cassini soll noch vier Jahre im Saturnorbit arbeiten und dabei Titan noch bis zu 30mal passieren, z. T. in einem Abstand von nur 1.000 km.

Lit.: ESA-PM 28. 11. u. 15. 12. 88; Blickpunkt Raumfahrt 1/89.

ARNO FELLENBERG

Zu Besuch in der ZAS „Erich Bartl“

JÜRGEN HELFRICHT

Zwischen den Stichwörtern Apokalypse und Apollo-Mondlandeunternehmen findet man in einer neueren Ausgabe von „Meyers Universal-Lexikon“ Apolda – die Kreisstadt im Bezirk Erfurt mit 29 000 Einwohnern. Im einhundert Jahre früher verlegten „Meyers Konversations-Lexikon“ erfährt der Leser noch, daß die Wälder und Fluren des Schlosses und Rittergutes Apolda einst im Besitz der Schenken von Vardula und Tautenburg waren und 1633 an die Universität zu Jena übergingen. Tautenburg, die Jenaer Uni und – damit das magische Dreieck geschlossen wird – das Observatorium Großschwabhausen sind heute Synonyme für international geachtete Himmelsforschung bzw. die Ausbildung von Astronomielehrern in der DDR. In der Glockengießerstadt Apolda, nahe dieser renommierten Lehr- und Forschungsstätten, ist gegenwärtig ein amateurastronomisches Zentrum im Entstehen, das einer professionellen Einrichtung nahe kommt und seinesgleichen in Europa suchen wird. ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT war am Ort des Geschehens, um aus erster Hand über die Geschichte und die einzigartigen Möglichkeiten dieser neuen Einrichtung des Kulturbundes zu informieren.

Nach reichlich einer halben Stunde Fußmarsch vom Bahnhof durch Apolda gelangen wir am Ende der Hermstedter Straße auf einen Schotterweg, der auf die Anhöhe im Süden der Stadt führt. Dem Turnvater zu Ehren nennen die Einheimischen den Höhenzug Jahnhöhe. Vorbei geht es an einem Wäldchen mit dichtem Unterholz, in dem Käuzchen wohnen, die durch ihre nächtlichen Rufe die Nerven schon so mancher Beobachter empfindlich strapaziert haben sollen. Vom Maschendrahtzaun, der einen Hundeaufschlattplatz begrenzt und einige Kleingärtner vor ungebetenen Erntehelfern zu schützen scheint, sind es nur noch wenige Meter, bis die weiße 7-m-Kuppel über einer dichten Hecke sichtbar wird.

Angekommen im „Astro-Paradies in statu nascendi“

Der frischgebackene Hausherr, Andreas Dill, empfängt uns in seinem Reich 240 Meter über

NN auf 11° 31' 46" östlicher Länge und 51° 00' 50" nördlicher Breite. Von der Stadt, die in einer Senke liegt, ist hier oben nicht mehr viel zu sehen. Ein frisches Lüftchen weht uns um die Nase, und eingenommen von der vielversprechenden Anlage mit den drei Instrumentenhäusern, genießen wir die Ruhe nach dem Aufstieg. Die vom Karl-Schwarzschild-Observatorium nur 10 km Luftlinie entfernte Warte auch auf vier Rädern erreichen zu können, stimmt für nächste Aufenthalte optimistisch. Außer der Stadt im Norden und einer Hühnermastanlage im Nordosten gibt es keinerlei störende Lichtquellen. Etwa 90 Nächte, die Hälfte davon völlig klar, können im Jahresmittel für die Beobachtung genutzt werden. „Die Profis nebenan in Tautenburg haben es da keinen Deut besser“, hören wir. A. Dill muß es wissen. Als Nachtassistent hat er fünf Jahre am größten Instrument des Zentralinstituts für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR gearbeitet. Viele Schmidt-Platten tragen dort im Archiv auch seinen Namen. Seeing und Transparenz, jene beiden für die Beobachtung so bedeutsamen Eigenschaften der Atmosphäre über einem Observatorium, seien, an mitteleuropäischen Maßstäben gemessen, in Apolda sogar noch gut – erzählt er weiter. Der Amateur, der das erste Mal auf der Jahnhöhe die Gebäude mit ihren großzügigen Instrumenten zu sehen bekommt ist beeindruckt. Kaum zu glauben, daß dieses astronomische Paradies dem Hirn, dem Erfindungs-, Improvisations- und Organisationsgenie eines einzigen Mannes zu verdanken ist. Vor unserem Besuch hatten wir deshalb bereits ein wenig in der Geschichte der Sternwarte gekramt. Wo hätte man das besser tun können als bei der Witwe des Sternwartengründers, Frau Gerda Bartl, in ihrer Stadtwohnung Am Brückenborn 16. Seit jeher ist ihre Adresse ein Geheimtip für alle, die auf der Suche nach Bauteilen für astronomische Instrumente sind. Eine couragierte Frau sitzt uns wenig später gegenüber. Ihr merkt man gleich an, sie läßt sich von niemandem die Butter vom Brot nehmen. Um so anerkennenswerter, daß sie das Lebenswerk ihres Mannes dem Kulturbund per Kaufvertrag übergeben hat. Wir geraten ins Plaudern, und obwohl sie beteuert, von der Sternenkunde nicht viel zu verstehen, gelingt es ihr, in wenigen Worten ein Bild des Mannes zu malen, der die Pionierarbeit für die heutige Zentrale Amateursternwarte „Erich Bartl“ (kurz ZAS) vollbracht hat: „Bereits mit

12 Jahren hat mein Mann sein erstes Fernrohr gebaut. Auch später in der Lehre opferte er jeden Pfennig für astronomische Instrumente. Nach dem Krieg, nach unserer Heirat '45, baute er zwei Sternwarten in Apolda: die eine auf einem Dachboden, die andere auf dem Dach des Glockenmuseums. Diese Beschäftigung mit den Sternen befriedigte ihn jedoch nicht. An der Friedrich-Schiller-Universität begann er ein Studium, das er 1959 als Diplomastronom abschloß. Mein Mann hat dann nacheinander an verschiedenen Sternwarten gewirkt. Zuletzt in Tautenburg.“

Immer ein Herz für die Sternfreunde

Trotz des Diploms blieb Erich Bartl der begeisterte Sternfreund mit einem Herz für die Amateure. Bis zu seinem unerwarteten Tod während einer astronomisch orientierten Touristenreise 1985 in Bulgarien gab es wahrscheinlich keine große Fach- oder Jugendtagung für Astronomie ohne einen Beitrag von ihm. Stets war er vor allem von jungen Amateurastronomen umringt, die ihn als den Lehrer für Instrumentenbau mit ungezählten Fragen bestürmten. Sein legendärer Ruf als begnadeter Instrumentenbauer und erfunderisches Organisationstalent mit einem nie versiegenden Quell dringend benötigter Astro-Bauteile ließ ihn zu Hause kaum Ruhe finden. Viele heutige Astronomielehrer und eifrige Streiter an den Volkssternwarten unseres Landes erinnern sich gern der Besüche bei ihm, von denen kaum einer mit leeren Händen zurückkehrte. Sie waren es auch, die den im In- und Ausland geschätzten Experimental-Astrophysiker seit 1960 bei seinen ehrgeizigen astronomischen Bauplänen auf der Jahnhöhe unterstützten. Das Resultat ist ein Instrumentenpark, der heute noch Amateurweltniveau hat.

Kurz nach dem Ableben Erich Bartls regten deshalb weitblickende Fachleute und Kulturbundfunktionäre, unter ihnen Prof. Dr. sc. S. Marx, Dr. K. Lindner und M. Greßmann, den Zusammenschnitt dieser einzigartigen Einrichtung an. Herr Michael Greßmann, Besitzer der Werkstatt für Astro-Optik in Falkensee, wurde daraufhin mit dem Entwurf eines Memorandums an höchste Kulturbundinstanzen betraut, das den Stein ins Rollen brachte.

Obwohl ZAS-Leiter Andreas Dill des Baugeschäfthens für ein Mehrzweckgebäude der Sternwarte wegen alle Hände voll zu tun hat, führt er uns durch die vermutlich größte Astroamateu-

ranlage Europas. In einer ersten massiven Schutzhütte mit abfahrbarem Dach und 20 m² Grundfläche zeigt er die Aplanatische Kamera (nach Richter/Slevoigt) 300/500/900. Sie ist eine Variante der Schmidt-Kamera; unterscheidet sich von der „klassischen“ lediglich dadurch, daß sich die Korrekturplatte im Primärfokus befindet. Im Rahmen einer Testserie war sie einst bei Carl Zeiss gebaut worden und dann zu Erich Bartl gelangt, der sie mit Montierung, Schrittmotor mit Quarzgenerator, Leitrohr 95/1200 und einem Sucher 80/500 komplettierte. Nach Justierung und abgeschlossenen Testaufnahmen ist sie jetzt arbeitsbereit und wird wohl bei der fotografischen Beobachtung von Planetoiden, Kometen und Veränderlichem zum Einsatz kommen. Zu der Riesenkamera, die alle Objekte in einem Gesichtsfeld von 5° in hervorragender Qualität abbildet, gehört auch ein Objektivprisma, berichtet Andreas Dill. Als wir dann von der „Aplanatischen“ ins Kuppelgebäude kamen, verblaßten alle bisherigen Vorstellungen von Amateurinstrumenten.

Ein Riese unter Europas Amateurspiegeln

Auf wuchtiger Montierung ruht hier ein Riese unter den Amateurteleskopen: der 850/3000-Cassegrain-Spiegel. Eine gewaltige Stahlblechkuppel, deren Kuppellaufkranz sieben Meter im Durchmesser beträgt und die sich nach dem Zenit zu verjüngt, krönt das Instrument und ist zugleich das weithin sichtbare Wahrzeichen der ZAS. Bartl hat diese imposante „Himmelskanone“ einschließlich des 85-cm-Spiegels, die seit 1965 in Dienst war, mit seinem Bruder selbst gebaut. Das Leitrohr mit einem AS-Objektiv hat noch die beachtliche Dimension von 200/3000 mm, der Sucher 80/500. Zwar ist das Teleskop mechanisch völlig in Ordnung, jedoch ist die Neubelegung des Hauptspiegels unumgänglich. Wenn dies geschaft sein wird, liegt die Zukunft des Instruments bei der Spektroskopie und Fotometrie. Ein Gitterspektrograph, dessen Auflösungsvermögen im blauen Spektralbereich bis zu 8 Å / mm beträgt, ist mit dem Spiegel bereits gekoppelt. Der Kommentar des Leiters: „Es wird nur wenige Amateure geben, die dieses Instrument sinnvoll nutzen können!“ (Wenn das keine Herausforderung ist?! – H. A.) Wie wir hören, unterstützt das Karl-Schwarzschild-Observatorium, vertreten durch „AuR“-Redaktionsmitglied Diplomphysiker M. Woche und Diplomastronom

G. Beck von Carl Zeiss in Jena, den Leiter der ZAS bei der Restaurierung der Instrumente.

Im dritten Gebäude wird uns das bisher am intensivsten genutzte und seit Anbeginn vollständig arbeitsbereite Teleskop gezeigt. Der Cassgrain-Spiegel 400/1800 mit Wilke-Optik auf Zeiss-IV-Montierung hat ein Leitrohr 150/2250 und den Sucher 80/500. Dieses Universalinstrument mit Gittertubus ist auch im Primärfokus nutzbar. In dem Bau befindet sich noch der Meßraum. Ein traditionsreiches Koordinatenmeßgerät, das Tautenburger Astronomen bei der Entdeckung verschiedener Planetoiden wertvolle Dienste geleistet hat, steht der Sternwarte als Leihgabe zur Verfügung.

Zum Komplex gehört auch ein vierter Steinbau, der den Versammlungsraum beherbergt und von der Apoldaer Kulturbund-Fachgruppe genutzt wird.

Doch damit nicht genug. Bis Ende 1989 wird ein unterkellertes Mehrzweckgebäude (Typenbau: Fertigteilhaus Stralsund E 94) aufgeführt; nicht etwa, wie böse Zungen behaupteten, als Dienstwohnung für den ZAS-Leiter, er muß sich mit einem Büro begnügen. Geplant sind vielmehr zwei Gästezimmer mit je zwei Betten, Küche, Vortragssaum mit 30 Plätzen, Fotolabor, Meßraum, Werkstatt und sanitäre Einrichtungen.

Instrumente können sofort genutzt werden

Auf die Frage, wie die Nutzung der Sternwarte geplant sei, unterbreitete der erst 31jährige A. Dill erste Gedanken: „Als Zentrale Amateursternwarte unter Schirmherrschaft der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt sind wir ab sofort offen für alle Sternfreunde unseres Landes, die Mitglieder des Kulturbundes sind. Wer sich als ein fortgeschrittenen Amateur fühlt, wofür es natürlich keine Definition gibt, sollte uns mit Angabe seines Beobachtungsprogramms und seinen Terminvorstellungen schreiben. Wir rechnen mit Aufenthalten zwischen drei Tagen und maximal zwei Wochen. Bis der Neubau fertig ist, gibt es preisgünstige Betten in Pensionen Apoldas. Durch Spezialistenlager wollen wir außerdem eine Stammbeobachtertruppe schaffen. Seit Jahr und Tag ist ja Apolda Sitz des AK Kometen. Natürlich stehen wir genauso allen anderen Arbeitskreisen offen, die für ihre Beobachtungsreihen an relativ großen Instrumenten arbeiten möchten. Ein klein wenig werden wir in die Lehrerweiterbildung integriert. Und der po-

pularwissenschaftlichen Arbeit im Territorium sind wir eng verbunden und verpflichtet.“ Ein wirklich lukratives Angebot für all jene, die sich am Firmament nicht nur erbauen wollen. Daß an Tagen mit wolkenverhangenem Himmel keine Langeweile aufkommt, dafür garantieren die reizvolle Landschaft am Strand des Thüringer Bekkens mit Wanderwegen und Wintersportmöglichkeiten. Auch sind Tagesreisen mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu den bekannten Kulturstätten und Museen in Weimar, zu den Dornburger Schlössern oder der Universitäts- und Zeiss-Stadt Jena möglich.

Zeitige Anmeldung sichert gewiß die Realisierung Ihrer Terminwünsche. Die Anschrift der Sternwarte lautet: *Kulturbund der DDR, Zentrale Amateursternwarte „Erich Bartl“, PSF 164, Apolda, 5320.*

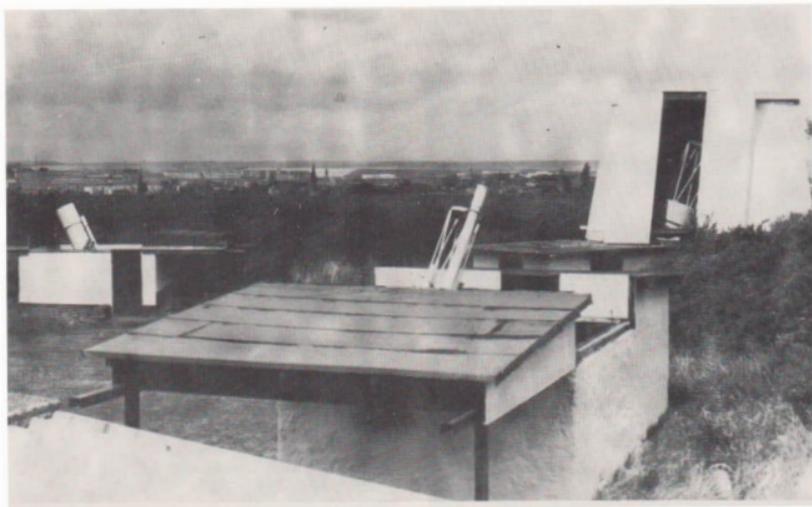
*

Neue slowakische astronomische Einrichtung sucht Kontakte

Nach jahrelangen „Geburtswehen“ ist in Medzov, Landkreis Košice (Ostslowakei), nun eine Volkssternwarte gegründet worden. Sie trägt die Bezeichnung: Kreis-Volkssternwarte mit Sitz in Medzov. Belegt ist sie mit drei Arbeitskräften, davon sind der Direktor, Ing. Miroslav Černý und der Verfasser dieses Beitrags Fachangestellte. Obwohl noch keine Beobachtungsmöglichkeiten von einer Kuppel oder Plattform aus bestehen, wird schon genügend mit mobilen Schul- und Amateurerinnern auswärts beobachtet. Aber Ende Sommer dieses Jahres wird ein zu diesem Zweck gekauftes älteres Haus zur kompletten Sternwarte umgebaut. Die neue Volkssternwarte hat die Aufgabe, alle astronomischen Arbeitsgemeinschaften und Zirkel im Landkreis Košice methodisch zu betreuen.

Es ist bekannt, daß der Bezirk Cottbus und der Ostslowakische Bezirk mit Sitz in Košice durch einen Partnerschaftsvertrag freundschaftlich verbunden sind. Im Rahmen dieses Vertrages gibt es zwischen den einzelnen Städten und Instituten der beiden Bezirke noch Subverträge auf verschiedenen Gebieten, z. B. zwischen den Planetarien in Cottbus und in Prešov über Erfahrungsaustausch. Da das Städtchen Medzov zum Ostslowakischen Bezirk gehört, sucht die neugegründete Sternwarte eine partnerschaftliche Beziehung zu einer astronomischen Einrichtung im Bezirk Cottbus. Sie hofft, daß es im Bezirk Cottbus genügend astronomische Einrichtungen, die an einer solchen Partnerschaft interessiert wären, gibt. Kann doch das Städtchen Medzov zusätzlich eine schöne Landschaft, reiche Traditionen deutscher Siedler aus dem Mittelalter und einfache sprachliche Verständigung bieten. Die Sternwarte wird zudem ihr eigenes Gästezimmer haben. Es kann neben den fachlichen Studien also auch eine gute Erholung geboten werden.

Fortsetzung s. Seite 128!

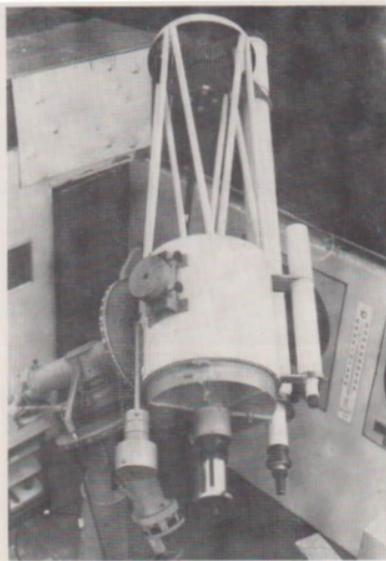


Die Zentrale Amateursternwarte „Erich Bartl“ des KB der DDR in Apolda

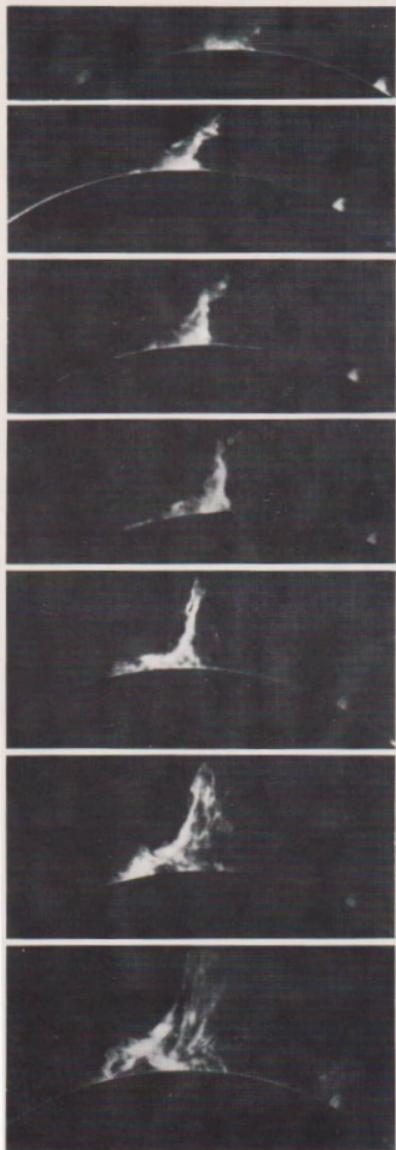
oben: Ein Blick auf den gegenwärtigen Instrumentenpark und Gebäudebestand.

li. u.: Der Cassegrain-Spiegel 400/1800. (Fotos oben und unten: J. Helfrich)

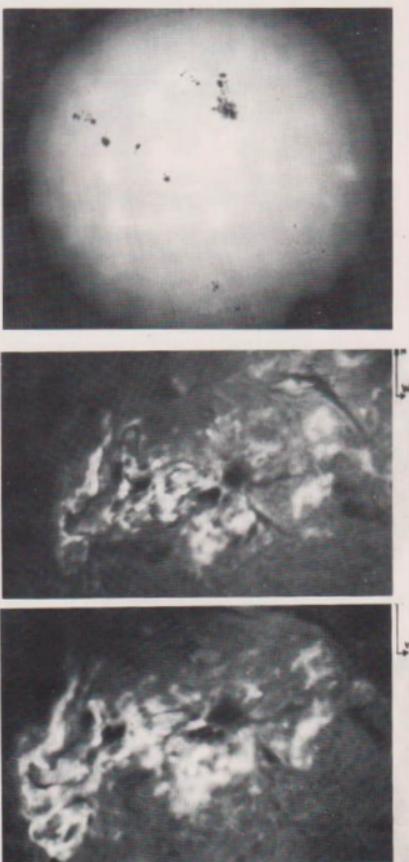
re. u.: Die Aplanatische Kamera. (Foto: Wolfram Höhne, Radebeul). Vergleiche dazu Seite 110!

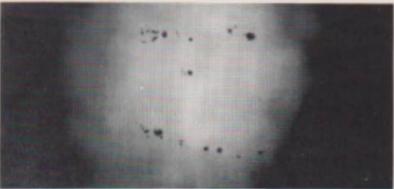


Die Sonne und der AKS immer aktiver



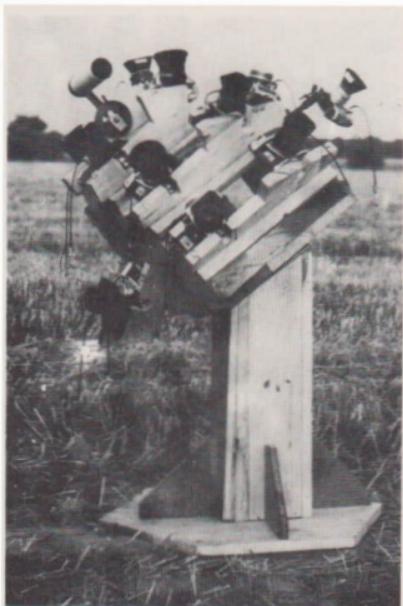
Eruptive Protuberanz am 17. 5. 1989, aufgenommen von M. Heinrich, Burghausen b. Leipzig (Fotos, Beob.-Ort), M. Nell u. A. Hamann (beide Leipzig (Labor, Prot.), mit R 80/840 und Protub.-Ansatz, DSIF 656 nm (Hwbr. 7,5 nm), 1/60 s bel. auf UT 21, umkop. auf NP 27 (1 + 5). Aufn.-Zeiten der Teilbilder 1 – 7, *li. Spalte*: 8.00 – 10.38 – 10.44 – 10.58 – 11.15 – 11.25 – 11.38 UT. *rechte Spalte, v. o. n. u.*: Sonne am 13. 6. 1989 um 16.00 UT mit R 80/1200 auf MA8-Film 1/250 s belichtet. Foto: F. Schäfer, Sternwarte Zittau. *Darunter*: Sonne am 12. 6. (6.54 UT) u. 13. 6. 89 (7.21 UT) mit R 150/6000 (f_{λ}) auf Kodak SO-115 mit 1/15 s bel. Fotos: J. Rendtel, Einstein-Turm.





Sonnenfotografen im Wettbewerb am 13. 6. 1989
oben: H. Paleske (Langendorf) fotografierte um
10.23 UT mit R 150/2670 ($f_A = 40$ m) mit Sonnenprisma + Gelbfilter auf MA 8, 1/1000 s.
unten: F. Schäfer (Stw. Zittau) benutzte um
16.00 UT den R 80/1200 mit Okular 16-0 und be-
leuchtete 1/250 s auf MA 8. Nord links, West un-
ten. Vergleiche dazu Bild-S. II!

Auch Axel Haubeiß (Ringleben) belichtete am R 110/750 mit Okular 16-0 mit Sonnenprisma 1/1000 s auf MA 8-Film. Seine Aufn.-Zeiten:
12. 6. 1989 um 10.45 UT; 14. 6. 1989 um
15.50 UT
17. 6. 1989 um 5.20 UT; 24. 6. 1989 um
17.00 UT
28. 6. 1989 um 13.00 UT. – Zugunsten der Serie
verzichteten wir auf seine Detailaufnahmen.



1+ Zum Beitrag S. 114: „Experimente
2 3 zur Meteorfotografie“

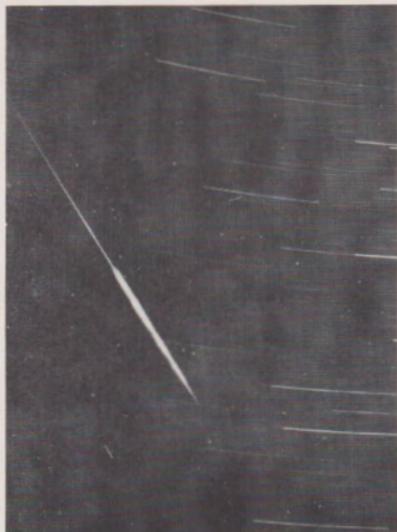


Astrobilder-Krimi für Amateurjugend

Dieses Bild wurde Anfang Juli '86 ca. $1^{\text{h}}30^{\text{min}}$ in Zittau mit 2,4/35-Objektiv ca. 10 min auf NP 27-Film belichtet. Hellste Strichspur: ein Planet. – Welcher, in welchem Sternbild? Welcher „Wanderer“ ist noch abgebildet? Was ist an unserer Dokumentation zum Foto (v. U. Meier, Magdeburg) auszusetzen? – „Aufklärungen zum Fall“ erwartet bis Weihnachten die Redaktion.

Abb. 1: Himmelüberwachung mit 13 Kameras
Abb. 2: Meteor am 11./12. 8. 1988 zwischen
23.43 und 00.04 MEZ mit Normalobjektiv
1,8/50.

Abb. 3: Meteor am 14. 8. 1988 zwischen 22.14
und 22.46 MEZ mit Objektiv 1,8/50.



Beobachtungshinweise

Perseiden 1988

Berichte verschiedener Beobachtergruppen

Der Meteorstrom der Perseiden ist alljährlich Ziel vieler Beobachtungen. Er ist ein Schwerpunkt der Tätigkeit des Arbeitskreises Meteor, aber auch Gelegenheitsbeobachter und Anfänger nutzen diesen „komfortablen“ Strom für Experimente.

Die nachfolgenden Berichte zeigen Zielstellungen, Methoden der Beobachtung und Ergebnisse. Sie sollen die Perseiden 1988 dokumentieren und Anregung für eigene Tätigkeiten geben.

Vom Arbeitskreis Meteore (AKM) wurden drei Exkursionen (Bulgarien, Lausche/Ohorn, Schmbergow) durchgeführt. Sie brachten die größte Menge visueller und systematisch-fotografischer Daten. Der Bericht des Jugendclubs der Archenhold-Sternwarte zeigt eine Variante, Meteore geringerer Helligkeit (ca. 0th) in größerem Umfang zu erfassen. Über andere fotografische Experimente ist zu einem späteren Zeitpunkt zu berichten.

1. Bulgarien 1988

Die Beobachtungsreihen an großen Meteorströmen sind in jedem Jahr lückenhaft. Mitteleuropäische Wetterunbilden und ungünstige Mondphasen hatten seit sieben Jahren die Beobachtung des Perseidenmaximums beeinträchtigt. Es kam der Wunsch nach einem Beobachtungsort mit stabilem gutem Wetter auf.

Auf dem Roshen-Gipfel der Rhodopen in Südbulgarien steht das Bulgarische Nationalobservatorium, knapp 1800 m hoch ($\phi = +41^\circ$). Eine meteorologische Karte gab für diesen Ort im August wolkenlosen Nachthimmel mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % an. Hinzu kamen die begeisterten Schilderungen eines Beobachters, der zwei Jahre zuvor die Gelegenheit hatte, in den Rhodopen Meteorbeobachtungen durchzuführen. So wurde das Observatorium Ziel der Perseidenaktion 1988. Die Reise dauerte vom 1. bis zum 19. August. Der Neumond am 12. August lag ideal für die Beobachtung des Maximums.

Zur Ausrüstung gehörten zwei Fish eye-Objektive, eines in Verbindung mit einer Pentacon Six, das andere mit einem selbstgebauten Planfilmansatz 9 x 12 cm², um den vollen 180°-Blickwinkel auszunutzen. Das erste war mit einem Blaufilter ausgerüstet, um aus Parallelfotografien einen Farbindex (B-V) ermitteln zu können. In die Planfilmkamera war ferner ein Synchronmotor mit einer Sektorsscheibe (Shutter) zwischen Objektiv und Film eingebaut. Der Shutter verursachte 12,5 Unterbrechungen/Sekunde. Damit läßt sich die scheinbare Geschwindigkeit und die Dauer einer Meteorerscheinung ermitteln. Bei visuellen Beobachtungen wurden die Meteordaten notiert, ohne den Blick vom Himmel zu wenden. Am Abend des 2. August begann die erste Beobachtung. Schon bald war Antares im Süden über 20° hoch zu sehen. Schütze und Skorpion wurden fast zum Wahrzeichen unserer Beobachtungen. Richtung Norden „fuhr“ der Große Wagen nur knapp über dem Horizont. Am Ende konnten wir auf eine lückenlose Reihe vom 2. bis zum 18. August zurückblicken, lediglich die Nacht August 06/07 war nicht ganz „gelungen“. Von besonderem Interesse war wegen des günstigen Radientenstandes die Untersuchung der südlichen Meteorströme (Aquariiden und Capricorniden).

Ein astronomischer Höhepunkt war die Betrachtung von Mond, Mars und Jupiter durch das 2 m-RC-Teleskop des Observatoriums. Die Gastfreundschaft und hilfreiche Unterstützung durch die Observatoriumsmitarbeiter schätzen wir sehr hoch ein.

Vom Umgang der großen Kuppel hat man einen Ausblick auf die Rhodopen. Man soll bei klarem Wetter sogar den Olymp sehen können. Der nächste Ort liegt etwa zweieinhalb Stunden (Fußweg) entfernt, je nachdem, wie oft man sich verläuft. So prägten sich Schönheiten und Eigentümlichkeiten des Gebirges bei Einkaufsgängen und Wanderungen in unsere Erinnerung.

Die Tatsache, wirklich nach jeder Nacht auszuwerten, und die Fülle der Meteorreien zweihundert tragikomische Szenen mit zweifelten, in Papierschlangen gehüllten Beobachtern hervor. Trotzdem fanden sich aber alle Meteore wieder an, aus denen die unten dargestellten Ergebnisse gewonnen wurden.

Unsere letzte „bulgarische Nacht“ verbrachten wir in der Bezirkstadt Smoljan im Planetariumsgebäude. Nach der Vorstellung des Planetariums (mit deutschsprachigem Programm) kam es noch zu interessanten Gesprächen mit den Gastgebern, bevor wir mit über 20 000 Meteordaten im Gepäck unsere Rückreise antraten.

2. Schmbergow 1988

Im Gegensatz zu vergangenen Jahren war die Mannschaft, die ihre Beobachtungen auf dem Teufelsberg westlich von Potsdam durchführte, diesmal recht klein. Das Jubiläum des 15. Perseidenlagers wurde nur von vier Beobachtern begangen. In den acht Nächten vom 7. bis zum 14. August gelangten uns sechs Beobachtungen, und nach mehrjähriger Unterbrechung war sogar ein Blick auf die Meteore in der Nähe des Maximums (11./12. August) möglich. Mit vorher vereinbarter Technik wurden 1 680 Meteore visuell und fast 40 fotografisch registriert. Dazu setzten wir eine all sky-Kamera sowie sechs Einzelkameras ein; gleichzeitig die Station Potsdam des Feuerkugel-Überwachungsnetzes ersetzen. Ein Experiment zur fotografischen Farbindexbestimmung wurde von U. Sperberg zusätzlich zu den Versuchen der Gruppe in Bulgarien durchgeführt. – Auch mit nur vier Beobachtern und einer kürzeren Dauer war die 15. Schmbergow-Expedition ein Erfolg.

3. Lausche und Ohorn 1988

Bereits zum siebenten Mal trafen sich Meteorbeobachter zur Perseidenzeit auf der Lausche. Die Teilnehmer kamen aus Dresden, Radeburg, Karl-Marx-Stadt, Wittenberg und Sohland. Vom 6. bis zum 27. August gelangten zwölf Beobachtungen, in denen 12874 Meteore registriert wurden. Die meisten hellen Erscheinungen wurden zwischen 9. und 15. August notiert, darunter auch die „schönsten“ Feuerkugeln.

Die Maximumsnacht war sehr spannend, denn nach Sonnenuntergang erschien riesige Wolkenfelder. Eine dreiviertel Stunde lang konnten wir noch vor Mitternacht in Lücken beobachten. Als es schon fast zugezogen war, erschien noch eine helle Feuerkugel von -5 bis -6th. Anschließend hüllten Wolken den Berg ein, die erst gegen Morgen so weit absanken, daß noch ein Blick auf die Perseidenaktivität möglich war. Offenbar hatte aber die Rate bereits abgenommen.

Fotografische Beobachtungen wurden mit mehreren nachgeführten Kameras und einem all sky-Spiegel durchgeführt. Diese sollten besonders genutzt werden, um mit der etwa 55 km entfernten Station in Ohorn (bei Pulsnitz) Simultantografien zu erhalten. Damit werden Höhen- und Bahnberechnungen möglich. Die Gruppe in Ohorn führte ebenfalls visuelle Beobachtungen durch.

Tabelle 1: Überblick über die visuellen Meteorbeobachtungen im Juli und August 1988

Gruppe	Zeitraum	beteiligte Beobachter	Gesamtzeit	Meteoranzahl
Rosenthal	1. - 18. 8.	8	722,04 h	20645
Schmergow	7. - 14. 8.	4	85,45 h	1680
Lausche	6. - 27. 8.	21	472,54 h	12874
Ohorn	12. - 18. 8.	6	79,00 h	1596
Einzelbeobachter	Jul. + Aug.	12	133,95 h	1912

In sechs Nächten konnten 1596 Meteorite bei guten Bedingungen registriert werden. Seitens der Jugendherberge auf dem Schleißberg wurde unserem Anliegen viel Verständnis entgegengebracht, so daß der Aufenthalt zu einem Erfolg wurde.

4. Visuelle Beobachtungen und Ergebnisse

Im Arbeitskreis Meteor (AKM) liegen von Juli und August 1988 Daten von 38707 Meteoren vor, was alle bisherigen Jahre übertrifft. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Beteiligung und die Beiträge. Natürlich wird die Ferien- bzw. Urlaubszeit von vielen Anfängern und Gelegenheitsbeobachtern genutzt. 1988 waren solche besonders innerhalb der „Lausche-Gruppe“ (organisiert von Radebeul) in größerer Zahl aktiv, während in den anderen Gruppen mehr oder weniger spezielle Programme bearbeitet wurden. Entsprechend ist die Qualität der Resultate weit gestreut, und zur Bearbeitung bestimmter Fragen kann jeweils nur ein Teil der Daten weiterverwendet werden.

Die wichtigsten Zielstellungen waren:

1. Die vollständige Erfassung eines Aktivitätsprofils der Perseiden als Grundlage für weitere Auswertungen;
2. die Bestimmung von beobachterspezifischen Wahrnehmungswahrscheinlichkeiten aus modifizierten Double-Count-Beobachtungen [1];
3. die Ermittlung der Aktivität der Radianten mit südlichen Deklinationen;
4. Gewinnung umfassender Helligkeitsdaten und deren Analyse; sowie im weiteren Verlauf
5. die Berechnung der tatsächlichen räumlichen Teilchendichten [2].

Das für viele Beobachter zuerst interessante Ergebnis ist der Verlauf der Perseiden-Aktivität (Abb. 1). In die hier dargestellte Auswertung sind nur nach einem recht strengen Maßstab ausge-

Abb. 1: Aktivität der Perseiden 1988 nach Beobachtungen des AKM. Die stündliche Zenitrate (ZHR) ist auf Standardbedingungen reduziert.

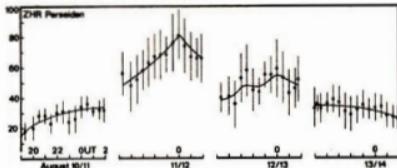
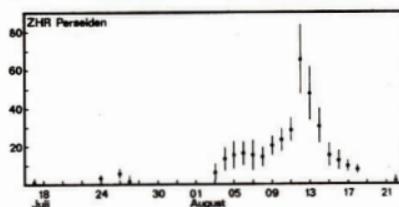


Abb. 2: Verlauf der Perseidenrate in den Nächten um das Maximum aus den Beobachtungen der Rosenthal-Gruppe. Dargestellt sind Mittel von 1 h-Intervallen, die jeweils um 0,5 h versetzt sind.

wählte Werte einbezogen, um die direkten Aussagen und die für die unter (5.) genannten Rechnungen nötigen Ausgangsdaten möglichst zuverlässig zu gestalten. Die Hinzunahme weiterer mathematisch einwandfreier Werte ergäbe wohl denselben Mittelwert, jedoch eine viel größere Streuung. Dank der Bedingungen in Bulgarien ist die Reihe vom 2. bis zum 18. August komplett. Die im einzelnen verwendeten Werte sind ausführlich in [3] zusammengestellt; sie gingen zur Gesamtauswertung auch an die Visual Meteor Database (VMDB) der International Meteor Organisation (I. M. O.). Aus dem Beobachtungen der Gruppe „Rosenthal“ konnten wir den Aktivitätsverlauf innerhalb der Nächte um das Maximum ermitteln (Abb. 2). Dazu wurden jeweils 1 h-Intervalle um 0,5 h versetzt. Die kurze Intervalllänge führt zu größeren Unsicherheiten der Einzelwerte, zeigt aber dennoch den Anstieg zum Maximum. Zur Festlegung des tatsächlichen Höchstwertes muß das Gesamtmaterial aller Gruppen, insbesondere anderer Kontinente, herangezogen werden, denn nach unseren Beobachtungen folgen schließlich etwa 16 Stunden bis zur nächsten Beobachtung, und die letzten Werte am Morgen des 12. August könnten auch einen erneuten Anstieg signalisieren. Die gesamte Analyse der Helligkeitsdaten ist im Zusammenhang mit den Beobachtungen zur Ableitung von Wahrnehmungswahrscheinlichkeiten für Einzelbeobachter zu sehen und noch nicht abgeschlossen. Das betrifft auch die Teilchendichten, für die die zuverlässige Kenntnis des Populationsindex Voraussetzung ist [4].

Unsere Beobachtungsdaten der südlichen Radianten haben wir sowohl der I. M. O. als auch bulgarischen Beobachtern zur Verfügung gestellt, wo sie in eine übergreifende Auswertung eingehen und an anderer Stelle publiziert werden.

Obwohl die Auswertung noch im vollen Gange ist, kann bereits ein großer Erfolg konstatiert werden. Die Vorbereitungen, die umfangreichen Erfahrungen und die Genauigkeit während der Beobachtungen haben sich ausgezahlt!

Literatur: [1] Koschack, R.; J. Rendtel: Number density in meteor streams. WGN 12 (1988) 149 - 157. - [2] Koschack, R.: On the determination of the probability of perception for visual meteors. WGN 16 (1988) 77 - 84. - [3] Rendtel, I.; J. Rendtel: Perseiden-Report 1988. Mitt. des AKM (MM), Nr. 97 v. 24. 11. 1988. - [4] Koschack, R.: Helligkeiten und Populationsindex. Die Sterne 65 (1989), im Druck.

5. Experimente zur Meteorfotografie

Während der Sommerfahrt 1988 des Astronomischen Jugendclubs der Archenhold-Sternwarte Berlin nach Krampfer (Krs. Perleberg) wurde im Rahmen der Perseidenbeobachtung eine Himmelsüberwachung zur Meteorfotografie erprobt. Die Zielstellung bestand darin, einerseits einen möglichst großen Teil der

Ergebnisse der fotografischen Himmelsüberwachung mit Kleinbildkameras zum Perseidenmaximum

Objektiv	Belichtungszeit,	fotografierte Meteore	Rate (Met./h)
1,8/50	101 h	29	0,29
2,8/50	31 h	5	0,16
alle Kamerä	132 h	34	0,26

sichtbaren Himmelsphäre mit Kleinbildkameras abzudecken und andererseits eine maximale Meteor-Grenzgröße zu erreichen.

Mechanischer Aufbau

Versuche mit einzeln auf Stativen montierten Kleinbildkameras brachten nicht den gewünschten Erfolg. Deshalb wurde eine Vorrangung geschaffen, die alle Kameras aufnimmt und sie in ihrer gegenseitigen Lage fixiert.

Mittels einer Polachse wurde die Anordnung zwischen den einzelnen Aufnahmen weitergedreht. Jedes Einzelbild eines Filmes zeigt stets die Sternspuren desselben Himmelsausschnittes. Die Konstruktion aus Holz (Abb. 1) trägt 13 Kameras, wobei die Aufzugs- und Auslösemechanismen leicht zugänglich sein müssen.

Optische Aspekte

Die Meteor-Grenzgröße hängt wesentlich vom verwendeten Objektiv und von der Filmmulnsion ab (hier NP 27). Mit kürzer werdender Brennweite nimmt bei konstantem Öffnungsverhältnis die Reichweite ab. Speziell Weitwinkeloptiken, die sich auf den ersten Blick für die Meteorofotografie anbieten, sind im Hinblick auf eine optimale Grenzgröße ungeeignet. Dazu kommen die größeren Meßfehler infolge des ungünstigen Abbildungsmaßstabes. Setzt man für die Anzahl der Kameras zur Überwachung von mehr als 50 % des sichtbaren Himmels eine Grenze von 10 bis 12, erweist sich das Normalobjektiv mit $f = 50$ mm als optimal. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß moderne Normalobjektive meist lichtstärker als Weitwinkeloptiken. Die Differenz von Blende 2,8 zu 1,8 bringt etwa eine Größenklasse Gewinn. Mit der Anordnung von 13 Kameras konnte einschließlich gewisser Überlappungen etwa 50 % des sichtbaren Himmels erfaßt werden. *

Beobachtungen und Ergebnisse

Soll ein Meteor auf einer Strichspurauflnahme vermessen werden, müssen die Zeitpunkte des Aufnahmebeginns und der Meteorerscheinung genau bekannt sein. Zur eindeutigen Identifizierung von möglichen Doppelbeobachtungen anderer Situationen ist eine Genauigkeit von 1 s anzustreben.

Während der Belichtung überwacht jeder der beiden Beobachter eine Hälfte des Himmels und bestimmt die genauen Meteoraufluchtszeiten (für helle Meteore) sowie deren Helligkeit und ungefähre Bahn. Um Beobachtungslücken durch Protokollieren zu vermeiden, setzen wir Kassettenrecorder ein.

Im Laufe der Gesamtheobachtungszeit von 12 Stunden (Nächte 11./12., 13./14. und 14./15. August) wurden bis zu 13 Kameras eingesetzt und 330 Aufnahmen gewonnen. Das entspricht einer Gesamtbelichtungszeit von 132 Stunden. Bei Bestimmung der Grenzhelligkeiten durch Vergleich mit visuellen Schätzungen wurde eine gute Übereinstimmung mit den in [1] angegebenen Werten gefunden: $1,8/50 \rightarrow 0^{\circ}$, $2,8/50 \rightarrow -1^{\circ}$.

Die Fotografie einer größeren Anzahl von Meteoren erfordert selbst im Maximum eines Stromes eine große Zahl von Kameras,

auch wenn die Optik bereits dem Ziel entsprechend ausgewählt wird.

Literatur: [1] Rendtel, J.: Möglichkeiten der Meteorofotografie. AuR 20 (1982) 84. – [2] Koschack, R.; J. Rendtel: Feuerkugelüberwachung mit Foto. AuR 24 (1986) 115.

Die Autoren der Einzelbeiträge dieses AKM-Berichtes sind: (1.) REINER ARLT; (2.) RALF KUSCHNIK; (3.) SABINE MORITZ und THORSTEN SCHRÖTER; (4.) JÜRGEN RENDTEL; (5.) MIRKO NITSCHKE und HOLGER MÜLLER; (Anschriften siehe letzte Heftseite)

*

Visuelle Beobachtungen des Kometen 1987s „Bradfield“

Am 11. August 1987 entdeckte der australische Kometenjäger Bradfield seinen 13. Kometen. Dem Objekt wurden für 1950.0 folgende Bahnelemente zugeordnet: [1]

$$\begin{aligned} T &= 1987 \text{ Nov. } 7,117 \text{ UT} \\ q &= 0,87094 \\ \omega &= 73^{\circ}672 \\ \Omega &= 267^{\circ}356 \\ i &= 34^{\circ}080 \end{aligned}$$

Den Ephemeriden war zu entnehmen, daß sich der Komet – von südlicher Deklination kommend – durch die Sternbilder Oph, Ser, Aql, Del, Peg und Psc bewegt. Dunkler werdend, war er dann in den meisten Amateurinstrumenten auf seiner weiteren Bahn nicht mehr zu sehen. Im November und Dezember 1987 erreichte er Kulminationshöhen von über 65° . Diese günstigen Sichtbarkeitsbedingungen waren Anlaß zu einer Beobachtungskampagne aufzurufen. Ephemeriden und Anleitungen wurden durch die „Schnellnachrichten“ und „Kometen-Zirkulare“ veröffentlicht.

Von 15 Amateuren gingen visuelle Beobachtungsmeldungen beim Arbeitskreis Kometen (AKK) ein.

Tabelle 1: Beobachtungen am Kometen Bradfield

	Anzahl d. Meldungen	Beobachter
Komahelligkeit	112	12
Komadurchmesser	107	11
Komakondensation	72	10
Schweiflänge	60	9
Positionswinkel des Schweifes	31	5

Hauptziel der nachfolgenden Auswertung war es, die gemeinsame Lichtkurve zu erarbeiten. Um Vergleiche mit früheren Veröffentlichungen zu ermöglichen, wurde an die Arbeiten von K. Kirsch [2], [3] angelehnt.

1. Qualität der gemeldeten visuellen Daten

Infolge fehlender oder mangelhafter Angaben auf den Meldeblättern gab es Schwierigkeiten bei der Auswertung. Nur von den Daten für Komahelligkeit und -kondensation war es möglich, Dia-

gramme zu erhalten. Alle anderen Werte streuen so erheblich, daß eine Weiterverwendung sinnlos erscheint. Tabelle 2 gibt die Fehlergrößen aus den gemittelten Werten aller Beobachtungen wieder.

Tabelle 2: Fehlergrößen

Komahelligkeit	$\pm 0^m 34$
Komadurchmesser	3.34
Komakondensation	0.96
Schweiflänge	0.79
Positionswinkel des Schweifes	12°44'

Die Komahelligkeiten sind nach der Methode von Bobrovnikoff [4] bestimmt worden. Eine wesentliche Verbesserung ist hier wahrscheinlich nicht mehr möglich. Diese Aussage trifft auch auf den Fehler von rund einer Bewertungsstufe bei der Komakondensation zu. Bei allen anderen Daten muß in Zukunft mehr Sorgfalt aufgebracht werden, um auch hier Auswertungen zu ermöglichen. Die Schaffung einer einheitlichen Beobachtungsanleitung sollte die Grundlage dafür sein. Wahrscheinlich kamen bei Bradfield die unterschiedlichsten Techniken zum Einsatz. Anders lassen sich die beträchtlichen Fehler kaum erklären.

Nachweisbare Einflüsse auf die Qualität der Meldungen haben die Erfahrung des Beobachters, seine Ausrüstung und die meteorologischen Bedingungen. Infolge des weit gefächerten Spektrums der Beobachtungsinstrumente vom Fernglas 8 × 30 bis zum 150 mm Fernrohr – kann z. B. der Komadurchmesser und die Schweiflänge nicht vom instrumentellen Einfluß befreit werden. Die Beziehung Teleskopöffnung/beobachtete schwächste Details läßt sich zweifelsfrei nachweisen. Hier gibt es keine Möglichkeit der Normierung auf eine einheitliche Basis. Die Reichweite der verwendeten Geräte schwankt mit den täglichen Variationen der visuellen Grenzhelligkeit und übt somit einen zusätzlichen Effekt auf die bestimmten Daten aus. Alle diese Einflüsse lassen sich nicht eliminieren. Sie verfälschen die Beobachtungen des Komadurchmessers, der Schweiflänge und z. T. auch des Schweifpositionswinkels, so daß darüber nur wenige Aussagen möglich werden.

2. Die visuelle Lichtkurve

Wie in [2] dargestellt, wurden zuerst die Mittel der Komahelligkeit des jeweiligen Beobachtungstages (m) auf eine einheitliche Teleskopöffnung reduziert (Aperturnormierung m'). Die Kurve der so bearbeiteten Werte zeigt Abb. 1. Gegenüber den ursprünglichen Helligkeiten (m) brachte das keine nennenswerte Verbesserung. Bradfield wurde im Intervall $0,94 < r < 1,83$ AE überwacht. Um die Helligkeitsfunktion ableiten zu können, erfolgte eine weitere Reduktion auf die Standardentfernung 1 AE. Die wenigen Beobachtungen vor dem Perihel reichten für diese Bearbeitung nicht aus. So enthält Abb. 2 nur das Ergebnis für die Zeit

Abb. 1: Einzelwerte der aperturnormierten täglichen Komahelligkeiten.

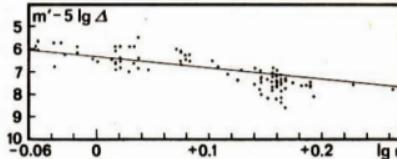
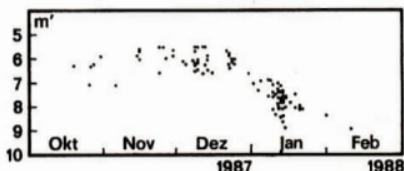


Abb. 2: Einzelwerte der auf $r = 1$ AE reduzierten Komahelligkeit (für alle Beobachtungen nach dem Perihel).

nach demselben. 105 Beobachtungen standen dazu zur Verfügung. Ebenfalls enthalten ist die Regressionsgerade für die mittlere Lichtkurve.

Abb. 1 gibt die Helligkeit des Kometen wieder, wie sie am Fernrohr beobachtet wurde. Die Entwicklung verläuft nicht linear. Von Beginn der Überwachung an (Ende Oktober 1987), stieg die Helligkeit bis Mitte November langsam. Es folgte etwa einen Monat lange keine deutliche Veränderung. Das Helligkeitsmaximum wurde erst vier Wochen nach dem Perihel erreicht. Von Ende Dezember 1987 bis zum Beobachtungsende im Februar 1988 kam es zu einem deutlich steileren Abstieg.

Aus Abb. 2 kann auf die tatsächliche Helligkeitsentwicklung des Kometen geschlossen werden, da hier die heliozentrische Entfernung konstant 1 AE ist. Ins Auge fällt der annähernd lineare Verlauf der Helligkeitsabnahme. Das bedeutet, daß die Entwicklung logarithmisch ablieft. Somit kann anhand der Abb. 2 auf die Helligkeitsfunktion geschlossen werden. Diese lautet in der allgemeinen Form [2]:

$$m_1 = m_0 + \lg \Delta + 2,5 \lg r \quad (1)$$

Aus den Beobachtungen an Bradfield erhalten wir:

$$m_1 = 6,38 + 5 \lg \Delta + 5,45 \lg r$$

mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,71.

Die Gleichung besitzt daher nur eine mäßige Genauigkeit, die Fehler sind merklich. Der Faktor $2,5 \lg r$ stellt in der allgemeinen Form der Helligkeitsfunktion ein Maß der Aktivität des Kometenkerns dar. Man kann ihn daher gut zu Vergleichen mit anderen Objekten heranziehen. Innerhalb des AKK wurde der Komet Halley dazu näher untersucht. In [3] wird für Halley ein Faktor $2,5 \lg r = 9,01$ für die Zeit nach dem Perihel genannt. Das ist deutlich mehr als der Wert 5,45 für 1987s. Bradfields Helligkeit sank nach dem sonnennächsten Bahnpunkt folglich langsamer, als dies bei Halley zu beobachten war.

3. Helligkeitskondensation der Koma

Grundlage der Bestimmung dieses Wertes bildete die von der IHW her bekannte zehnstufige Skala zur Charakterisierung des Intensitätsprofils. [4]. Abb. 3 gibt den Gang der Helligkeitskondensation bei Bradfield wieder.

Bis zum Perihel ist ein steiler Anstieg erkennbar. Dem folgt eine kurze Plateauphase, etwa bei Stufe 6 bis 7. Ab Mitte Dezember, bis zum Jahreswechsel 1987/1988, beginnt ein sich langsam verstärkender Abfall. In den letzten zehn Beobachtungstagen sinkt die Kurve rasch auf niedrige Werte. Auch hier tritt die maximale Entwicklung erst nach dem Perihel ein. Die Koma wird in diesem Zeitraum als „deutlich begrenzt, von kugelförmig, elliptisch bis kegelförmiger Gestalt“ beschrieben. Der Lichtkern war prägnant, vor allem an größeren Instrumenten. Viele Amateure verweisen auf dessen gute Sichtbarkeit. Zum Beobachtungsende hin

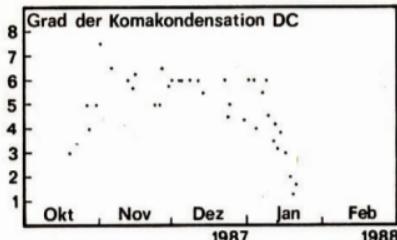


Abb. 3: Tagesmittel der Helligkeitskondensation in der Koma (DC).

wird die Koma immer diffuser, der Grad der Kondensation nimmt ab. Die Rückbildung der Koma des Kometen beginnt.

4. Komadurchmesser

Wegen der extrem großen Fehlerbreite ist eine Aussage hier nicht möglich (Ursache: zu unterschiedliche Beobachtungstechniken bei den einzelnen Amateuren?) Neben der Durchlaufmethode im Fadenkreuzokular wurde auch durch Vergleichen mit in der Nähe stehenden kugelförmigen Sternhaufen auf den Komadurchmesser geschlossen. Das dabei benutzte Objekt sollte unbedingt auf dem Meldebogen vermerkt werden. Die größten Schwierigkeiten dürften wohl beim Festlegen der äußersten Komagrenze auftreten, wobei Witterung, Vergrößerung und Instrumentenöffnung merkliche Einflüsse ausüben. Wie weit das gehen kann, soll eine Gegenüberstellung zeigen:

D. Ewald benutzte für seine Bradfieldüberwachung einen Refraktor 80/120 in konstanter Vergrößerung 30-fach, H. Bretschneider ein Fernglas 10×50. Vom zweiten Amateur wurden im Mittel doppelt so große Komadurchmesser, wie vom ersten, gemeldet. Ansonsten laufen die Werte parallel. Ursache kann nur der unterschiedliche Kontrast des Okularbildes, und daraus resultierend eine unterschiedliche Festlegung der Komagrenze sein. Für die Zeit der größten Helligkeit sind gemeldete Durchmesser zwischen 2.5'-15' typisch. Das entspricht einer mittleren wahren Ausdehnung von rund 700 000 km, bei kugelförmiger Koma.

5. Schweißlänge

Hier gelten ebenfalls die im 1. und 4. Abschnitt genannten Einflußgrößen und erschweren die Aussagen, so daß auf die Wiedergabe einer Kurve verzichtet wurde.

Zu- und Abnahme des recht kräftigen Plasmaschwanzes erfolgten fast symmetrisch zum Perihel. Das Maximum zwischen 3°-5°5 fällt auf die erste Dezemberdekade. Die, daraus berechnete wahre Ausdehnung beträgt für den Mittelwert etwa $1,2 \cdot 10^6$ km. Wünschenswert wären Vergleiche mit fotografischen Beobachtungen zur selben Zeit.

6. Positionswinkel des Schweißes

Die sehr großen Streuungen der Positionswinkel dürften in Unsicherheiten beim Festlegen und in der Orientierung des Fernrohrrbildes zu suchen sein. Bei kleiner werdenden Schweißlängen erhöht sich die Fehlerbreite merklich. Unter 0.5 Länge wird die

Aussagekraft vage. In den gemeldeten Beobachtungen deutet sich eine Bewegung von etwa 70° Mitte November 1987, auf 50° zwischen 5. - 10. Januar 1988 an. Dann folgt eine Tendenz auf 65° um den 20. Januar.

7. Weitere Beobachtungen

Nur wenige Amateure lieferten zusätzliche Informationen zum Erscheinungsbild Bradfields. Hier wäre eine Verbesserung wünschenswert. Hier eine Zusammenfassung der Notizen: Der Schweif war so ausgeprägt und hell, daß er selbst in der Lichtflut der Stadt zum Beobachtungsobjekt wurde. Am 15. und am 23. Dezember konnte der Komet von H. Bretschneider (Schneeberg) mit bloßem Auge gesehen werden. Ebenfalls im Dezember meldete ein anderer Beobachter mehrfach das strichförmige Aussehen des Lichtkerns. Dabei könnte es sich um ein Vorstadium der Teilung des Kerns in Bruchstücke gehandelt haben. In [7] wird davon berichtet. Am 20. 2. 1987 kreuzte die Erde die Bahnebene des Kometen Bradfield. In Schneeberg war am 23. und 24. Dezember im 10×50 Fernglas ein schwacher, 0.5 langer Ge genschweif im Positionswinkel 200° zu sehen. Leider gibt es nur diese eine Meldung im AKK dazu. Im Zeitraum angefertigte Fotos könnten eine Bestätigung bringen. Mehrfach waren auch im selben Instrument sehr zarte Schweißstrukturen zu erkennen. Das zeichnerische oder fotografische Festhalten dieser wurde durch Fremdlicht am Beobachtungsort vereitelt. Schätzungen der Schweißbreite von H. Bretschneider lassen sich nicht vergleichen, da keine anderen Beobachtungen gemeldet wurden.

8. Schlußfolgerungen

Mittels geringem gerätetechnischen Aufwand konnten durch die Mitglieder des AKK visuelle Daten des Kometen 1987 „Bradfield“ gewonnen werden. In Zukunft gilt es, daran zu arbeiten, die Qualität der Wertetabellen zu verbessern. Obwohl durch das IHW-Programm schon eine gemeinsame Richtlinie gegeben ist, bestehen doch Schwierigkeiten, die Beobachtungen auf einheitlicher Basis durchzuführen. Die Schaffung einer detaillierten Anleitung innerhalb des AKK wäre daher zu empfehlen. Der eine oder andere Kometenbeobachter sollte aber auch Inhalt und Durchführung seines Überwachungsprogrammes überdenken.

Kritik muß vor allem dort geübt werden, wo durch häufigen und unnötigen Instrumenten- und Vergrößerungswechsel die Normierung der gewonnenen Daten erschwert wird. Bemängelt werden muß auch, daß einige Amateure ohne Dunkelplakette Beobachtungen durchführten. „Bradfield“ stand hoch genug über dem Horizont, um die völlige Gewöhnung an die Dunkelheit abwarten zu können. Qualität sollte auf jedem Fall von Quantität stehen! Mehr Augenmerk muß ebenfalls in Zukunft auf kleinste und schwächste Details gelegt werden. Dabei ist wichtig, ob das Gesehene auffällig war, oder nur mittels peripherem Sehens erkannt wurde.

Trotz der aufgezeigten Mängel und Hinweise zeigen die gemeldeten Beobachtungen durchschnittlich eine gute Qualität.

Der Bearbeiter dankt allen Amateuren, die ihre Beobachtungen zur zentralen Auswertung übermittelten.

Lit.: [1] Kometen-Zirkulare 33, 34, 37 des AK Kometen. – [2] Kirsch, K.: Komet Halley. Die Entwicklung der Helligkeit bis zum Perihel. AuR 25 (1987) 1, S. 21-23. – [3] ders.: Komet Halley. Die Helligkeit nach dem Periheldurchgang. AuR 25 (1987) 6, S. 183-185. – [4] Böhme, D. et al.: Kometen II. Die IHW-Raumflugplanetarium Halle. – [5] Kirsch, K.: Zur Normierung visueller Helligkeitsabschätzungen an Kometen. Die Sterne

63 (1987) 6, S. 358–363. – [6] Mosch, J.: Grundlagen für die Auswertung von Kometenbeobachtungen. AuR 15 (1977) 2, S. 39–47. – [7] Skyweek 50–52/1987 und 1–6/1988.

HARTMUT BRETSCHNEIDER

Probleme/Lösungen

Eine rechnerische Fokussierhilfe

WOLFRAM FISCHER

Um befriedigende astrofotografische Resultate zu erhalten, ist es u. a. erforderlich, die Filmläche exakt (in Lage und Ort) mit der optischen Bildfläche zu koordinieren. Gewöhnlich spricht man hier von Scharfstellen (Fokussierungen) oder Justieren (betrifft das Beben von Bildfeldverkipplungen). Dies gelingt leicht bei handelsüblichen Teleobjektiven und Plattenkameras. Bildfeldverkipplungen sind vom Hersteller auszuschließen und andernfalls meist nicht selbst abstellbar. Das Scharfstellen ist in der Regel eine einmalige Angelegenheit. Problematisch wird es dagegen beim Einsatz von Eigenbau-Plattenkameras, Spiegelteleskopen, Schmidt-Kameras etc. Hier gilt es Bildfeldverkipplungen zu beobachten, dem Temperaturgang des Fokus zu folgen und verlängerte Bildweiten, beim Einsatz von Filtern im Strahlengang, zu berücksichtigen. Dies ist der Grund, weshalb die gewohnte Arbeit an der Schmidt-Kamera des Verfassers meist mit Fokustestaufnahmen beginnt. Dieser Umstand gab den Anstoß zur Entwicklung einer einfachen, zeitsparenden Methode. Seit mehreren Jahren mit Erfolg angewendet, ermöglicht sie es, den Abstand der Filmläche zum Tiefenschärfenbereich schnell zu bestimmen. Das Verfahren ist im folgenden beschrieben.

Das Prinzip

Die Methode basiert auf der Durchmesserbestimmung fotografiert unscharfer Sternscheiben. Aus diesem Durchmesserwert lässt sich, mittels einer simplen geometrischen Beziehung, ausreichend genau der Abstand der Filmläche zum Tiefenschärfenbereich berechnen. Grundlage liegt die Annahme eines optischen Strahlenkegels. Die Strahlen laufen in einem Winkel zusammen, der für ein bestimmtes Öffnungsverhältnis stets konstant ist. Ohne den Winkel berechnen zu müssen, lassen sich die Verhältnisse in einer Gleichung ausdrücken:

$$\frac{a}{ds} = \frac{f}{d}$$

Danach haben die Durchmesser defokussierter Sterne (ds) und ihr Abstand zum Brennpunkt (a) stets das gleiche Größenverhältnis wie der Durchmesser des Objektivs (d) zur Brennweite (f), also der Zahl des Öffnungsverhältnisses. Nach dieser Beziehung wird jedoch der Sternendurchmesser im Fokus = 0. Dies ist nicht zutreffend. Um einen merklichen Fehler in Brennpunktnähe zu vermeiden, erhält der angenommene Strahlengang im Tiefenschärfenbereich (bzw. Fokus) den Durchmesser optimal scharfer astrofotografischer Sternabbildungen. In der Rechnung geschieht dies durch Subtraktion dieses Optimaldurchmessers vom Durchmesserwert des unscharfen Sterns.

Zur theoretischen Problematik

Um Einwänden theoretisch versierter Leser und Mißverständnissen vorzubeugen, sollen die recht komplizierten Zusammenhänge angesprochen werden, die dieses praktisch einfache Verfahren tangiert.

Das Grundproblem beruht darin, daß die fotografische Wiedergabe scharfer oder unscharfer Sterne mit dem Durchmesser des Strahlengangs nicht völlig identisch ist. Woraus resultieren astrofotografische Sternabbildungen?

Im Objektiv kommend, erfahren die Strahlen im Brennpunkt ihre größte Bündelung. Aus beugungstheoretischer Sicht erscheint diese größte Bündelung als ein zentrales Beugungsscheibchen (dessen Durchmesser abhängig ist von Wellenlänge und Öffnungsverhältnis), umgeben von nach außen schwächer werdenden Beugungsringen. Damit ist der Strahlengang nach außen niemals scharf begrenzt. Seine Intensität nimmt allmählich ab. Jedoch ist der größte Teil der Intensität im zentralen Beugungsscheibchen oder Zerstreuungskreis konzentriert. Deshalb führt die Schwärzung der Sterne, im Bereich der fotografischen Grenzgröße, doch wesentlich von diesem Zentralteil her. Auch ist der Strahlenverlauf streng genommen nicht kegelförmig, bzw. kegelfstumpfförmig. Am ehesten könnte man als „Hüllkurven“ für die Strahlenbüschel Hyperbeln annehmen.

Fotooptik, auch Schmidt-Kameras, weisen jedoch keine beugungsbegrenzte Abbildungsgüte auf. Sie bilden Sterne über ein großes Bildfeld in Form optimierter Zerstreuungskreise ab, die sich aus der berechneten Korrektur der Optik und herstellungsbedingt ergeben. Die reale Größe eines Strahlenbündels im Brennpunkt wird, neben der optischen Qualität (über die wir in der Praxis kaum etwas wissen), ganz entscheidend durch ihre Zentrierung und Justierung geprägt. Hier müssen, gerade bei Eigenbaugeräten, immer unakkulierbare Restfehler vermutet werden.

Neben diesen optischen Erscheinungen verkomplizieren fotografische Effekte den Sachverhalt. Die fotografische Abbildungsgröße schwächerer Sterne (bevor durch die Belichtung das Bildwachstum den Durchmesser verfälscht) hängt einerseits von emulsionsgebundenen Eigenschaften ab. Dies sind z. B. die Körnigkeit und die Fähigkeit zum Energieaustausch zu benachbarten Körnern (Diffusion). Zum anderen haben Entwicklungseffekte einen merklichen Einfluß. Der Strahlengang kann im Fokus wesentlich feiner sein, als der Durchmesser schwächerer Sterne (Tiefenschärfe). Bei einer fotografischen Auflösung nahe 1" hat das „seeing“ einen bedeutenden Einfluß auf die Abbildungsgröße der Sterne. Durch Nachführfehler kann ebenfalls ein Sterngröße vorgetäuscht werden, die nichts mit dem Strahlengang zu tun hat. (In beiden zuletzt genannten Fällen führt die hier beschriebene Fokussierhilfe allerdings zu merklichen Fehlern.)

Insgesamt wird hiermit verständlich, daß die wahre Natur des Strahlenverlaufs an Hand astrofotografischer Sternabbildungen nicht exakt ablesbar ist. Der Strahlengang, zusammen mit dem Durchmesser kleinstcr Sternabbildungen, resultiert aus einer Vielzahl von Erscheinungen, die wir lediglich zum Zwecke einer genauen Scharfstellung niemals ermitteln können und auch nicht brauchen. Für die rechnerische Fokussierhilfe ist keine Analyse der Faktoren erforderlich, da deren Endphänomene, der fotografische Sternendurchmesser, nicht gesucht, sondern durch Messung gegeben ist. Es erscheint durchaus vernünftig –, wenn schwächste Sternabbildungen auf einer Aufnahme zu groß ausfallen – davon auszugehen, daß hierfür das auseinanderlaufende Strahlenbündel verantwortlich ist; wenn nicht gerade eine grobkörnigere Emulsion benutzt oder schlechter entwickelt und nachgeführt wurde. Letztlich ist auch die Durchmesserbestimmung mit deutlicher Unsicherheit behaftet, da die Sternscheiben am Rand eine gestreut

te Schwärzung aufweisen. Im Rahmen dieser Unsicherheit des Ausgangswertes und durch die Tiefenschärfe werden die Fehler, die sich aus der einfachen Rechenmethode ergeben, gegenstandslos.

Die Größe der optischen Tiefenschärfe ist ohne Belang, da innerhalb ihres Bereiches keine Unschärfe feststellbar ist. Wir registrieren den Abstand zum Tiefenschärfenbereich.

Die praktische Anwendung

Zunächst erfolgt die Messung des Durchmessers schwächer unscharfer Sterne. (Bei Bildfeldverkippung an verschiedenen Bildstellen.) Der Verfasser benutzt dazu ein „Kleinmikroskop C“ mit einem stellbaren Okular (12,5 x) und einem Meßplättchen (100 Teilstriche) aus Jena. Der Okularlinsenbus muß, unter Verwendung des schwach vergrößerten Objektivs, 63,5 mm herausgezogen werden, damit die 100 Teilstriche = 1 mm entsprechen. Weiter benötigen wir für die Rechnung den Durchmesser optimal scharfer, schwächer Sterne. Wenn dieser Wert nicht bekannt oder ermittelbar ist, muß sein voraussichtlicher Betrag erst einmal angenommen werden. Bei der Schmidt-Kamera des Verfassers beträgt dieser 0,02 mm Durchmesser. Instrumentelle Unterschiede sind zu berücksichtigen. Besonders bei kurzbrennweiten Kamera mit großem Öffnungsverhältnis (extrem geringe Tiefenschärfe), hängt die Richtigkeit des errechneten Abstandes zum Tiefenschärfenbereich spürbar vom Realismus des vorausgesetzten Optimaldurchmessers ab. Hier kann ein Fokusabstand von nur 0,025 mm eine erkennbare Unschärfe erzeugen.

Die Zahl des Öffnungsverhältnisses ist in der Regel bekannt (zu berechnen aus f/d). Da es auf den Winkel des Strahlenkegels ankommt, benutzen wir nicht das effektive Öffnungsverhältnis.

Nun die Rechnung an einem Beispiel.

Gegeben: Eine Kamera mit einem Öffnungsverhältnis 1:2,5
Optimalschärfedurchmesser = 0,02 mm

Durchmesser des unscharfen Sterns = 0,5 mm

Rechenweg: Der Strahlenkegel ist beim gemessenen Stern $0,5 - 0,02 = 0,48$ mm größer als im Tiefenschärfenbereich. 0,48 mm entsprechen bei einem Öffnungsverhältnis von 1:2,5 einem Abstand zum Tiefenschärfenbereich von $0,48 \cdot 2,5 = 1,2$ mm.

Ergebnis: Die Filmläche ist am Ort des gemessenen Sterns 1,2 mm vom Tiefenschärfenbereich entfernt.

Diese Rechnung läßt sich in Sekundenschnelle mit einem Taschenrechner durchführen. Die Ungenauigkeit dieser Methode liegt in erster Linie in der Durchmesserbestimmung der unscharfen Sterne. Mit der Größe der Zerstreuungsscheiben wächst die Unsicherheit. Bei bis zu 0,5 mm großen Sternscheiben konnte auf Anhieb die optimale Scharfstellung ermittelt werden.

Ungewiß ist natürlich, in welche Richtung die axiale Verschiebung der Filmläche erfolgen muß. Dies ist besonders unangenehm bei der Behebung von Bildfeldverkippungen.

Die praktische Anwendung dieser Methode setzt die Einstellbarkeit des errechneten Betrages voraus. Die Kenntnis der Gewindesteigung der Fokussiereinrichtung ist erforderlich.

An der Schmidt-Kamera des Verfassers konnten winzige Bildfeldverkippungen, durch ihre quantitative Bestimmung, mit vier oder fünf Testaufnahmen hochgradig behoben werden. Es galt dabei die Stelle auf der Stempelranddruckfläche der Filmkassette zu finden, auf die kleine, vorher in der Dicke ausgemessene, Papierstücke aufgeklebt wurden. Die Auswertung der Testaufnahmen erfolgte der Beobachtungsnacht, noch naß unter dem Mikroskop. Ein sorgfältiges Notieren der Justierschritte (und Ergebnisse) half die richtigen Maßnahmen zu finden.

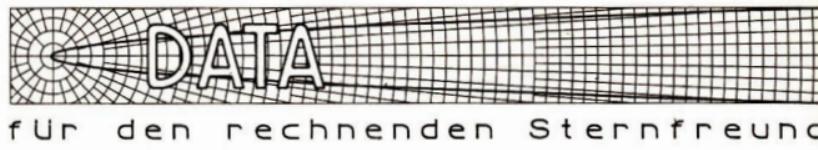
Das hier beschriebene Verfahren liefert somit auch die Basis für die gezielte Lösung komplizierter Aufgabenstellungen bei der Kamerajustierung. Endlose blinde Pröbleme lassen sich so vermeiden.

Die Grenzen der Anwendbarkeit der Fokussierhilfe sind dort gegeben, wo merklich deformierte Sternfiguren (Koma, Astigmatismus) die Meßgrundlage des Verfahrens liefern sollen.

*

Erhält „Giotto“ neuen Auftrag?

Die Kometensonde „Giotto“, die sich am 13./14. März 1986 bis auf 596 km dem Kometenkern von Halley näherte, bewegt sich wieder in Richtung Erde; am 2. Juli 1990 begegnet sie der Erde im Abstand von 22 000 km. Deshalb erwägt man bei der ESO, die Sonde mit neuer Zielstellung zu „beauftragen“ und sie dafür umzuprogrammieren. Kontrollen nach der Begegnung mit Halley hatten ergeben, daß vier der zehn wissenschaftlichen Instrumente auf Giotto unversehrt, weitere vier z. T. noch funktionsfähig blieben. Das ermutigte, Simulationen für neue Aufgabenstellungen durch das Europäische Kontrollzentrum der ESOC in Darmstadt mit Bodenstationen der NASA zu betreiben, die inzwischen erfolgreich waren. Nun muß die ESA entscheiden, ob Giotto zu erneuter Kometensondierung eingesetzt werden soll. Deshalb werden 1990 alle Systeme der Sonde aktiviert. Rechtfertigt die Prüfung während des Vorbeifluges an der Erde die Eingabe des neuen Forschungsprogrammes, könnte Giotto unter Ausnutzung des Erdschweifeldes z. B. in Richtung des Kometen Grigg-Skjellerup gelenkt werden, der am 10. Juli 1992 von Giotto passiert werden könnte. H. A.



Sonnenfinsternisse

ANDREAS DILL

Teil 3: Ablauf an gegebenem Beobachtungsort

Im letzten Teil der Beitragsfolge zur Berechnung von Sonnenfinsternissen werden zwei Verfahren zur Ermittlung der konkreten Beobachtungsbedingungen einer Sonnenfinsternis für einen gegebenen Beobachtungsort vorgestellt. Im Mittelpunkt steht dabei die Ermittlung der Kontaktzeiten (Beginn und Ende von partieller und/oder zentraler Phase) sowie von Zeit und Größe der maximalen Phase. Das erste Verfahren ist das heute am meisten verwendete, das zweite ist eine günstige Alternativmethode für diejenigen, die keinen Kleincomputer besitzen, sondern einen Taschenrechner benutzen, der nicht oder nur wenig programmierbar ist.

Allgemeine Formeln

Beiden Verfahren gleich sind die Anfangsschritte. Zuerst sind die geozentrischen rechtwinkligen Koordinaten des Beobachtungsortes $\varrho \sin \phi'$ und $\varrho \cos \phi'$ zu berechnen (s. AuR 2/88, S. 61/62, Formeln 11 und 12). Diese beiden Werte haben selbstverständlich für einen Beobachtungsort stets den gleichen Betrag.

In beiden Verfahren wird auch der folgende Formelsatz benötigt, in dem die Besselschen Elemente der Sonnenfinsternis verarbeitet werden (s. Teil 1, AuR 2/89, S. 58). Hier müssen auch einige Formeln aus Teil 2 (AuR 3/89, S. 81) angewendet werden.

Man berechnet die auf der Fundamentalebene bezogene Position des Beobachters (ξ, η, ζ) sowie die stündliche Änderung des auf die Fundamentalebene projizierten Ortes des Beobachters (ξ', η'):

$$\begin{aligned}\xi &= \varrho \cos \phi' \sin H \\ \eta &= \varrho \sin \phi' \cos d - \varrho \cos \phi' \sin d \cos H \\ \zeta &= \varrho \sin \phi' \sin d + \varrho \cos \phi' \cos H \cos d \\ \delta &= 0,01745329 \mu' \varrho \cos \phi' \cos H \\ \eta' &= 0,01745329 (\mu' \xi \sin d - \zeta \delta) \\ \text{mit } H &= \mu - \lambda - 0,00417807 \Delta T\end{aligned}$$

(λ geografische Länge, positiv westl. Greenwich, ΔT in Sekunden)

Weiter benötigt man die Radien von Halb- und Kernschatten L_1 und L_2 in Höhe des Beobachters:

$$\begin{aligned}L_1 &= l_1 - \zeta \tan f_1 \\ L_2 &= l_2 - \zeta \tan f_2\end{aligned}$$

Schließlich werden zur besseren Übersichtlichkeit folgende Symbole eingeführt:

$$\begin{aligned}u &= x - \xi & u' &= x' - \xi' \\ v &= y - \eta & v' &= y' - \eta' \\ m &= \sqrt{u^2 + v^2} & n &= \sqrt{u'^2 + v'^2}\end{aligned}$$

Von hier an sind nun zwei Verfahrensweisen möglich.

Variante 1

Bei dieser Variante verfährt man iterativ, d. h. vor Erreichen des Ergebnisses muß das gesamte Verfahren (ausgenommen die Ermittlung von $\varrho \sin \phi'$ und $\varrho \cos \phi'$) mehrmals durchlaufen werden, wobei sich bei jedem Durchlauf die Genauigkeit der Ergebnisse verbessert. Zu beachten ist, daß dieses Verfahren für jeden Kontakt und für das Maximum gesondert angewendet werden muß.

Man beginnt stets damit, die oben stehenden Formeln zunächst für eine willkürlich angenommene Zeit durchzurechnen (T_0). Günstig ist hier die Verwendung des T_0 in unseren Besselschen Elementen (s. Teil 1). Das Ziel dessen ist es, eine Zeitkorrektur T_{kor} zu finden, die, angebracht an T_0 , die Zeit des gesuchten Phänomens (Kontakt bzw. Maximum) ergibt. Die Formeln zur Ermittlung dieser Zeitkorrektur sind weiter unten zu finden. Der neue Wert $T = T_0 + T_{kor}$ repräsentiert jedoch in der Mehrzahl der Fälle noch nicht den wahren Zeitpunkt mit ausreichender Präzision. Deshalb setzt man nun $T_0 = T$ und wiederholt mit diesem verbesserten Wert das Verfahren von Anfang an, um eine neue Zeitkorrektur T_{kor} und eine neue Zeit T zu erhalten. Dies wird von neuem getan, und zwar so oft, bis T_{kor} sehr klein geworden ist ($< 10^{-5}$ Std.). Im allgemeinen ist das nach der zweiten Wiederholung erreicht.

Die Zeitkorrektur T_{kor}

1. Beginn und Ende der partiellen Phase

$$T_{kor} = \frac{L_1 \cos \psi}{n} - \frac{u u' + v v'}{n^2}$$

mit

$$\psi = \arcsin \left(\frac{u v' - u' v}{L_1 n} \right)$$

Ist der Betrag des Klammerausdruckes in der Formel $< |1|$, findet an diesem Ort keine Finsternis statt. Für den Beginn der partiellen Phase ist $\cos \psi$ negativ, für das Ende positiv zu nehmen.

2. Beginn und Ende der zentralen Phase

Man verwendet hierzu die gleichen Formeln, wie zur partiellen Phase. Lediglich L_1 ist durch L_2 zu ersetzen.

$\cos \psi$ muß positiv genommen werden für den Beginn der totalen und das Ende der ringförmigen Phase, und negativ für das Ende der totalen und den Beginn der ringförmigen Phase.

3. Maximum der Finsternis

$$T_{kor} = - \frac{u u' + v v'}{n^2}$$

Es sei noch einmal darauf hingewiesen: Jeder einzelne Kontakt und das Maximum ist gesondert zu berechnen.

Variante 2

Eine andere Vorgehensweise beruht auf der direkten numerischen Lösung der Gleichung

$$u^2 + v^2 - L^2 = 0$$

Dazu fertigt man sich für vier oder mehr Zeitpunkte (konstantes Intervall!) um die betreffende Phase eine Tabelle mit den Größen u , v , L und $u^2 + v^2 - L^2$ an. Der Zeitpunkt eines Kontaktes, also des Beginns oder Endes der partiellen (hierzu L_1 einsetzen) oder zentralen Phase, (hierzu L_2 einsetzen), entspricht der Zeit des Nulldurchgangs von $u^2 + v^2 - L^2$. Dies kann durch Standardverfahren der Interpolation (s. AuR 3/87, S. 86-88) ermittelt werden.

Auf ähnliche Art und Weise kann die Zeit der größten Phase berechnet werden. Dazu wird $(L_1 - m)/(L_1 + L_2)$ tabelliert und die Zeit gesucht, zu der dieser Wert sein Maximum erreicht.

Diese Methode ist zwar weniger elegant, besitzt jedoch auch Vorteile: Ohne Hilfsformeln und -winkel ist das Verfahren sehr überschaubar, so daß sich Fehler leicht erkennen lassen. Es werden weiter keine theoretischen Approximationen nötig (anzunehmen, daß u , v und L konstant sind), und schließlich ist die Genauigkeit der Resultate direkt von der Präzision der Besselschen Elemente abhängig.

Weitere Daten

Positionswinkel der Kontakte

Der Winkel P ist der Positionswinkel des Kontaktes, gemessen ostwärts vom Nordpunkt der Sonnenscheibe. Mit u und v zum Zeitpunkt des Kontaktes ist

$$P = \arctan \frac{u}{v}$$

Der Winkel V ist der Positionswinkel des Kontaktes, gemessen ostwärts vom oberen Punkt (dem Zenit zugewandt) der Sonnenscheibe.

$$V = P - \arctan \frac{\xi}{\eta}$$

Größe der Finsternis

Die Größe der Finsternis M , d. h. der Bruchteil des Sonnendurchmessers, der vom Mond bedeckt wird (in Einheiten des Sonnen-durchmessers), ist

$$M = \frac{L_1 - m}{L_1 + L_2}$$

Das Größenverhältnis G von scheinbarem Mond- zum scheinbaren Sonnendurchmesser ergibt sich aus

$$G = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

Bedeckungsgrad

Zuweilen ist es auch von Interesse zu wissen, welcher Anteil K der Fläche der scheinbaren Sonnenscheibe vom Mond verdeckt ist. K ergibt sich aus

$$K = \frac{s^2 A + B}{180} - 0,31831 \sin C$$

mit den Hilfsgrößen

$$C = \arccos \frac{L_1^2 + L_2^2 - 2m^2}{L_1^2 - L_2^2} \quad 0^\circ \leq C \leq 180^\circ$$

$$B = \arccos \frac{L_1 L_2^2 + m^2}{m (L_1 + L_2)} \quad 0^\circ \leq B \leq 180^\circ$$

$$A = 180^\circ - (B + C)$$

$$s = \frac{\sin B}{\sin A}$$

Während einer ringförmigen Phase ist $K = s^2$, während einer totalen Phase gilt $K = 1$.

Achtung! Von allen Zeiten muß der aktuelle (oder angenommene) Wert von ΔT subtrahiert werden, um die Weltzeit UT des betreffenden Phänomens zu erhalten.

Beispiel: Uhrzeit und Größe des Maximums der Sonnenfinsternis vom 11. August 1999 in Leipzig ($\lambda = 12^\circ 3' E$ $\phi = 51^\circ 4' N$) sind zu bestimmen.

Die rechtwinkligen geozentrischen Koordinaten lauten

$$\varrho \sin \varphi' = 0,777881 \quad \varrho \cos \varphi' = 0,625159$$

Die Nutzung von Variante 2 erfordert die Aufstellung einer Tabelle des Wertes von $(L_1 - m)/(L_1 + L_2)$, die wir hier ohne Zwischenrechnungen geben:

ET	$(L_1 - m)/(L_1 + L_2)$
10 ^h 30 ^m	0,854961
10 40	0,924318
10 50	0,864758
11 00	0,753498
11 10	0,633481

Das Maximum liegt bei $10^h 39^m 2$ ET = $10^h 38^m 2$ UT = $11^h 38^m 2$ MEZ. Die Größe der Finsternis im Maximum ist $M = 0,925$. Der Bedeckungsgrad K der Sonne erreicht dabei 0,904, das heißt 90,4 % der Sonnenscheibe sind bedeckt.

Lit.: [1] Explanatory Supplement to the A. E. and the A. E. N. A. London 1961. - [2] Meeus, Grosjean, Vanderleen: Canon of Solar Eclipses. London/New York 1966. - [3] Meeus: Elements of Solar Eclipses 1951 - 2200. Richmond/Va. 1989.

※

Berichtigung zu Heft 1/89, S. 26/27, Meeus: Kratergenaue Berechnung von Mondfinsternissen

Infolge eines Versehens fehlt in diesem Beitrag der Formelsatz zur Berechnung von x , y und z . Wir bitten unsere Leser, vor dem letzten Abschnitt des 1. Kapitels einzufügen:

- Die geozentrischen Koordinaten eines Mondkraters sind dann

$$x = X + a_x x_0 + b_x y_0 + c_x z_0$$

$$y = Y + a_y x_0 + b_y y_0 + c_y z_0$$

$$z = Z + a_z x_0 + b_z y_0 + c_z z_0$$

Weiter bitten wir folgende Druckfehler zu korrigieren:

1. Kapitel, Formel für Z muß richtig lauten:

$$Z = [\sin \delta' \sin \alpha' + \cos \delta' \cos \delta \cos (\alpha' - \alpha)] / \sin \alpha'$$

3. Kapitel, dritte Formel ($\delta = \varnothing$) muß richtig lauten

$$\varrho = 1,01176 - Az - B \sin^2 \psi$$

(AD)

Die Reinigung empfindlicher optischer Flächen

Tips für die richtige Pflege von Fernrohroptiken *)

GÜNTHER MEKAS

Jedes Teleskop und alle übrigen Optiken benötigen von Zeit zu Zeit eine sorgfältige Reinigung. Festgesetzter Staub, von Feuchtigkeit angelöst, ergibt zusammen mit der in zunehmendem Maße verschmutzten Lüft einen klecksigen Film auf allen ungeschützten Glasflächen.

Allzuoft sollte eine Reinigung nicht durchgeführt werden. Einige Stäubchen oder kaum erkennbare Beläge ergeben höchstens eine geringfügige Lichtschwächung des Bildes sowie eine Erhöhung des Streulichtanteils. Ist eine Reinigung dennoch notwendig, sollte man diese äußerst sorgfältig ausführen und dafür folgende Materialien bereitlegen:

- Ein Paket chemisch reiner Verbandwatte;
- 60 % bis 95 % reinen Alkohol (Primasprit); keinesfalls Brennspiritus, methanol- oder benzinhaltige Denaturate oder Glasreinigungsmittel;
- destilliertes Wasser, am besten doppelt destilliertes für medizinische Injektionen;
- ein Haushaltreinigungstuch als Unterlage;
- einen optischen Pinsel (Fotohandel) sowie ein Gummiballaglebe (medizinischer Bedarf).

Die Reinigung der zuvor ausgebauten Optik sollte möglichst in einem staubarmen Raum bei geschlossenem Fenster durchgeführt werden. Zunächst legt man das zu reinigende Gerät mit dem Haushaltluch auf eine feste Unterlage. Linsenobjektive sollten niemals auseinandergezogen werden, da sie vom Hersteller in der Fassung fest justiert wurden. Ist doch ein Zerlegen erforderlich, sollte man einen Fachmann zu Rate ziehen.

Der erste Schritt der Reinigung besteht in der Entfernung grober Schmutzpartikel. Dazu nimmt man ein tennissballgroßes Stück Watte und biegt die faserigen Enden so zusammen, daß sie auf einer Seite mit drei Fingern gehalten werden können. Nun gibt man etwas destilliertes Wasser darauf und betupft die zu reinigende Fläche senkrecht. Dabei darf keinesfalls gewischt werden; die mikroskopisch kleinen Staubkörner wirken wie Sandpapier und zerkratzen die Optik!

Mit dem getränkten Wattebausch wird nun die Glasfläche in der Weise betupft, daß jede Stelle zwei bis drei Tupfer erhält. Die getränkte Watte wird dabei durch ihr eigenes Gewicht die Glasoberfläche benetzen. Nach und nach wird immer neue Watte verwendet. Die Staubpartikel setzen sich schon beim zweiten Tupfen in den Fasern fest und der Bausch hat seinen Zweck erfüllt. Nach dem zweimaligen Abtupfen der Optikfläche sollten die ersten losen Beläge und fest Staubkörper entfernt sein. Der gesamte Arbeitsgang wird nun noch einmal wiederholt, um die aufgeweichten Schmutzbestandteile abzutupfen.

Der nächste Arbeitsgang besteht darin, etwaige Flächenbeläge mit Silicon- und Fettanteilen abzulösen. Hierzu tränkt man die Watte mit Alkohol und betupft die Optik zügig in der beschriebenen Weise. Der Alkohol wird sich sofort nach dem Benetzen über die gesamte Oberfläche verteilt haben und kann anschließend mit trockener Watte wieder abgetupft werden. Dies ist erforderlich, da der Alkohol verfliegt und nach dem Trocknen Beläge zurückbleiben würden.

Ist das Reinigungsresultat noch nicht befriedigend, kann das Tupfen mit Alkohol und die anschließende Trocknung wiederholt werden. Am Schluß sollte die Glasoberfläche bis auf die unvermeidlichen Wattefasern und dünne Restbeläge sauber sein.

Zuletzt wird auf die Optik Alkohol direkt aus der Flasche gegeben (nicht bei Linsenobjektiven, da sonst die Fassung benetzt wird und Flüssigkeit zwischen die Linsen gerät). Der Alkohol kann nun vorsichtig mit einem kleinen Wattestück ziehend auf der gesamten Oberfläche verteilt werden. Die Flüssigkeit wird danach durch Ankippen des Glases abgegossen. Danach sollte man eine Weile warten, bis der restliche Alkohol und die darin enthaltenen Wassanteile getrocknet sind. Restliche Wattefäden werden erst jetzt mit dem Pinsel und etwas Luft, evtl. vorsichtig mit einer Pinzette, entfernt.

Erfahrungsgemäß ist nun die Optik sauber und weitgehend rückstandsfrei. Noch verhanden Belag kann man erkennen, indem das Objektiv aus dem Dunkeln schräg gegen eine helle Fläche gehalten wird. Die Restbeläge sind nur einige tausendstel Millimeter stark und erscheinen bläb bläulichweiß. Zum Entfernen ist die Fläche mit dem Pinsel zu reinigen. Man haucht dann die Glasfläche vorsichtig an, die sofort anläuft, da sich das Glas wegen der Alkoholverdunstung abgekühlt hat. Es sollte solange aus etwa 5 cm Entfernung gehaucht werden, bis die gesamte Fläche schwach beschlagen ist.

Mit einer lockeren Wattekugel wird die Fläche nun vom Zentrum aus zum Rand hin in immer nur einer Richtung gewischt. Am Rand angekommen muß immer frische und saubere Watte verwendet werden. Angehaftete Staubkörnchen würden sich für die Optik katastrophal auswirken! Ist das ganze Glas bearbeitet, kann der Vorgang noch einmal wiederholt werden, ggf. ist das Glas vorher zu kühlen, damit es leichter beschlägt.

Den Reinigungsfähigkeiten dürfen *keine Zusätze* (wie Geschirrspülmittel o. ä.) hinzugefügt werden. Glasreinigungsmittel bestehen aus einer Vielzahl verschiedener Stoffe, die z. T. aggressiv wirken oder nur schwer von optischen Flächen zu entfernen sind. Tenside bleiben, wenn auch unsichtbar, auf der Glasfläche und lösen Vergütungen auf. Einige neuere Objektivtypen und Spiegel sind mit einer Multicoating-Vergütung oder MgF₂ belegt. Alkalische, säurehaltige oder organische Substanzen sollten nicht mit derartigen Vergütungen in Berührung kommen, da sie sich sonst auflösen können oder Flecke bilden, die mit der Reinigung nicht zu entfernen sind.

Sollte auf der Optik einmal durch unsachgemäße Handhabung ein Fingerabdruck gekommen sein, so ist dieser mit einem leicht getränkten Wattebausch, ausschließlich mit reinem Alkohol senkrecht zu betupfen. Nach der Trocknung werden Fäden der Watte mit dem Staubpinsel entfernt. Infrage käme eine Reinigung der gesamten Optik, da nicht saubergewischt werden kann. Die Staubkörner auf der unbehandelten Glasfläche könnten sonst die Oberfläche zerkratzen.

Sofern sich auf einem Spiegel Kratzer durch frühere, unsachgemäße Reinigung befinden, können sie unter Umständen durch ein Abwaschen der Quarzschutzschicht und des Aluminiumbelages mit entfernt werden. Diese Arbeiten müssen jedoch einem optischen Fachbetrieb vorbehalten bleiben. Hauchfeine Kratzer sind meist nur in den erwähnten Schichten eines Spiegels vorhanden. Bei tieferen Kratzern ist die Optik nur noch bedingt einsetzbar oder gar unbrauchbar.

Ein Spiegelbelag auf Aluminiumbasis kann je nach Fernrohrtyp, Gebrauchsduar und Luftreinheit 10 bis 20 Jahre halten, dann wird er matt oder fleckig. In diesem Falle ist ein Neubelag vonnötig, um wieder kontrastreiche Abbildungen zu erhalten.

Refraktorobjektive altern nur, wenn sie mit einer Vergütung versehen oder verkettet sind. Bei älteren kommt es vor, daß die Vergütung von den aggressiven Stoffen der Luft und Feuchtigkeit re-

gelreicht angefressen ist. Der dünne Belag beginnt dann blasenartig mit der Auflösung. Sobald vom Okularende aus dunklere Flecken zu sehen sind, käme hier eine neue Vergütung in einer Fachwerkstatt oder beim Hersteller in Betracht.

* Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Redaktion und des Autors aus der Zeitschrift „Space“ (Berlin/West) 1/1988 S. 23 – 24.



Sonnenfleckenrelativzahlen

März/April 1989

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

d	März		April	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	127	140	104	128
2	107	120	122	138
3	103	127	140	158
4	98	111	126	[145]
5	90	118	94	118
6	103	141	139	180
7	98	139	170	207
8	109	142	185	225
9	133	178	153	183
10	163	194	122	167
11	155	195	106	123
12	140	197	96	123
13	154	204	92	120
14	181	241	98	137
15	165	246	120	151
16	187	273	130	182
17	177	210	144	175
18	164	203	137	168
19	148	201	151	222
20	158	223	155	215
21	155	211	161	211
22	155	199	167	217
23	145	186	128	172
24	150	197	135	180
25	131	166	132	174
26	117	156	116	134
27	102	143	126	152
28	89	128	109	135
29	95	123	107	131
30	70	106	114	143
Mittel	131,0	172,1	129,3	163,8

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Kurzberichte

IAU Colloquium 116: Comets in the Post-Halley Era

Vom Kometen 1986 III redet man derzeit nur noch selten. Doch galt dieses Objekt – viel bekannter unter P/Halley – das umfangreichste astronomische Beobachtungsprogramm aller Zeiten für einen Himmelskörper. Das Archiv der IHW wird am Ende ein Datensatz von 10 – 20 Gigabyte sein. So ist es nicht überraschend, daß alle Beobachtungen um den Halleyschen Kometen unser Bild von einem aktiven, kurzeriodischen Kometen entscheidend präzisiert, modifiziert und komplettiert haben. Das IAU Colloquium 116 „Comets in the Post-Halley Era“ war der Darstellung dieses „neuen“ Kometenbildes gewidmet.

Zu dieser Veranstaltung, die vom 24. bis 28. 4. 1989 in Bamberg stattfand, waren die führenden Fachleute gekommen, aber auch Amateure eingeladen. Die Mitglieder der Arbeitskreise Kometen und Meteorite des KB der DDR hatten durch ihre Beobachtungen ebenfalls einen kleinen Beitrag zur Erfassung aller möglichen Halle-Phänomene geliefert. Durch eine Einladung und großzügige Unterstützung seitens der Dr.-Remeis-Sternwarte Bamberg konnten auch die Leiter der beiden genannten Arbeitskreise am IAU Colloquium teilnehmen.

Das Vertragsprogramm begann mit dem Kometen als Ganzes (Astrometrie und Orbit, Fotometrie von IR bis UV, Radar- und visuelle Beobachtungen), behandelte dann den Ursprung dieser Objekte und die Endprodukte. Schon seit einigen Jahren in der Diskussion ist z. B. die Frage, ob Kometen „erlöschen“ und dann als Asteroiden beobachtet werden. Alterungsvorgänge sind offenbar in verschiedener Form zu verfolgen. Karen Meech präsentierte in diesem Teil auch ihre „entgegengesetzte“ Entdeckung einer Koma um den außergewöhnlichen Asteroiden Chiron, vom 10. und 11. 4. 1989, den man nun wohl als Kometen einzuordnen hat. Hitzige Diskussionen entbrannten z. B. auch bei der Frage nach der Rotation von Komet Halley. Allein 13 Beiträge (11 Poster und 2 Vorträge) beschäftigten sich mit diesem Problem: 1.7, 1.9, 2.2, oder 3.5 Tage wurden vorgeschlagen.

Den Meteorströmen als weiteres Produkt der Kometen war ebenfalls ein Abschnitt gewidmet. Dann ging es endlich um den Kometenkern selbst, seine Zusammensetzung, Oberflächengestalt und Struktur. Die Methoden, darüber Informationen zu erhalten, reichen von Untersuchungen der Isotopenverhältnisse, der chemischen Bestandteile bis hin zu Laborexperimenten der Prozesse die sich in und auf Kometen abspielen können.

Elementhäufigkeiten und Isotopenverhältnisse lassen eindeutig den Schluß zu, daß Kometen ihren Ursprung in unserem Sonnensystem haben. Ob es bei anderen Sternen „Oortische Wolken“ von Kometen gibt, ist ungewiß. Aufgrund der IRAS-Beobachtungen gibt es über 20 mögliche Kandidaten für solche Sterne.

Das Bild vom „schmutzigen Schneeball“ muß man aufgrund der dunklen, von Staub und festen Brocken übersäten Oberfläche zumindest für entwickelte Kometen wie Halley verändern: H. U. Keller verglich den Kern mit einer im Feuer gerösteten Kartoffel. Gas, Plasma und Staub bilden die Koma, für die verschiedene Modelle präsentiert wurden. Große Probleme bereitet vor allem

die Frage, welche Reaktionen der Elemente und Verbindungen in der Koma ablaufen. Auch hier sollen Laborexperimente zur Klärung beitragen.

Alle Kometen enthalten bekanntermaßen auch organische Bestandteile, und zwar nicht nur an der Oberfläche sondern im gesamten Kern. Sie kommen daher als Transporteure von organischem Material und Gasen in das innere Sonnensystem in Frage. Frische Kometen aus dem Kuiper-Gürtel oder der Oortschen Wolke enthalten mehr als die 1000-fache Menge von Gas wie die bekannten „heissen“ Kometen der Uranus-Neptun-Zone.

Von großem Interesse für alle Teilnehmer waren die Poster-Veranstaltungen. Da ständig noch Poster nachgereicht wurden, durften es insgesamt fast 200 gewesen sein. Dem Programm zufolge fanden die Poster-Vorstellungen in der Pause statt – den Begriff „Pause“ durfte man getrost streichen. Auch Ergebnisse unserer Arbeitskreise wurden als Poster gezeigt: „Entwicklung der visuellen Helligkeit von Komet Bradfield 1987“ von AK Kometen. „Räumliche Teilchendichten in den Eta Aquariden und Orioniden“ vom AK Meteor, sowie „Modelle des Kometenkerns“ von Dr. Reichstein. Diese Beiträge waren nicht die einzigen von Amateuren und sie fanden alle gleichermaßen breites Interesse. In den Gesprächen gab es auch Anregungen für weitere Beobachtungen und Auswertungen, sind doch auf dem Gebiet Kometen und Meteor systematisch tätige Amateure in mehrerer Hinsicht Partner der Professionals.

Die über 100 Jahre alte Stadt und ihre Sternwarte – das europäische Zentrum der IHW – waren bereits eine Reise wert. Gut, daß direkt eine Stadtbesichtigung im Programm vorgesehen war. Viel Zeit für zusätzliche Spaziergänge durch die verweilten Gassen blieb nicht. Unvollständig wäre der Bericht auch, ohne die Exkursion nach Rothenburg ob der Tauber zu erwähnen. Das war sowohl ein Ausflug ins Mittelalter als auch eine Möglichkeit für Gespräche der Tagungsteilnehmer.

KARSTEN KIRSCH, JÜRGEN RENDTEL



AG Deutschsprachiger Planetarien im Zeiss-Großplanetarium Berlin

Sonne, Mond und Sterne am helllichten Tag gemeinsam zu beobachten, ist bekanntlich nur in einem Planetarium möglich. Niemand zweifelt heute mehr am bildungspolitischen und kulturellen Wert der Planetarien. Dennoch – die Planetariumsgeschichte kennt auch Krisen: Besucherstagnation bzw. -rückgang, Schließungen und Umrüstungen. Ursache war zumeist ein gleichbleibender, belehrender Vortragstil, der im Zeitalter der Kino- und Fernsehproduktionen nicht zum mehrmaligen Besuch anregte. Da die Planetarien ihre Programme seit eh und je alle selbst gestalten (der Austausch von Vorführungen ist noch immer die Ausnahme), liegt die Gefahr des „Schmores im eigenen Saft“ sehr nahe. Man muß nicht alles selbst erfinden, Erfahrungen anderer kann man nutzbar machen. Erfahrungsaustausch und der Wunsch, Tendenzen im Betrieb von Planetarien rasch zu erkennen und auszunutzen, führte 1977 zur Gründung der Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Planetarien (ADP), anlässlich der Eröffnung des Planetariums Stuttgart. Sie ist eine lockere Verbindung der Planetarien des mitteleuropäischen Raumes, die deutschsprachige Vorführungen anbieten und tagt einmal im Jahr in wechselnden Einrichtungen (siehe Übersicht).

Übersicht ADP-Tagungen

22. 4. 1977	Stuttgart/BRD (Gründungsversammlung)
8. 5. 1978	Berlin-West
30. 4./1. 5. 1979	Luzern/Schweiz
21./22. 4. 1980	Hamburg/BRD
3./4. 5. 1981	Nürnberg/BRD
26./27. 4. 1982	Freiburg/BRD
18./19. 4. 1983	Klagenfurt/Österreich
7./8. 5. 1984	Strasbourg/Frankreich (anlässlich des 1. Treffens Europäischer Planetarien)
21./22. 4. 1985	Münster/BRD
14./15. 4. 1986	Wolfsburg/BRD
4. 5. 1987	Mannheim/BRD
6./8. 5. 1988	Paris/Frankreich (anlässlich des 2. Treffens Europäischer Planetarien)
9./10. 4. 1989	Berlin/DDR

1989, zur 13. Tagung, trafen sich die Direktoren und Mitarbeiter erstmals in einem Planetarium der DDR. Gastgeber war das neu erbaute Zeiss-Großplanetarium Berlin, das 1987, im Jahr des 750sten Stadtjubiläums, durch den Generalsekretär des ZK der SED und Staatsratsvorsitzenden der DDR, Erich Honecker, eingeweiht wurde. Die Schirmherrschaft über diese Tagung hatte der Generaldirektor des Kombinates VEB Carl Zeiss JENA, Prof. Dr. Wolfgang Biermann, übernommen.

Der Gastgeber, Prof. Dr. D. B. Herrmann, Direktor des Zeiss-Großplanetariums und der Archenhold-Sternwarte Berlin, hat traditionsgemäß nicht nur die Planetariumskollegen geladen, auch Firmenvertreter beteiligten sich intensiv am Tagungsgeschehen. Noch vor der eigentlichen Eröffnung am späteren Nachmittag des 9. April setzte Dr. Meier, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungszentrum des Zeiss-Kombinates, mit der Vorstellung und Demonstration der neuesten Entwicklungen einen ersten Paukenschlag. Sein Vortrag „Aktuelle Informationen zum ZEISS-UNIVERSARIUM“ machte nicht nur mit der erfolgreichen Übergabe des ersten neuartigen Planetariumstyps an den Kunden in Helsinki-Vantaa bekannt. Die Demonstration des neuen Fixsternprojektors auf der Basis von Lichteilefasern rief Erstaunen und Beifall hervor. Das neue Verfahren ermöglicht, die Lampenleistung von bisher 1500 Watt auf 100 Watt zu reduzieren und dabei noch die Helligkeit und Brillanz der Sterne um das mehrfache zu steigern. Diese bisher ungekannte Helligkeit der Sterne läßt sich auf mehrfache Art und Weise nutzen: Man kann den Kuppeldurchmesser extrem vergrößern (ein Test in der 110-m-Kuppel der Stockholmer Globe-Arena verlief erfolgreich), den Durchmesser der projizierten Sternscheiben noch verkleinern (der Himmel gewinnt „naturlichkeit und „Tiefe“) und man kann die Projektionsfläche, die Kuppel, grau färben ohne Helligkeitseinbuße des Sternhimmels. Gerade letzteres ist nach meiner Auffassung der entscheidende Vorteil. Keine Vorführung kommt heute ohne Dia-, Panorama- und Effektprojektionen aus. Das an einer weißen Kuppel unvermeidliche sekundäre Licht der Bildprojektionen läßt die Sterne verblasen. Eine graue Kuppel vermindert das Streulicht stark – die Sterne strahlen trotz heller Bilder. Das neue ZEISS-UNIVERSARIUM ist auch für geneigte Kuppelauditorien geeignet. Die Projektoren für die Wandelgestirne sind getriebemäßig entkoppelt; die Ansteuerung erfolgt softwareseitig. Somit löst sich das ZEISS-UNIVERSARIUM auch vom festen geozentrischen Standpunkt – das gesamte Sonnensystem wird zur Spielstätte des Planetariums.

Der zweite Firmenbeitrag lenkte die Aufmerksamkeit auf die Anwendung von Lasereffekten in der Planetariumskuppel, zunächst

in Form der planetariumseigenen Lasershows „Visionen“. Mehrere Laser (VEB Carl Zeiss JENA und Fa. TARM) mit entsprechenden Effekten schufen ein brillantes Spiel an Farben und Figuren. Musik (die Kompositionen stammen vom Electronic-Duo SERVI, Berlin), Licht- und Lasereffekte haben nur einen Sinn: sie wollen unterhalten. Um wohl keinen Zweifel daran zu lassen, blieb denn auch das ZEISS-COSMORAMA gleich unter Fußboden im Hubschacht. TARM präsentierte anschließend Lasereffekte, die hauptsächlich über Scanner erzeugt wurden, sogenannte Animationen. Die Auffassungen über den Sinn von Lasereffekten im Planetarium sind nach wie vor geteilt. Dennoch nimmt das Interesse an einer abgewogenen Nutzung für Showeffekte zu.

Am Abend begrüßte Prof. Dr. Herrmann offiziell die zur Tagung erschienenen Vertreter von insgesamt 26 Planetarien und Firmen aus Belgien, Berlin-West, der BRD, CSSR, DDR und Österreich auf dem Eröffnungsempfang im Urania-Forum „Wilhelm Foerster“.

Die Besichtigung des Berliner Großplanetariums mit seinen Einrichtungen, seiner Technik und dem Eröffnungsprogramm „Phantastisches Weltall“ sowie zwölf Vorträge bestimmten am 10. April das Tagungsgeschehen.

Dr. Celnik stellte das Modernisierungskonzept für die Wilhelm-Foerster-Sternwarte mit Zeiss-Planetarium in Berlin-West vor. So werden auch in West-Berlin in Zukunft automatische Programmproduktionen ihren festen Platz einnehmen. Geplant ist ebenfalls die Einrichtung eines aktiven Bildverarbeitungssystems zur Erstellung von Bild-, Grafik- und Videovorlagen für die Show-Gestaltungen.

Kollege Henkel stellte die Suhler „Ziolkowski-Sternwarte“ mit Kleinplanetarium ZKP 2 vor und gab einen Einblick in die Tätigkeit dieser über die Bezirksgrenzen hinaus wirkenden Einrichtung der Volksbildung.

Herr Gyssenberg aus Genk (Belgien) berichtete über die Aktivitäten zum Aufbau eines neuen Planetariums, das unweit der Grenzen zur BRD gelegen, auch deutschsprachige Vorführungen zeigen wird.

Aufschluß über die umfangreiche Arbeit für die Schulbildung in Astronomie gab Kollege Golka am Beispiel des Cottbuser Raumflugplanetariums. Im Vergleich zur DDR ist der planmäßige Unterricht in Astronomie in den anderen Ländern bei weitem keine Selbstverständlichkeit.

Über ihre Programm- und Betriebs erfahrungen sprachen die Leiter der Planetarien in Hamburg, Dr. Übelacker, und Osnabrück, Dr. Hänel. Das Osnabrücker Planetarium, ausgerüstet mit einem Jenaer ZKP 2, ist Bestandteil des erst kürzlich eingeweihten Museums „Natur und Umwelt“, das sich offensichtlich zunehmender Beliebtheit erfreut.

Die Geschichte und Tätigkeit der Westfälischen Volkssternwarte mit Planetarium Recklinghausen stellte dessen langjährigen Leiter J. Herrmann vor.

Der Beitrag von Prof. Feitzinger über die Erfahrungen mit Automatikprogrammen im Bochumer Planetarium erregte die Gemüter (und die Diskussion), weil er in bewußt herausfordernder Form das Problem aufgriff, daß für den Planetariumsbetrieb nicht allein die Absicht zählt, die Erkenntnisse der modernen Astronomie zu vermitteln, sondern die Besucher auch als (Show-)Konsumenten umworben werden müssen. Er wies nach, daß die mit vielen Effekten gespickten automatischen Astro-Shows eine Steigerung der Besucherzahlen des Bochumer Planetariums einbrachten. Dieser Vortrag zeigte, daß die Diskussion um das Maß und die Funktion des Unterhaltsselementen in einer Vorführung noch nicht beendet ist. Innerhalb der ADP stehen sich recht unterschiedliche, teils gegensätzliche Auffassungen gegenüber.

Wie in Schkeuditz, in einem Kleinplanetarium, erfolgreich Pro-

gramme für das allgemein interessierte Publikum entstehen, berichtete Kollege Wolf.

Die Einbindung der Geowissenschaften in die Publikumsarbeit stellte Prof. Mucke, Wien vor. Er zeigte, wie mit einfachen Experimenten dauerhafte Erkenntnisse über die Erde, ihre Form, ihre Bewegungen, über Finsternisse und deren Entstehung usw. erzielt werden können – eine Ausstellung mit interaktiven Exponaten, die mit einer Fernsehproduktion über den Planeten Erde in Verbindung stand.

Die beiden abschließenden Vorträge von Herrn Wörbach, Planetarium Freiburg, und dem Unterzeichnenden berührten wieder gesetzliche Fragen des Herangehens an die Gestaltung von Planetariumsprogrammen („Das Planetarium als Forum für Umweltthemen“ und „Die Ausstrahlungskraft moderner Planetarien“). Der letzte Beitrag untersuchte insbesondere den gesellschaftlichen Anspruch, dem sich die Planetarien unter den gegenwärtigen Bedingungen und Erkenntnissen stellen müssen.

Da die ADP-Tagung 1990 lagen zwei Einladungen vor, nach Kufstein/Osterreich und in das Museum „Natur und Umwelt“ in Osnabrück/BRD. Nach Abstimmung fiel die Wahl auf Osnabrück.

Die Tagung bot viele Gelegenheiten zu individuellen Gesprächen und zum besseren Kennenlernen. Gerade dies ist wichtig für das gemeinsame Anliegen aller Planetarien, den Menschen bewußt zu machen, daß nur ein friedliches Zusammenleben auf dem begrenzten Planeten Erde unsere Zukunft sichert. Das wurde schließlich auch noch einmal auf dem Abschluß-Empfang des Kombinates VEB Carl Zeiss JENA betont, auf dem alle Beteiligten ihre Zufriedenheit über Verlauf und Inhalt der diesjährigen ADP-Tagung zum Ausdruck brachten. An dieser Stelle auch ein herzliches Danke an Gastgeber und Schirmherr.

Wer sich speziell für die aktuellen Programme des Berliner Planetariums interessierte, hatte Gelegenheit, diese am Folgetag zu besuchen, gleichfalls konnte er der Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow einen Besuch abstimmen.

VOLKMAR SCHORCHT

Ergänzend zu dem Bericht von V. Schorcht erhielt die Redaktion auch eine Information über die Tagung von Herrn E. MÄDLOW. Daraus sollen die folgenden Gedanken als willkommene Ergänzung mitgeteilt werden:

Das Spektrum der vertretenen Einrichtungen war breit gefächert, von „Ein-Mann“-Kleinplanetarium bis zum Großobjekt mit 30 und mehr Mitarbeitern. Wohl jedes Planetarium ist mit einer Sternwarte verbunden, im Idealfall im gleichen Gebäude oder auf dem gleichen Gelände. Aber auch andere zusätzliche Aktivitäten und Verflechtungen gibt es. So unterhält beispielsweise das mit dem Ehrennamen des russischen Raketenpioniers ausgezeichnete Ziolkowski-Planetarium in Suhl ein liebevoll ausgestattetes Raumfahrt-Museum. Das Planetarium in Osnabrück ist Teil eines naturwissenschaftlichen Museums-Komplexes, dem auch der städtische Zoologische Garten angegliedert ist. Das Wiener Planetarium unterhält einen „Geophysikalischen Salon“, der reich mit Anschauungsmitteln und Experimentiergeräten ausgestattet ist. Das Planetarium im belgischen Genk ist mit einem „Geologischen Garten“ verbunden – Hinweis auf seine Lage im Bergwerks-Distrikt. Viele Planetarien veranstalten auch temporäre Ausstellungen zu aktuellen Themen, etwa 1987 zur Geschichte der Astronomie im 750-jährigen Berlin oder 1988 zur Jahrhundert-Opposition des Planeten Mars. Das Hamburger

Planetarium bietet im regulären Programm auch Veranstaltungen in englischer und französischer Sprache an, letztere im besonderen Hinblick auf die zahlreichen Städtepartnerschaften Hamburgs und seiner Umgebung. Interessanterweise widmen nahezu alle Planetarien sowohl der DDR als auch der Bundesrepublik rund 50 % ihrer Kapazität dem Schuldienst; in der DDR im Rahmen des regulären Schulunterrichtes im Lehrfach Astronomie, in der Bundesrepublik durch die

Betreitung von Schulklassen auf „freiwilliger“ Basis, die jedoch in der Regel mit den Schulbehörden abgesprochen ist. Bemerkenswert ist mancherorts auch die Einrichtung von Sonderveranstaltungen für Kindergarten- und Vorschulklassen oder auch von offenen Kinderveranstaltungen. Es ist selbstverständlich, daß es hierzu eines guten Einfühlungsvermögens und besonderer didaktischer Fähigkeiten sowohl bei der Planung als auch bei der Durchführung solcher Veranstaltungen bedarf.

Astronomischer Büchertisch

Aus dem Angebot von DDR-Verlagen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1989

NEUERSCHEINUNGEN

Abbe, Ernst: Briefe an Adolf Ferdinand Weinhold (1875–1897) / hrsg. von R. Feige u. D. Szöllösi. – Leipzig: Teubner-Verl. – 160 S.: 30 Abb. – (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften; 276): Bestell-Nr. 6695821 24. – M

Ahnerts Kalender für Sternfreunde 1990: kleines astronom. Jahrbuch / Red.: R. Luthard. – Leipzig: Barth-Verl. – 190 S.: Abb., z. T. farb., Tab.: Bestell-Nr. 7938645 5.70 M

Balzer, Konrad: Wettervorhersage: Fortschritte u. Grenzen. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 144 S.: 50 Abb.: Bestell-Nr. 6543027 7.80 M

Braginski, W. B.: Der Schwerkraft auf der Spur / W. B. Braginski u. A. G. Polnarjow. Übers. aus d. Russ.: J. u. E. Mücket. – Leipzig: Teubner-Verl. – 176 S.: 48 Abb. – (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek; 65): Bestell-Nr. 6665227 8.50 M

Buchheim, Gisela: Lebensbilder von Ingenieurwissenschaftlern / Gisela Buchheim; Rolf Sonnemann unter Mitarb. e. Autorenkoll. – Leipzig: Fachbuchverl. – 240 S.: 63 Abb., 2 Tab.: Bestell-Nr. 5475296 19.50 M

Ebeling, Werner: Physik der Evolutionsprozesse / Werner Ebeling; Andreas Engel; Rainer Feistel. – Berlin: Akad.-Verl. – 450 S.: 180 Abb., 18 Tab.: Bestell-Nr. 7639338 52. – M

Geographisch-kartographischer Kalender 1990: Erl. in Dt., Engl., Französ. u. Russ. – Gotha: Haack. – Spiralheftung: Bestell-Nr. 5990036 8.60 M

Götz, W.: Die offenen Sternhaufen unserer Galaxis. – Leipzig: Barth-Verl. – 300 S.: 143 Abb., 82 Tab. – (Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie): Bestell-Nr. 7938266 44. – M

Hahn, István: Sonnentage – Mondjahre: über Kalendersysteme u. Zeitrechnung. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. (Akzent): Bestell-Nr. 6543190 4.50 M

Lukrez: Vom Wesen des Weltalls: mit e. Verz. antiker Namen u. Begriffe aus dem Latein. u. mit e. Einl. von D. Ebener. Mit d. Vorw. „Das philosoph. Erbe d. Lukrez“ von F. Jürb. – Leipzig: Reclam. – (Reclams Universalbibliothek; 1292): Bestell-Nr. 6614518 2.50 M

Magazin Luft- und Raumfahrt: 1. Bd. – Berlin: Transpress. – 112 S.: 120 Abb., 20 Tab.: Bestell-Nr. 5674033 14. – M

Middle atmosphere of Venus/Autorenkoll. – Berlin: Akad.-Verl. – 240 S.: 163 Abb., 19 Tab. – (Veröffentlichungen des Forschungsbereiches Geo- und Kosmoswissenschaften der Akademie der Wissenschaften der DDR): Bestell-Nr. 7638896 30. – M

Nördlicher und südlicher Sternhimmel (2000.0). – Gotha: Haack. – Beih. 64 S.: Bestell-Nr. 5982511 14.80 M

Ranft, Johannes: Bausteine des Universums: Quarks u. Leptonen. – Berlin: Dt. Verl. d. Wiss. – 168 S.: 160 Abb.: Bestell-Nr. 5718366 32. – M

Religion und Kult in ur- und frühgeschichtlicher Zeit: 13. Tagung d. Fachgruppe Ur- und Frühgeschichte vom 4. bis 6. Nov. 1985 in Halle/im Auftrag ... hrsg. von Friedrich Schlette u. Dieter Kaufmann. – Berlin: Akad.-Verl. – 350 S.: 90 Abb.: Bestell-Nr. 7548014 25. – M

Röpke, G.: Thermodynamics of hot nuclear matter / G. Röpke; H. Schulz. – Leipzig: Teubner-Verl. – 240 S. – (Teubner-Texte zur Physik): Bestell-Nr. 6663379 30. – M

Schielicke, Reinhard: Astronomie in Jena. – Jena: Jena-Information. – 96 S.: 80 Abb. 9.50 M

Schmitt, G.: Zwanzig 20 Kapitel frühe Luftfahrt / G. Schmitt; W. Schwipps. – Berlin: Transpress. – 208 S.: 260 Abb., 24 Taf., farb.: Bestell-Nr. 5674025 39.80 M

Simonyi, K.: Kulturgeschichte der Physik. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 568 S.: 32 Farbtaf., 700 Faks.: Bestell-Nr. 6542614 64. – M

Smirnov, A. Georgi: Rätsel um Naturereignisse: Wesen u. Ursachen ungewöhnl. Naturerscheinungen / A. Georgi Smirnov; Anna F. Torbakowa. Aus d. Russ. – Leipzig: Fachbuchverl. – 192 S.: 35 Abb.: Bestell-Nr. 5472714 8. – M

Weiszäcker, Carl Friedrich von: Die Therapie der Wissenschaft: Bd. 1 u. 2/Bd. 2 aus d. Engl. übers. von H. Dietrich. – Leipzig: Hirzel-Verl. – 400 S.: Bestell-Nr. 7969126 30. – M

Weltraum – Kooperation statt Konfrontation/Autorenkoll. unter d. Leitung von Wolfgang Kubiczek. – Berlin: Staatsverl. – 224 S.: Bestell-Nr. 7725105 15.80 M

Wissenschaft und Menschheit: d. Lexikon d. modernen Wiss.; Bd. 24. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 400 S.: 200 Abb., z. T. farb., 150 Ill.: Bestell-Nr. 6543094 18. – M

Wittig, J.: Ernst Abbe. – Leipzig: Teubner-Verl. – 144 S.: 38 Abb. – (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner; 94): Bestell-Nr. 6665198 6.80 M

NACHAUFLAGEN

- Bl-Lexikon Uhren und Zeitmessung/hrsg. von R. Koch. – 2., durchges. Aufl. – Leipzig: Bibliograph. Inst. – 303 S.: 203 Abb., 15 Tab., 40 Taf.: Bestell-Nr. 5779919 24.80 M
- Butkewitsch, A. W.: Ewige Kalender/A. W. Butkewitsch u. M. S. Selikson. Übers. aus d. Russ.: J. Voigt. – 6. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 112 S.: 22 Abb. – (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek; 23): Bestell-Nr. 6656961 5.90 M
- Drehbare Schülersternkarte/Bearb.: Arnold Zenkert. – Pöhlneck: Verlag für Lehrmittel: Bestell-Nr. 3346028 4.30 M
- Drößler, Rudolf: Kulturen aus der Vogelschau: Archäologie im Luftbild. – 2. Aufl. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 296 S.: 187 Abb., z. T. farb.: Bestell-Nr. 6541099 28. – M
- Herrmann, Dieter B.: Entdecker des Himmels. – 4., überarb. Aufl. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 256 S.: 90 Abb., z. T. farb., 62 Ill., farb.: Bestell-Nr. 6535385 16.80 M
- Herrmann, Dieter B.: Kosmische Weiten: Geschichte d. Entfernungsmessung im Weltall. – 3., überarb. u. erw. Aufl. – Leipzig: Barth-Verl. – 120 S.: 38 Abb., 14 Tab. – (Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie): Bestell-Nr. 7938282 10. – M
- Herrmann, Dieter B.: Vom Schattenstab zum Riesenpiegel. – 4. Aufl. – Berlin: Verl. Neues Leben. – 224 S.: Abb.: Bestell-Nr. 6426656 16.80 M
- Hoffmann, Horst: Cosmic secret. – 2. Aufl. – Berlin: Verl. Neues Leben. – 256 S.: Abb. – (NL konkret; 82): Bestell-Nr. 6438710 5.10 M
- Jürß, Fritz: Aristoteles/F. Jürß u. D. Ehlers. – 3., bearb. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 104 S.: 12 Abb. – (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner; 60): Bestell-Nr. 6660573 6.80 M
- Landau, L. D.: Was ist die Relativitätstheorie?/L. D. Landau u. J. D. Rumer. Übers. aus d. Russ.: G. Laßner. – 13. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 58 S.: 17 Abb. – (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek; 1): Bestell-Nr. 6660434 3.60 M
- Lanus, Karl: Mikrokosmos, Makrokosmos: d. Weltbild d. Physik. – 2. Aufl. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 284 S.: 80 Abb., z. T. farb.: Bestell-Nr. 6542008 36. – M
- Lindner, Klaus: Jugendlexikon Astronomie. – 3., durchges. Aufl. – Leipzig: Bibliograph. Inst. – 192 S.: 143 Abb., 47 Tab.: Bestell-Nr. 5778537 6.50 M
- Lindner, Klaus: Der Sternhimmel. – 4., überarb. Aufl. – Leipzig u. a.: Urania-Verl. – 128 S. – (Akzent; 4): Bestell-Nr. 6533291 4.50 M
- Nowikow, Igor Dmitrijewitsch: Schwarze Löcher im All/Übers. aus d. Russ.: S. Götzlöber. – 4. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 96 S.: 11 Abb. – (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek; 19): Bestell-Nr. 6660354 6.90 M
- Schmutzler, Ernst: Galileo Galilei/E. Schmutzler u. W. Schütz. – 6. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 136 S.: 8 Abb. – (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner; 19): Bestell-Nr. 6657446 6.90 M
- Schmutzler, Ernst: Relativitätstheorie – aktuell. – 4., bearb. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 180 S.: 300 Abb. – (Mathematisch-naturwissenschaftliche Bibliothek; 68): Bestell-Nr. 6665307 16. – M
- Sonnenuhren: Bastelb./Text: Arnold Zenkert. Gestaltung: Ursula Abramowski-Lautenschläger. – Pöhlneck: Verl. für Lebensmittel. – 16 S. 2. – M
- Spiering, Ch.: Auf der Suche nach der Urkraft. – 2., bearb. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 132 S.: 32 Abb. – (Kleine naturwissenschaftliche Bibliothek; 61): Bestell-Nr. 6663205 7.60 M
- Strube, Wilhelm: Kepler und der General: histor. Roman. – 3. Aufl. – Berlin: Verlag Neues Leben. – 280 S.: Bestell-Nr. 6438518 9.20 M
- Wüermann, Michael: Otto Lilienthal. – 2., bearb. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 96 S.: 16 Abb. – (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner; 81): Bestell-Nr. 6662683 4.80 M
- Wübing, Hans: Carl Friedrich Gauß. – 5. Aufl. – Leipzig: Teubner-Verl. – 92 S.: 9 Abb. – (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner; 15): Bestell-Nr. 6657008 4.70 M

M. KRISP

Angaben nach dem Börsenblatt, Umfang u. Preis können differieren

Rezensionen

Der Schwerkraft auf der Spur

Bereits mehr als 70 Jahre sind vergangen, seit Einstein seine Gravitationstheorie vollendet hat und „noch immer“, und das mit zunehmender Intensität, prüfen international Forschergruppen die Grundlagen und Voraussetzungen dieser eleganten Theorie.

Schon als klassisch werden die von Einstein angegebenen Effekte der Periheldrehung der Bahn des Merkur, der Lichtablehnung im Schwerkfeld der Sonne und der Gravitationsrotverschiebung angesehen. Ersterer war vor 70 Jahren weniger eine Voraussage als die Erklärung einer seit Jahrzehnten bekannten und ungelösten Erscheinung im Bewegungsverhalten des besagten Planeten. Die Lichtablehnung im Schwerkfeld der Sonne prüften bereits Eddington und Mitarbeiter im Jahre 1919. Eine Messung der Gravitationsrotverschiebung im Schwerkfeld der Erde gelang erst Pound und Rebka in den 60er Jahren.

Bei heute offen ist der experimentelle Nachweis der von der Theorie vorausgesagten Existenz von Gravitationswellen. Ebenso wichtig, und keinesfalls befriedigend geklärt, ist die Beantwortung der Frage, bis zu welcher Größenordnung das der Allgemeinen Relativitätstheorie zugrunde liegende Äquivalenzprinzip erfüllt ist. Hierunter fällt z. B. das Problem der Äquivalenz von träger und schwerer Masse, das insbesondere in den letzten 3 Jahren Gegenstand umfangreicher theoretischer und experimenteller Untersuchungen war.

Die Gruppe um Braginskij, der sich hier zusammen mit Polnajrow an einen weiten Leserkreis wendet, gehört seit Jahren zu den international führenden Gruppen, die sich mit diesen Problemen (erfolgreich) beschäftigen.

Das vorliegende Buch bietet einen Überblick über die verschiedensten Experimente, die zur Prüfung der Allgemeinen Relativitätstheorie unternommen wurden oder geplant sind. Den Schwerpunkt legen die Autoren auf die Darlegung des Aufbaus und der Wirkungsweise von Gravitationswellenantennen. Entsprechend breiten Raum nimmt auch die Diskussion der Thematik ein, welche kosmischen Objekte als Quellen von Gravitationswellen in Frage kommen. Dem voran gehen Erläuterungen zu den physikalischen Grundlagen der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie. Die Darstellung ist allgemeinverständlich, verzichtet aber nicht auf grundlegende physikalische Gleichungen.

Die Sprache (und damit auch die deutsche Übersetzung) läßt nichts zu wünschen übrig, der Text ist flüssig geschrieben.

Auf Seite 11 schreiben die Autoren: „Der Hauptteil des vorliegenden Buches ist den modernen Gravitationsexperimenten gewidmet, und die Autoren hoffen, daß sie dem Leser ein Gefühl für die Schönheit und Eleganz vieler dieser Versuche vermitteln können.“ Das ist ihnen mit Sicherheit gelungen.

S. KLOSE

Braginski, W. B. und Polnajrow, A. G.: Der Schwerkraft auf der Spur. Übers. aus dem Russ. Kleine Naturwissenschaftl. Bibli. Bd. 65. Verlag MIR Moskau und BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft. Leipzig 1989. 176 Seiten, 48 Abb. 12 × 19 cm, Best.-Nr. 666 522 7, Preis 9.60 M. ISBN 3-322-00514-3.

*

Himmelsspaziergang

Eine wunderbare Idee, die die Kosmos-Franckh'sche Verlagsbuchhandlung von Irene Naumczyk aufgegriffen hat: HÖREN, wo die Sterne stehen. Mit der Tonkassette im Walkman oder im tragbaren Kassettenrecorder kann jeder hören und gleichzeitig mit eigenen Augen sehen, wo die Sterne am nächtlichen Himmel zu finden sind.

In der Faltschachtel sind die schon im AuR-Heft 4/1987 besprochene drehbare Kosmos-Mini-Sternkarte und ein Textheft mit den Planetenörtern (in Rektaszension bis einschließlich 1990) beigeben, so daß mit diesen grundlegenden Orientierungshilfen praktisch jedem „Einsteiger“ oder jedem Naturinteressierten ganz einfach Mut zu häufigerer Beobachtung des gestirnten Himmels gemacht wird.

Die Textgrundlage für das besprochene Band schuf Joachim Herrmann, die zur Sternkarte stammt von Hanns-Joachim Heermann. Irene Naumczyk bearbeitete und stellte alles zusammen, während die Musik von der Gruppe „sagittarius“ komponiert und arrangiert worden ist.

HEINZ ALBERT

Irene Naumczyk: Himmelsspaziergang. Mit Tonkassette (2 × 42 Min. Spieldauer) und Textheft (16 S.). Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, W. Keller & Co., Stuttgart 1988, Preis: 36,00 DM, ISBN 3-440-05869-7.

Fortsetzung von Seite 112

Für die neue Sternwarte in Medzev wiederum wäre es sehr wichtig, gute Erfahrungen auf dem Gebiet der Tätigkeit einer Volks- oder Schulsternwarte zu sammeln, um verschiedene Anfangsschwierigkeiten schneller überwinden zu können. In diesem Zusammenhang sei noch betont, daß die Sternwarte in Medzev, außerhalb der Partnerschaft, an Beziehungen zu weiteren Sternwarten der DDR zwecks Studienaustausches interessiert ist. Für Interessenten gebe ich die Adresse unserer Sternwarte: Okresná ředitelství hvězdářství so sídlom v Medzeve, CS-044 25 Medzev, ČSSR.

MATHIAS SCHMÖGNER

Verkaufe Zeiss.-Refr 50/540 m. parall. Zeiss-Mont., Dreifach-Ok.-Revolver, Okulare f = 16; 10; 6 mm u. Ringmikrom., Zenitprisma (alles neuw.) f. 950 M, div. Blenden. – Yacht-Sextant v. Präzi Freiberg, neuw., f. 500 M

Sche Spektiv o. Aussichtsfernrohr 20–40fache Vergr., mind. 40 mm Obj.-Öffnung. – Gerhard Henschke, Fichtestr. 17/07-37, Fürstenwalde, 1240.

Biete Refr. 80/1200 Eigenbau, 800 M sowie Refr. 63/840 auf einf. parall. Mont. u. Holzdreibeinstativ (alles Eigenbau) f. 500 M. – Norbert Reddemann, Puschkinstr. 54 A, Prenzlau, 2130.

ATARI 800 XL/XE und 130 XE User! Biete Interessenten umfangreiches Programm z. Meeus-Beitrag „Planetare Phänomene“ (s. AuR 4/87). Fertige bei Bedarf kostenlose Kopie auf Kassette o. Diskette an. Nähere Informationen bei Stephan Reinhold, Helbersdorfer Str. 94 b, Karl-Marx-Stadt, 9044.

Vorschau auf Heft 5 – 6/89

(erscheint Ende Dezember)

Astronomische Datenbanken im ZIAP • 150 Jahre Sternwarte Pulkovo • Die japanische NASDA • Das Universarium • Helligkeit totaler Mondfinsternisse • Streifende Sternbedeckungen 1990 • Hinweise zur Planetenbeobachtung • Tips für Astroamateure im Fotolabor

Unsere Autoren

Prof. Dr. sc. Siegfried Marx, AdW – ZIAP, Karl-Schwarzschild-Observatorium, Tautenburg, 6901

Olof Göring, C.-v.-Ossietzky-Str. 25, Potsdam, 1570

Dr. Klaus-Harro Tiemann, Springbornstr. 14, Berlin, 1197

Arno Fellenberg, W.-Leuschner-Str. 12, Teltow, 1530

Dipl.-Journ. Jürgen Heifrich, Grundstr. 40, Dresden, 8054

AK Meteore, Ltr.: Jürgen Rendtel, PSF 37, Potsdam, 1561

Hartmut Bretschneider, Drachenkopf 11, Schneeberg, 9412

Wolfram Fischer, Selnecker-Str. 22, Leipzig, 7030

Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320

Dipl.-Ing. Günter Mekas, Baerwaldstr. 12 A, D-1000 Berlin (W) 61

Karsten Kirsch, O.-Schwarz-Str. 27, Jena-Lobeda, 6908

Monika Krisp, Alt-Treptow 1 (Archenh.-Stw.), Berlin, 1193

Dipl.-Lehrer Volkmar Schorcht, Planetarium, Jena, 6900

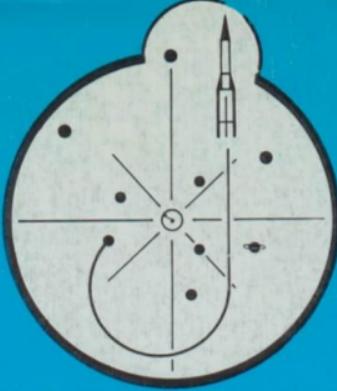
Edgar Mäßlow, Weinmeisterhornweg 1, D-1000 Berlin (West) 20 (Weitere Anschriften sind bei der Redaktion zu erfragen.)



H α -Aufnahme der Sternbilder Einhorn und Orion mit Objektiv Pentax 1:1,2/50, auf 1:2,8 abgeblendet. Lumicon-H α -Pass-Filter, bel. auf hypersensib. Kodak TP 2415-Film am 28. 1. 1989 von 21.08 bis 21.38 MEZ in Leipzig (Connewitzer Holz, Hakenbrücke). Am li. u. Bildrand β Ori, darüber setzt die „Bernardschlinge“ an. Am re. Bildrand α Ori, darüber der Rosettennebel.



Astronomie UND Raumfahrt

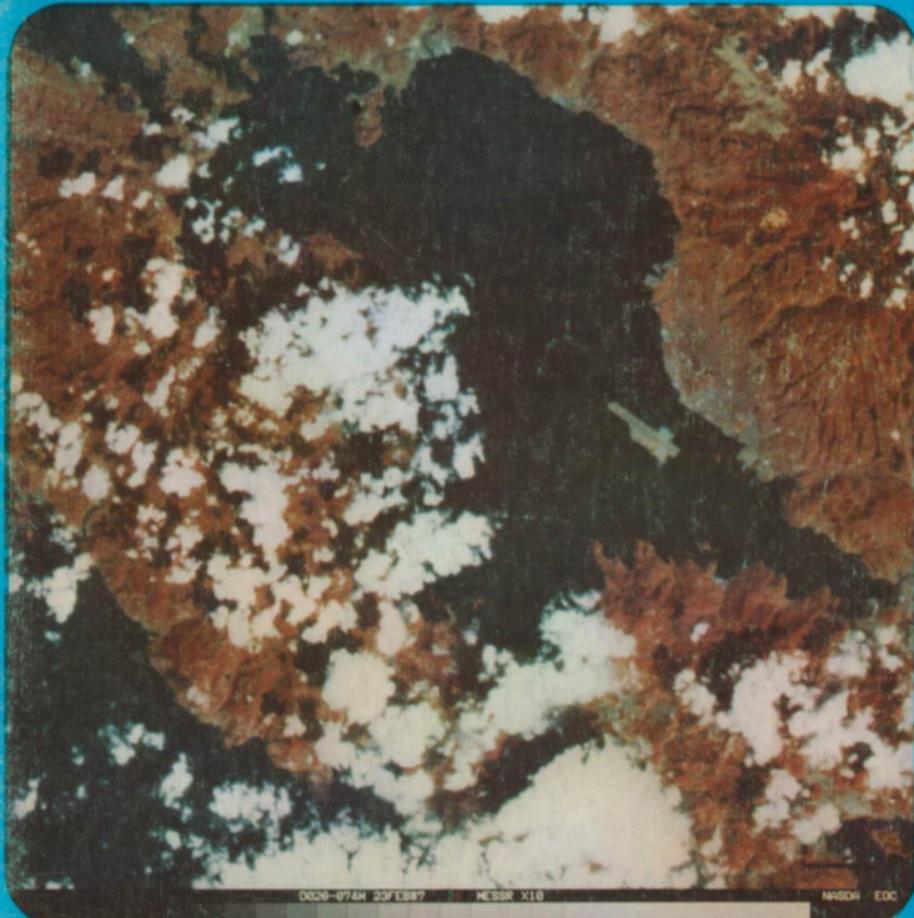


ISSN 0587-565 X

EVP 1,50

1989

5/6



0826-074H 23FEB87

MESSR X10

NSD9 EDC

HERAUSGEBER: KULTURBUND der DDR



Abb. 1: Die Sternwarte Pulkowo um 1889.

150 Jahre Sternwarte Pulkowo. (Zu unserem Beitrag S. 133)

Abb. 2: Das Passageinstrument von Ertel.

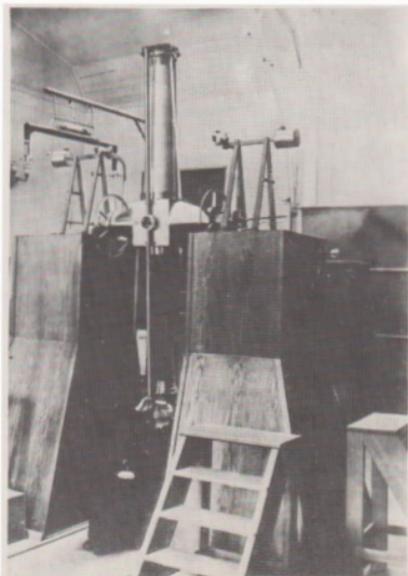


Abb. 3: Der 30zöllige Refraktor um 1889.



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.

Gründerg., Dipl.-Phys. J. Rendtel,

SiR A. Zenkert, Dr. B. Zill; – Re-

zensionen: Dipl.-Phys. M. Woche;

Zeichn.: M. Schreiter

Redaktionssitz:

9630 Crimmitschau, PSF 61,

Fernsprecher 3800

Erscheinungsweise:

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1989 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, Veröffentlichungen unter Lizenznummer 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 verwerfen.

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

27. Jahrgang (1989) Heft 5–6

W. Bronkalla, E. Schilbach: Astronomische Datenbanken	130
Wolfgang R. Dick: 150 Jahre Sternwarte Pulkovo	133
Olaf Göring: Die japanische NASDA	138
W. Riedler: Projekt Phobos für Österreich ein Erfolg	141
Hagen Hinsching: Das Universarium	141
Wolfram Fischer: Astrofotografie in Argentinien	143
SIDC und AKS: Sonnenfleckenzählzahlen Mai – August 1989	146
H. Nieuwenhuis: Das Eise-Eisinga-Planetenarium	147
AuR zu Gast bei Astrooptiker M. Greßmann (J. Helfrich)	149
Paul Dahms: Über die Berechnung der Fluggeschwindigkeit und Flugzeit von Satelliten in Freiflugbahnen	152
Dietmar Böhme: Die Helligkeit der totalen Mondfinsternisse	156
K.-H. Bücke: Die Positionen der Planeten (DATA-Reihe)	159
Erich Litzroth: Satellitenbahnen (DATA-Reihe)	160

Arbeitskreise berichten

J. Rendtel, A. Knöfel: Feuerkugel-Überwachung 1988	163
Marcus Richter: Komet P/Borrelly – Die Helligkeit beim Periheldurchgang 1987 (Bericht des AK Kometen)	164
D. Büttner: Beobachtungen der Jupitermond-Helligkeiten	165

Beobachtungshinweise ...

Harald Paleske: Hinweise zur Planetenbeobachtung	166
D. Büttner: Amateurbereich Jupitermondbeobachtung	172

... für das neue Jahr

W. Rothe: Streifende Sternbedeckungen 1990	173
K.-H. Bücke: Zentralmeridiane des Saturn und Positionen seiner Satelliten 1990	175
Totale Mondfinsternis 1990 Feb 9	177
„Totale Sonnenfinsternis“ in Rostock?	177
Enge Konjunktion von Planeten und Sternen 1990	178
Zur Lage der Ekliptikhauptpunkte	178

Probleme/Lösungen

Matthias Stark: Anwendung der ORWO-Entwicklerlösung E 102 im Fotolabor des Astroamateurs	179
--	-----

Kurzberichte: Waren Copernicus' Vorfahren Tschechen? • Was sprach Armstrong? • Seminar des AK Meteor • 25. Bezirksastronomietagung in Radiberg • Ungewöhnliche und interessante Erscheinung • Riesige Sonneneruption fotografiert • Sculptus-Kolloquium • Erster IMO-Präsident	181
---	-----

Aus der Literatur	184
------------------------------------	-----

Texte zu den Bildseiten	190
--	-----

Rezensionen	191
------------------------------	-----

Vorschau • Anschriften unserer Autoren	192
--	-----

Anzeigen	142, 162, 166, 171, 179
--------------------	-------------------------

Redaktionsschluß: 15. 9. 1989

Auslieferung an den PZV: 28. 12. 1989

Astronomische Datenbanken im ZIAP

W. BRONKALLA, E. SCHILBACH

Seit dem Beginn wissenschaftlicher Forschung werden in der Astronomie Beobachtungsdaten in Katalogen zusammengestellt. Einige hundert Kataloge sind heute noch von Bedeutung. Großobservatorien, die in den letzten beiden Jahrzehnten in Betrieb genommen wurden, sind mit modernster Beobachtungstechnik und schnellen, mit höchster Präzision arbeitenden Meßgeräten ausgerüstet. Die von ihnen gewonnenen Datens Mengen übersteigen die bisher vorhandenen um ein Vielfaches. Neben den Katalogen im optischen Bereich kommen noch eine große Zahl von umfangreichen Radiokatalogen. Die auf Raumflugkörpern untergebrachten astronomischen Teleskope haben ebenfalls schon Hunderttausende von Daten im ultravioletten und infraroten Spektralbereich übertragen. Die in den letzten Jahren zu hoher Vollkommenheit entwickelten flächenhaften Halbleiterempfänger, die CCD-Empfänger, liefern für Einzelobjekte Daten von hoher Genauigkeit, deren Sammlung ebenfalls wichtig ist. Erwähnt seien noch die großen Raumteleskope, deren Einsatz in den nächsten Jahren zu erwarten ist und die viele Millionen Daten übertragen werden. Mit konventionellen Methoden ist diese Datenflut nicht mehr zu bearbeiten. Die Ausgabe von gedruckten Katalogen ist zu unwirtschaftlich. Der Zugriff zu den Einzelwerten ist nur noch mit Datenverarbeitungsanlagen möglich.

Von der Internationalen Astronomischen Union wurde bereits 1970 auf der Generalversammlung angeregt, Datenzentren einzurichten, die die Sammlung der astronomischen Daten übernehmen. 1972 wurde daraufhin am astronomischen Observatorium in Strasbourg das internationale Sterndatenzentrum CDS (Centre de Données Stellaires) gegründet. Das CDS hat die Aufgabe, die wichtigsten astronomischen Kataloge zu sammeln, die Daten zu analysieren, notfalls zu korrigieren und anschließend in eine computerlesbare Form zu bringen. Danach stehen die Daten allen Wissenschaftlern zur Verfügung. In der Regel vertreibt das CDS die Magnetbandversionen der Kataloge. Einige sind auch als Mikrofiches zu haben. Heute ist das Datenzentrum in Strasbourg

die internationale Leitstelle für astrometrische Datensammlungen. Zur Zeit enthält die Magnetbandbibliothek über 500 Kataloge. Gesammelt werden astrometrische, photometrische, spektroskopische und gemischte Sternkataloge. Neben bibliographischen Katalogen werden seit 1983 auch nichtsternförmige Objekte wie Galaxien, Sternhaufen und andere erfaßt.

In einigen Staaten sind nationale Datenzentren gebildet worden, die die in ihren Ländern anfallenden Daten sammeln und aufbereiten. Diese Zentren arbeiten eng mit dem CDS zusammen. Nationale Zentren bestehen in den USA im Raumflugzentrum in Greenbelt, in der UdSSR beim Astronomischen Rat der Akademie der Wissenschaften in Moskau, in Japan im Institut für Technologie in Kanazawa und in der DDR im ZIAP (Zentralinstitut für Astrophysik) der Akademie der Wissenschaften der DDR in Potsdam. Diese Zentren liefern die von ihnen erfaßten Datensammlungen auf Magnetbändern an das CDS und erhalten dafür auf Wunsch kostenlos alle im CDS vorhandenen Magnetbandkataloge. Sie sind außerdem befugt, Kopien und Auszüge aus diesen Katalogen an interessierte Institute in ihrem Einzugsbereich zu versenden. In den letzten Jahren konnte das ZIAP über hundert schwer zu beschaffende Kataloge an Wissenschaftler aus der DDR und aus anderen sozialistischen Ländern liefern.

Im Prinzip ist das Anfertigen von Auszügen oder das Suchen nach bestimmten Objekten in einem oder mehreren Katalogen über einfache Computerprogramme möglich. Das ist jedoch nicht sehr effektiv, da jede anders geartete Anfrage oder die Verwendung eines anderen Kataloges eine neue Programmierung erfordert. Für diese Arbeiten sind Datenbanksysteme besonders geeignet.

Datenbanksysteme sind umfangreiche Softwarepakete, die sich ohne Kenntnis einer Computersprache verwenden lassen. Besonders einfach im logischen Aufbau und in der Bedienung sind die relationalen Datenbanksysteme. Sie eignen sich speziell für Recherchen in Katalogen. Erstmalig wurden sie 1970 von Codd bei IBM vorgestellt. Heute gibt es über hundert verschiedene kommerziell erwerbbare Systeme. Die früher entwickelten hierarchischen und Netzwerksysteme werden kaum noch verwendet. Das Löschen oder Hinzufügen von Daten, was in relationalen Systemen völlig problemlos geschieht, erfordert beispiels-

weise bei ihnen eine Umorganisation der ganzen Bank.

Relationale Datenbanksysteme vereinen in sich zwei Funktionseinheiten: die Datenbasis und das Datenbankbetriebssystem. In der Datenbasis sind die Daten in Relationen enthalten. Eine Relation entspricht einer Tabelle mit Zeilen und Spalten. Bezogen auf einen Katalog bilden die einzelnen Objekte die Zeilen und die Attribute die Spalten der Relation. Bedingung ist, daß in einer Relation jede Zeile nur einmal vorkommt. Realisiert wird dies durch Festlegung eines Primärschlüssels, der aus einer oder mehreren Spalten bestehen kann. Die Größe der Tabellen und ihre Anzahl ist frei und lediglich durch den vorhandenen Speicherplatz begrenzt. In modernen Datenbanksystemen kann die Datenbasis über mehrere Computer verteilt sein, die dann über ein Datennetz miteinander verbunden sind. Ein Problem besteht jedoch bei der Datenbankarbeit. Die Daten müssen on line zur Verfügung stehen. Große Datenbanken sind also nur rentabel, wenn sie häufig benutzt werden, der Nutzerkreis also sehr groß ist.

Das Datenbankbetriebssystem übernimmt die Verwaltung der in der Basis gespeicherten Daten. Dies geschieht über im System vorhandene Sprachen. Die DDL (Data Description Language) ermöglicht die Definition, das Löschen und Ändern von Datenbanken, Tabellen, Nutzern und Zugriffsrechten. Mit diesen Arbeiten wird im allgemeinen ein Datenbankadministrator betraut. Dagegen dient die DML (Data Manipulating Language) der eigentlichen Arbeit mit den Daten. Sie ermöglicht dem Kunden der Bank das Aufsuchen und Ausgeben der Data nach bestimmten Kriterien. Auch das Korrigieren einzelner Werte, das Löschen oder Hinzufügen von Daten in den Tabellenspalten wird über die DML ausgeführt. Komfortable Datenbanksysteme nehmen dem Nutzer auch diese Arbeit ab, indem sie fertige Menüs anbieten, in die er lediglich seine Forderungen eintragen muß.

Im folgenden wird hier die Arbeit mit zwei Datenbanksystemen SIMBAD und MIMER vorgestellt. Die Benutzung von SIMBAD (Set of Identifications, Measurements and Bibliography for Astronomical Data) wird vom Datenzentrum in Strasbourg als ein weiterer Service angeboten. MIMER ist ein kommerziell erworbenes Datenbankbetriebssystem, das am ZIAP im Einsatz ist.

SIMBAD ist vom CDS speziell für die Arbeit mit astronomischen Katalogen entwickelt worden. Beim Vergleich zweier Kataloge treten Schwierigkeiten auf. Das gleiche Objekt ist oft in verschiedenen Katalogen unter unterschiedlicher Bezeichnung zu finden. Es mußte daher erst ein Katalog der Sternidentifikationen geschaffen werden. Dieser bildete dann die Grundlage für die Datenbank. Die erste Version von SIMBAD wurde Anfang der 80er Jahre fertiggestellt. Sie ist mehrmals überarbeitet worden. Gegenwärtig wird eine völlig neue Fassung entwickelt, die in der Computersprache C geschrieben wird. Das ist eine problemorientierte Sprache, mit der sich sehr maschinennah programmieren läßt. Die Programme werden dadurch sehr schnell, behalten aber ihre Unabhängigkeit vom Maschinentyp bei. Die neue Version wird einige Milliarden Objekte auf mehreren tausend Megabytes aufnehmen können. Es wird eine verteilte Datenbasis angestrebt, so daß über SIMBAD auch extra-terrestrische Messungen wie die IUE-Daten aus Spanien, die EXOSAT-Daten aus den Niederlanden und die SPACE-TELESKOP-Daten von der europäischen Station bei München abrufbar sein werden. Die zur Zeit gültige Version ist von 1985. Sie verwaltet 700000 Objekte, davon sind 630000 Sterne und 70000 Galaxien und andere nichtsternförmige Objekte. Die Bank enthält 2000000 Identifikationen und 500000 bibliographische Referenzen aus 85 Fachzeitschriften. Die Beobachtungsdaten werden aus 400 Katalogen ermittelt. Die Bank belegt 200 Megabytes im Direktzugriffspeicher des UNIVAC-Computers in Orsay südlich von Paris. Der Rechner wird über Datennetz oder Telefon angesprochen. Die Kommunikation mit der Datenbank erfolgt interaktiv über ein Terminal oder im Stapelbetrieb. Zur Zeit sind neben 36 französischen Teilnehmern 92 ausländische Institute, die über die ganze Welt verteilt sind, angeschlossen. Seit Mai 1988 besitzt auch das ZIAP in Potsdam einen direkten Anschluß an SIMBAD.

Um an SIMBAD-Daten heranzukommen, bieten sich drei Möglichkeiten der Abfrage an:

1. Durch Eingabe einer Identifikation oder einer Liste von Identifikationen. Das kann der Name eines Objektes (z. B. Wega) oder eine Katalogbezeichnung mit der Nummer des Objektes (z. B. BD +12345, HD 12345, SAO 67890) sein. Ausgegeben werden dann einige fundamentale Daten aus dem Identifizierungskatalog (wie

Abb. 1: Aufsuchen nach Bezeichnung

IDENT/COORD/SEL/END → HD 15992

Coord. 1950 = 02 32 19.11 + 44 25 20.2 Sp. = B9

mb, p, mv = 7.56 V? 7.56

HD 15992	GEN + 1.00015992	SKY 3844	SAO 38147
AG + 44260	NSV 859	BD + 44534	CSV 102384
AGKR 2255	TD 1 1504	GCRV 1450	

Measurements? → L (Liste der Messungen)

UBV (1) TD1 (1) pm (2) pos (2) V* (1) GCRV (1)
SAO (1)

Measurements? → pm (z. B. Eigenbewegungen)

pm 1: pmRA(m. e.) = +0.018(.007)
 pmDEC(m. e.) = +0.006(.006)
 ref = 71.3448

pm 2: pmRA(m. e.) = +0.009(.002)
 pmDEC(m. e.) = 0.006(.003)
 ref = 78.30065

Measurements? → N (Bibliographie)

21 bibliographical references

Reference? → 86.87

86.1561 OJA, T. Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 65,
405–409. UVB photometry of stars whose positions
are accurately known III

Positionen, Helligkeiten und Spektraltyp), eine Liste aller in SIMBAD vorhandenen Messungen und bibliographische Referenzen für die aufgesuchten Objekte von 1950 bis heute. Die Daten erscheinen auf dem Bildschirm und können von einem Drucker bzw. auf eine Diskette ausgegeben werden. Die Datenspeicherung auf Magnetbänder oder Magnetplatten ist ebenfalls möglich aber z. Z. im ZIAP nicht realisierbar. Ein Beispiel für eine Abfrage ist auszugsweise in Abbildung 1 wiedergegeben.

2. Durch Eingabe einer Position. Der Nutzer erhält dann im Umkreis von 10 Bogenminuten (Standardwert) eine kurze Liste aller Objekte (Sterne, Galaxien, Quasare etc.). Der Standardwert kann beliebig verändert werden. Über den Modus 1 können dann alle weiteren Angaben abgefordert werden.

3. Durch Eingabe des Schlüsselworts SEL erhält der Nutzer die Möglichkeit, eine Liste von Auswahlkriterien einzugeben. Es stehen etwa 30 Kriterien zur Auswahl. Die Kriterien können beispielsweise ein bestimmtes Himmelsareal, Helligkeitsbereiche oder Grenzen in Farbe,

Abb. 2: Aufsuchen nach Kriterien

IDENT/COOR/SEL/END → SEL

Sampling command: → DEFC (Definieren von Kriterien)

1. Sortieren nach: RA
2. Maximale Anzahl: 200/5000
3. Objekte: *
4. Helligkeit MV: -2/12
5. Radius: 3.00.00.
6. Zentrum 2 30 00/+43 00 00
7. Daten: UBV

Sampling command: → GO

43 Objekte gefunden 1988 Objekte getestet

Sampling command: → ADC (zusätzliche Kriterien)

1. Radius 1.5

Sampling command: → GO

4 Objekte gefunden 43 Objekte getestet

Sampling command: → EDIT 1 (Angabe einer kurzen Liste)

$$\begin{aligned}
 1 * c &= 02 30 57.01 + 42 34 08.0/t = GO/m = 8.30 \\
 7.63/nref &= 4 \\
 2 * c &= 02 32 19.11 + 44 25 20.2/t = B9/m = 7.56 \\
 &\quad ? 7.56/nref = 1 \\
 3 * c &= 02 37 45.59 + 42 39 27.5/t = F7V/m = 9.67 \\
 &\quad 9.67/nref = 11 \\
 4 * c &= 02 37 49.27 + 42 41 30.0/t = F8/m = 9.99 \\
 &\quad 9.45/nref = 1
 \end{aligned}$$

Spektraltyp, Eigenbewegung etc. beschreiben. Auch hier erscheint am Terminal eine kurze Liste aller Objekte, die über Modus 1 vervollständigt werden kann.

Die Abfrage nach Identifikationen erfolgt sehr schnell und ist nur durch die Übertragungsgeschwindigkeit begrenzt. Abfragen über Kriterien können einige Minuten dauern, wenn ein großer muß. Abbildung 2 ist ein Beispiel für die Suche unter Angabe von Auswahlkriterien.

Das Datenbankbetriebssystem MIMER ist an der Universität in Uppsala (Schweden) entwickelt worden. Dem ZIAP steht die Version 3.2 an einem Eser-Rechner vom Typ ES 1040 zur Verfügung. MIMER ist aus einzelnen Modulen aufgebaut, die über eine Abfragesprache QL (Query Language) angesteuert werden. In der QL sind DDL und DML vereinigt. Sie kann interaktiv am Terminal aber auch bei umfangreichen Recherchen im Stapelbetrieb eingesetzt werden. Der gesamte Sprachumfang besteht aus 30 Befehlen und 10 ProzedurstStatements. Die Befehle sind aus Schlüsselwörtern und Parametern zusammengelegt. Folgen von Befehlen können zu Prozedu-

ren vereint werden, so daß beim Endnutzer der Datenbank keine Kenntnis der MIMER-Befehle mehr notwendig ist. Die einzelnen Module des Systems können aber auch in nutzereigene Programme eingebaut werden, sie werden dort wie Fortran-Subroutinen aufgerufen.

Der Aufbau großer Datenbasen ist mit den vorhandenen Möglichkeiten im ZIAP nicht realisierbar. Er wäre auch nicht vertretbar, da mit SIMBAD eine leistungsstarke Datenbank existiert, die höchste internationale Unterstützung erfährt.

MIMER ist jedoch sehr gut für spezielle Untersuchungen geeignet. So ist es völlig problemlos, einen Magnetband-Katalog, aus dem Auszüge gemacht werden sollen, in die Tabelle einer Datenbank zu bringen. Das geschieht über einen COPY-Befehl, wobei eine beliebige Anzahl von Katalogspalten in die Tabelle übernommen werden kann. Falls Beziehungen zwischen den Bezeichnungen in zwei Katalogen bekannt sind, lassen sich Abfragen auch über mehrere Kataloge hinweg ausführen. Unter diesen Voraussetzungen sind am ZIAP bereits mehrere Banken aufgebaut worden, die nach Abschluß der Untersuchung wieder aufgelöst wurden. Daneben haben wir drei Datenbanken, die für unsere Institutsaufgaben wichtig sind und häufig gebraucht werden, in dauerndem Zugriff. Es sind dies die Datenbanken GAL, STAR und TPLK.

Die Datenbank GAL enthält Informationen über alle Galaxien von denen Flächenhelligkeiten gemessen wurden. Über ein Menü erhält man je nach Wahl die Angaben über eine einzelne Galaxie oder eine Gruppe von Galaxien. Diese Daten sind für den Helligkeitsanschluß neu vermessener Galaxien notwendig. Man kann sich je nach Wunsch Namen, Koordinaten, Helligkeiten, Galaxientyp und bibliographische Notizen ausgeben lassen. Die Datenbank enthält mehrere Tabellen mit über 6000 Eingängen und wird laufend ergänzt.

Die Datenbank STAR ist ein Auszug aus dem Strasbourger Identifizierungskatalog und enthält für über 200 000 Sterne, die bei uns sichtbar sind, Positionen, Helligkeiten, Spektraltyp und Bezeichnungen in einigen anderen Katalogen. Für astrometrische Untersuchungen ist es wesentlich, daß man für ein vorgegebenes Feld von der Größe einer Photoplatte Standardsterne mit genauen Positionen kennt. Mit der Datenbank lassen sich diese Sterne auflisten und über ein Pro-

gramm maßstabsgerecht in eine Skizze einzeichnen. Damit können sie leicht auf der Photoplatte identifiziert werden. Eine weitere Tabelle enthält die Positionen und Eigenbewegungen der Sterne aus dem AGK 3, die für die Berechnung der genauen Positionen für die Beobachtungsepoke der Aufnahme benutzt werden.

Die Datenbank TPLK besteht aus einer Tabelle und enthält Angaben über die mehr als 6000 am 2m-Schmidteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums in Tautenburg aufgenommenen Photoplatten, wie die Plattennummer, das Datum der Aufnahme, die Koordinaten des Plattenzentrums und Bemerkungen über den Farbbereich, die Eichung und andere Daten. Das Auswählen der Platten kann nach verschiedenen Merkmalen erfolgen. Über ein Programm wird ausgegeben an welcher Stelle der Platte sich ein gesuchtes Objekt befindet. Das ist wesentlich, da Aufnahmen, auf denen das Objekt in der Randzone liegt, nur bedingt brauchbar sind.

Ein weiteres Projekt, an dem zur Zeit gearbeitet wird, sieht vor, alle im ZIAP gewonnenen Himmelsaufnahmen (das sind weit mehr als 100 000) zu systematisieren und mit wesentlichen Beobachtungsdaten in einer Datenbank zu erfassen. Mit dem Einsatz der modernen Rechentechnik erhielten Astronomen ein wirkungsvolles Instrument für eine effektive Gestaltung ihrer Forschungsarbeit. Astronomische Datenbanken erlauben dabei eine schnelle Orientierung in großen Datenmengen und einen gezielten und direkten Zugang zu den interessierenden Informationen.

*

150 Jahre Sternwarte Pulkowo

WOLFGANG R. DICK

Das „Astronomische Hauptobservatorium der Akademie der Wissenschaften der UdSSR“ bei Leningrad, bekannt als Sternwarte Pulkowo (im Deutschen auch Pulkowa), ist eine der größten und bedeutendsten astronomischen Forschungseinrichtungen in der Welt mit mehreren hundert Mitarbeitern. Trotz der wechselnden äußeren Bedingungen ist seine Geschichte von großen wissenschaftlichen Traditionen geprägt, die sich im heutigen Forschungsprofil widerspiegeln.

Die historische Entwicklung der Sternwarte Pulkowo ist mehrfach ausführlich dargestellt worden. Das Jubiläum ist Anlaß, eine

deutschsprachige Zusammenfassung dieser Schriften zu geben, ergänzt durch Informationen aus spezielleren Veröffentlichungen und persönliche Eindrücke des Autors.

Im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts befand sich die bedeutendste Sternwarte des Russischen Reiches in einer seiner Ostseeprovinzen, in Dorpat (heute Tartu, Estland). Zusammen mit der dortigen Universität zu Beginn jenes Jahrhunderts entstanden, hatte diese Sternwarte unter dem Direktorat von Wilhelm Struve (1793–1864) schnell einen enormen Aufschwung genommen. 1824 erhielt sie aus der Werkstatt von J. Fraunhofer einen Refraktor, der mit 9 Zoll (= 24 cm) Öffnung der damals weltgrößte war und für präzise Messungen an Doppelsternen diente.

1830 empfing der Zar in Petersburg W. Struve zu einer persönlichen Audienz. Struve, gerade von einer Reise durch Europa zurückgekehrt, berichtete über den Fortschritt der astronomischen Forschung und Beobachtungstechnik. Es war zu erwarten, daß die Dorpater Sternwarte in ihrer Ausstattung bereits bald von neuen Observatorien übertröffen werden würde. Da außerdem die Sternwarte in Petersburg völlig veraltet war, wünschte Nikolai I. eine neue astronomische Einrichtung für die Hauptstadt und beauftragte Struve und den zuständigen Minister mit den Vorbereitungen. Struve war weitsichtig genug, einen Ort weit außerhalb der Stadt vorzuschlagen – für jene Zeit keineswegs selbstverständlich. Andere neue Observatorien wurden damals noch innerhalb von Städten angelegt, z. T. aus Gründen des Komforts für die Astronomen.

1834 wurde Wilhelm Struve zum Direktor der zu bauenden Sternwarte ernannt und unternahm eine Reise nach Deutschland, wo er die Beobachtungsinstrumente und Uhren bestellte. Der führende Spezialist für astronomische Optik war damals Georg Merz in München, der Nachfolger von Fraunhofer. Er fertigte den großen Refraktor für Pulkowo, der mit 15 Zoll (= 38 cm) Öffnung für lange Zeit unübertroffen blieb. Zusammen mit einem Präzisionsmikrometer sollte dieses Teleskop für die Messung der kleinen Winkel zwischen Doppelsternen dienen. Zur Messung großer Winkel am Himmel wurden vier Durchgangsinstrumente bestellt, bei denen es vor allem auf eine genaue Ausführung der Mechanik ankam. In ihrer Art waren auch sie die größten Instrumente jener Zeit.

Im Frühjahr 1839 erfolgte die Aufstellung der Teleskope im Hauptgebäude (Abb. 1, s. Um-

schl.-S. 2), das aus drei Türmen mit zylindrischen Kuppeln und zwei Meridiансälen bestand. Der repräsentative Säuleneingang war der Stadt im Norden zugewandt. An der Südseite des zentralen Turms befand sich ein Anbau, in dem ein Passageinstrument von Repsold aus Hamburg im ersten Vertikal (West-Ost-Richtung) Aufstellung fand. Es diente zur Bestimmung astronomischer Konstanten (Aberration und Nutation). In den Meridiansasälen erhielten ein Passageinstrument (Abb. 2, s. Umschl.-S. 3) und ein Vertikalkreis von Ertel aus München sowie ein Meridiankreis von Repsold ihren Platz. In der Hauptkuppel stand der 15zöllige Refraktor, in den beiden anderen Kuppeln befanden sich zwei kleinere Instrumente. Die Gesamtkosten für Bau und Einrichtung der Sternwarte betrugen über 2 Millionen Rubel, eine damals „astronomische“ Summe für eine astronomische Einrichtung. Ihre offizielle Eröffnung erfolgte am 19. August 1839.

Besonders bemerkenswerte Messungen wurden mit den Instrumenten von Ertel angestellt. Am Vertikalkreis konnten die Zenitabstände von Sternen während ihrer Kulmination bestimmt werden, woraus sich ihre Deklination ergibt. Am Passageinstrument registriert der Beobachter den Zeitpunkt des Durchgangs heller Sterne durch den Meridian und berechnete daraus ihre Rektaszension. Die Messungen erfolgten „absolut“, d. h. ohne daß bereits bekannte Sternkoordinaten benutzt wurden. Der resultierende absolute Sternkatalog repräsentiert ein äquatoriales Koordinatensystem; die Lage der Koordinatenachsen im Raum wird durch die Sternpositionen ausgedrückt. Die Pulkowooer absoluten Kataloge von 1845, 1865, 1885, 1905, 1930 und 1950 bildeten zusammen mit ähnlichen Katalogen aus anderen Sternwarten die Grundlage zur Schaffung der Fundamentalkataloge, auf denen alle anderen Positionsmeßungen am Himmel beruhen. Die Pulkowooer Kataloge zeichneten sich stets durch besonders große Genauigkeit aus.

Andere bedeutende Leistungen der Sternwarte im vorigen Jahrhundert waren die Bestimmung neuer, genauerer Werte der astronomischen Konstanten, die Aufstellung von Doppelsternkatalogen und die Messung von Sternparallaxen. Außerdem waren die Astronomen an geodätischen Unternehmungen beteiligt und führten astronomische Kurse für Geodäten, insbesondere aus der Armee, durch.

Mit Hilfe selbst gewonnener und fremder Daten

über Sterne (Parallaxen, Eigenbewegungen, Helligkeiten, Doppelsternbahnen) nahm W. Struve theoretische Untersuchungen über den Aufbau des Milchstraßensystems vor, die er 1847 veröffentlichte. Dieses Werk wurde von vielen Astronomen mit Skepsis aufgenommen, da die Stellarastronomie noch in den Kinderschuhen steckte, ihre Gedankengänge ungewohnt waren und die aufgestellten Hypothesen, z. B. über die Existenz interstellarer Extinktion, zu kühn erschienen. Die Bedeutung von Struves Studien konnte erst später erfaßt werden.

1856 wies W. Struve in einem Bericht darauf hin, daß die Sternwarte Pulkowo zwar in ihrer Ausstattung den ersten Platz in der Welt einnimmt, die Zahl der Mitarbeiter aber weit geringer als in Paris und Greenwich ist. Daraufhin erfolgte eine Erhöhung der jährlichen finanziellen Mittel für Pulkowo, so daß Struve neben den seit 1839 tätigen Mitarbeitern (vier Observatoren, ein Mechaniker, ein Superintendent) noch zwei Astronomen, zwei Rechner, einen Sekretär und einen Arzt einstellen konnte.

Die Anwesenheit eines Arztes erwies sich als notwendig, da die Entfernung zum Stadtzentrum von Petersburg immerhin 19 km betrug, eine damals beträchtliche Strecke. Auch die Eisenbahnlinie, die später in 5 km Entfernung vorbeigeführt wurde, änderte nicht viel an der isolierten Lage der Astronomensiedlung, der nur das kleine Dorf Pulkowo am Fuße der Erhebung benachbart war. Dies schuf besondere soziale Bedingungen des Zusammenlebens, die auch in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts noch wirksam waren. Heute kann man mit einem Linienbus in wenigen Minuten die südliche Stadtgrenze und die erste Metrostation erreichen.

1862, zwei Jahre vor dem 25jährigen Gründungsjubiläum, übernahm Otto Struve (1819–1905) die Leitung der Sternwarte aus den Händen seines erkrankten Vaters. O. Struve war bereits im Jahr der Eröffnung an das Observatorium gekommen und verblieb als Direktor bis zum fünfzigsten Jubiläum. Als ein ebenso energetischer Organisator wie sein Vater erreichte er, daß Pulkowo 1884 einen 30zölligen (= 76 cm) Refraktor mit der Optik von Alvan Clark aus den USA und damit wieder das weltgrößte Teleskop erhielt (Abb. 3, Umschl.-S. 3).

In Pulkowo verweist man gern auf eine überlieferte Aussage des amerikanischen Astronomen B. A. Gould, der die Hauptsternwarte des Russi-

schen Reiches als „Astronomische Hauptstadt der Welt“ bezeichnete. Eine Hauptstadt im Sinne eines administrativen Zentrums war Pulkowo natürlich niemals. Etwa ein halbes Jahrhundert lang blieb es aber beispielgebend in der Ausstattung mit hervorragenden Instrumenten und ihrer Anwendung auf präzise Messungen. In Pulkowo bildete sich eine eigene astrometrische Schule heraus, aus der viele fähige Astronomen in Russland und auch außerhalb seiner Grenzen hervorgingen.

Die beträchtlichen Mittel aus dem Staatshaushalt, welche die Struves durch ihre guten Beziehungen zu den Zaren und deren Beamten für astronomische Forschung erhalten konnten, fehlten allerdings für andere Wissenschaftszweige. Dies und weitere Gründe führten zu Konflikten mit anderen Mitgliedern der Petersburger Akademie. Da sich um 1890 auch die Nationalitätenpolitik Russlands änderte, erfüllten sich die Hoffnungen der Struves nicht, in der dritten Generation wieder einen Vertreter der Familie an der Spitze der Sternwarte zu sehen. Ottos Sohn Hermann Struve wurde Direktor der Sternwarte in Königsberg und schließlich der Berliner Sternwarte, sein Bruder Ludwig Direktor der Sternwarte Charkow.

Als 1888 das Lick Observatory in den USA einen 36zölligen Refraktor von A. Clark erhielt, ging die Ära zu Ende, in der Pulkowo die besten astronomischen Instrumente der Welt besaß. Erst als in Leningrad mit Hilfe der Pulkoweo Astronomen eine eigene optische Industrie aufgebaut war, konnte die Sowjetunion im astronomischen Gerätbau international ein gewichtiges Wort mitreden. Die neuen Teleskope werden heute natürlich nicht mehr in fast 60° nördlicher Breite aufgestellt, wo feuchtes, wolkenreiches Klima und die Weißen Nächte die Beobachtungen stören.

Nach O. Struve leitete wenige Jahre der Kometenforscher F. A. Bredichin aus Moskau und schließlich von 1895 bis 1916 der Schwede O. Backlund die Sternwarte Pulkowo. Backlund war kein beobachtender Astronom, sondern Spezialist für Himmelsmechanik. Seine bedeutendste Leistung bezieht sich auf die Bahn des Encke'schen Kometen.

Unter Bredichin wurde ein Normalastrograph angeschafft, der Arbeiten auf dem neuen Gebiet der fotografischen Astrometrie ermöglichte. S. K. Kostinsky und seine Schüler legten mit die-

sem Instrument ein umfangreiches Archiv hochwertiger Himmelsaufnahmen an, die später durch Vergleich mit neuen Aufnahmen zur Ableitung der Eigenbewegungen von Sternen dienen konnten.

Unter Backlund erhielt Pulkowo zwei kleine Außenstellen in Simeis auf der Krim und in Nikolajew an der nördlichen Schwarzmeerküste. Darauf wurden auch Teile des Südhimmels der Beobachtung zugänglich, zudem unter besseren klimatischen Bedingungen. Zum Erwerb größerer Instrumente kam es allerdings nicht.

Bereits 1872 war ein Astrophysiker, der Schwede B. Hasselberg, eingestellt worden. Viele Jahre blieb er alleiniger Vertreter seines Gebietes an der Sternwarte. 1888/89 wurde er von A. A. Belopolskij (1854–1934) abgelöst. Dieser begründete die Traditionen der Sonnenbeobachtungen und Sternphysik in Pulkowo und erwarb sich mit seinen wissenschaftlichen Ergebnissen internationales Ansehen. Von 1916 bis 1919 leitete Belopolskij die Sternwarte; in dieser kurzen und schwierigen Zeit konnte er natürlich keine grundlegenden Veränderungen zugunsten der Astrophysik durchführen. Sein Nachfolger als Direktor war bis 1931 mit A. A. Iwanow wieder ein Vertreter der Astrometrie. Eine bedeutende Neuerung dieser Zeit war die Einführung eines eigenen Zeitdienstes für Sowjetrußland.

Die junge sowjetische Regierung unter Lenin stellte für Wissenschaften, darunter auch für die Astronomie, trotz der ökonomischen Probleme des Landes beträchtliche Mittel zur Verfügung. So konnte die Zahl der Mitarbeiter in Pulkowo wesentlich erhöht werden, von 27 im Jahre 1912 auf 64 im August 1919 und 107 im Jahre 1925 (einschließlich Außenstellen). Neue Forschungsgebiete wurden in Angriff genommen. An alte Kontakte anknüpfend und neue aufbauend, pflegten die Pulkower Astronomen intensive Beziehungen zum Ausland, besonders zu Kollegen in Deutschland. Eine Zusammenarbeit ergab sich vor allem auf dem Gebiet der Positionsastromie. Die Sternwarte erwarb einen sogenannten Zonenastrographen von Carl Zeiss in Jena und beteiligte sich an der Wiederholung des Zonenunternehmens der Astronomischen Gesellschaft mit Meridianbeobachtungen sowie fotografischen Aufnahmen und deren Vermessung. Infolge des nahezu vollständigen Abbruchs der wissenschaftlichen Beziehungen zum faschistischen Deutschland gingen nur die Meridianbeob-

achtungen in die entstehenden Sternkataloge, den FK3 und den AGK2A, ein. Der fotografische Katalog (AGK2) enthält keine Messungen aus Pulkowo; diese wurden separat veröffentlicht.

Die gesellschaftlichen Deformationen in der UdSSR unter Stalin blieben auch für die Sternwarte Pulkowo nicht ohne Folgen. 1931 wurde ein unfähiger, aber herrschsüchtiger Astronom, A. D. Drosd, zum Direktor ernannt, den vorher kaum jemand gekannt hatte. Das Kollektiv der Sternwarte erreichte zwar 1933 seine Ablösung durch B. P. Gerasimowitsch. Dieser wurde aber 1937 zusammen mit anderen Mitarbeitern ein Opfer der verbrecherischen Repressalien durch die stalinsche Administration.

Die schwerste Zeit für die Sternwarte begann mit dem Überfall Hitlerdeutschlands auf die Sowjetunion und die 900tägige Blockade Leningrads. Mit Beginn des Krieges war das Observatorium heftigen Luftangriffen ausgesetzt. Die Verteidigungsline verlief nur 1,5 km südlich der Sternwarte. Wer einmal auf den Pulkower Höhen stand, kann ermessen, welche strategische Bedeutung sie für die Stadt besaßen. Einerseits waren sie ein guter Standpunkt für die Artillerie der Roten Armee, die von hier aus die Ebene im Süden kontrollieren konnte. In den Händen des Feindes hätten sie dagegen einen idealen Standort für den Beschuß der Stadt ergeben, die sich in der Ebene im Norden ausbreitete.

Viele Mitarbeiter der Sternwarte gingen an die Front; nicht alle kehrten zurück (vgl. AuR 23 (1985) 4, S. 74). Ein Teil der Astronomen wurde nach Taschkent und in andere Orte evakuiert, ein Teil verblieb in Leningrad. Von diesen überlebten nicht alle die Strapazen der Blockade. Die kleineren Teleskope und die Optik der größeren sowie ein Teil der wertvollen Bibliothek konnten in nächtlichen Einsätzen nach Leningrad ausgelagert werden. Der Rest wurde durch den permanenten Beschuß vernichtet. Als im Januar 1944 die Blockade endgültig gebrochen wurde, standen von den Gebäuden des Observatoriums nur noch Ruinen (Abb. 4, Umschl.-S. 2). Bereits im gleichen Jahr beschloß die sowjetische Regierung, die größte Sternwarte des Landes wieder aufzubauen.

Die Rekonstruktion des Hauptgebäudes erfolgte in Anlehnung an den klassizistischen Bau aus dem 19. Jahrhundert auf dessen Fundamenten. Für die Kuppeln wurden allerdings moderne

halbkugelförmige Konstruktionen verwendet (Abb. 5, Umschl.-S. 3). Die offizielle Einweihung der völlig neu erbauten Sternwarte erfolgte 1954 im Beisein ausländischer Gäste, darunter von Astronomen aus der DDR, die bei dieser Gelegenheit zum ersten Mal die UdSSR besuchten.

Von 1937 bis 1947 hatte die Sternwarte drei verschiedene Direktoren gehabt. Dann übernahm A. A. Michailow die Leitung der Einrichtung und führte sie unter den verbesserten Bedingungen zu neuer Blüte. Als bedeutender Wissenschaftler mit einem weiten Interessenkreis pflegte er internationale Beziehungen und förderte traditionelle wie auch neue Forschungseinrichtungen, darunter die Radioastronomie. Am Südhang des Berges wurde ein großes Radioteleskop mit beweglichen Elementen errichtet, das den Prototyp für das bedeutend größere RATAN-600 in Selentschuk im Nordkaukasus bildete. Die Abteilung Radioastronomie wurde 1969 vom Speziellen Astrophysikalischen Observatorium (SAO) in Selentschuk übernommen und gehört heute zum Leningrader Institut für angewandte Astronomie, das seinen Sitz bis vor kurzem in Pulkowo hatte und mit der Sternwarte eng verbunden ist.

Auch die ersten Pläne für das 6 m-Spiegelteleskop des SAO entstanden in Pulkowo. Die Abteilung für astronomischen Gerätbau schuf unter der Leitung des Optikers D. D. Maksutow (1896–1964) und seiner Nachfolger eine Vielzahl von Teleskopen, die in Pulkowo selbst und vor allem in mehreren Beobachtungsstationen auf der Krim, im Kaukasus und im Pamirgebirge aufgestellt wurden. In den letzten Jahren wurden auch mehrere der alten, zum Teil modernisierten Instrumente an bessere Standorte verlagert. Darunter befinden sich die klassischen Durchgangsinstrumente, so daß jetzt die Meridiansäle des Hauptgebäudes leerstehen und an eine anderweitige Nutzung gedacht wird.

Von 1966 bis 1979 leitete der Sonnenphysiker V. A. Krat (1911–1983) die Sternwarte. Ein besonders bemerkenswertes und aufwendiges Unternehmen dieser Zeit war der dreimalige Aufstieg eines Stratosphärenballons in 20 km Höhe für Sonnenbeobachtungen in Spektralbereichen, die von der Erdoberfläche aus nicht zugänglich sind.

In den sechziger Jahren wurden mehrere Teleskope in Chile aufgestellt, die durch den faschisti-

schen Putsch von 1973 für die UdSSR verlorengegangen. Gegenwärtig betreibt die Sternwarte Pulkowo eine Beobachtungsstation in Bolivien für fotografische Aufnahmen des Südhimmels.

Die heutigen hauptsächlichsten Forschungsrichtungen der Sternwarte Pulkowo sind

1. Positionsastromie

- Fotografische Astrometrie (Schaffung eines Referenzkatalogs am Südhimmel, Bestimmung von Eigenbewegungen in Bezug auf Galaxien, Positionsbestimmungen von Körpern des Sonnensystems, Beobachtungen von Doppelsternen);

- Fundamentale Astrometrie (absolute und differentielle Positionsbestimmungen von Sternen, Beobachtungen von Planeten zur Verbesserung des dynamischen Inertialsystems, Bestimmung verbesselter Werte der atmosphärischen Refraktion);

- Fotometrie für Sternkataloge (darunter fotoelektrische Fotometrie im Pamir in 4000 m Höhe);

2. Sternphysik

- Spektralfotometrie (Bestimmung der absoluten Energieverteilung in Sternspektren, Beobachtungsstation im Südkaufasus);

- Physik von Sternsystemen (Infrarotastronomie, Untersuchung von offenen und Kugelsternhaufen);

- 3. Physik der Sonne (mit großer Beobachtungsstation im Nordkaukasus bei Kislowodsk);

- 4. Untersuchung der Erdrotation (einschließlich Breiten- und Zeitdienst).

Bedeutende Zweige der modernen Astronomie, wie Radiobeobachtungen und extragalaktische Astrophysik, werden in anderen großen astronomischen Einrichtungen der Sowjetunion betrieben. Die Bedeutung der Sternwarte Pulkowo ist damit relativ gesehen auch innerhalb der UdSSR nicht mehr die gleiche wie im Rußland des 19. Jahrhunderts – eine ganz normale Erscheinung angesichts der Breite und Kompliziertheit heutiger Forschung, die eine einzelne Einrichtung nur auf ausgewählten Gebieten verfolgen kann. Innerhalb der Sternwarte ist eine Diskussion im Gange, wie das Forschungsprofil der Zukunft aussehen muß, damit die Tradition der großen Leistungen bewahrt werden kann. Die Umgestaltung des gesellschaftlichen Lebens in der Sowjetunion schafft für diese Diskussion gute Bedingungen.

Der Autor dankt den Mitarbeitern der Sternwarte Pulkowo und dem Direktor, Prof. Dr. V. K. Abaklin, die ihn mit ihrer Einrichtung und deren Geschichte bekannt gemacht haben.

Literatur: [1] Krisciunas, K.: A short history of Pulkovo Observatory. *Vistas in Astronomy* **22** (1978) 27–37. – [2] Batten, A. H.: Resolute and undertaking characters – the lives of Wilhelm and Otto Struve. Dordrecht u. a. 1988. – [3] Hartl, G.: Der Refraktor der Sternwarte Pulkowo. Sterne und Welt Raum **26** (1987) 397–404. – [4] Poljanskaja, L.: K stolietju Pulkovskoj astronomicheskoy observatorii. *Krasnyj archiv* **4** (1939) 164–174. – [5] Krisciunas, K.: The end of Pulkovo Observatory's reign as the 'Astronomical Capital of the World'. *Quart. J. Roy. Astr. Soc.* **25** (1984) 301–305. – [6] Dick, W. R.: Alexander Alexandrowitsch Michailow. *Die Sterne* **64** (1988) 162–168.

*

Die japanische NASDA – Applikationssatelliten und Raketen

OLAF GÖRING

Als Japan 1970 seinen ersten Satelliten mit einer eigenen Trägerrakete startete und damit zur vierten Raumfahrtnation wurde, ahnte wohl niemand, welche rasante Entwicklung die Raumfahrttechnologie in Wissenschaft und Anwendung in diesem Land nehmen würde. Wesentlich hat dazu eine der beiden Raumfahrtorganisationen Japans, die National Space Development Agency of Japan beigetragen. Die Organisation wurde im Oktober 1969 gegründet und sie hat sich die Entwicklung von Trägerraketen, Satelliten, vor allem für die praktische Nutzung wie z. B. Nachrichtensatelliten und Fernerkundungssatelliten, die Unterstützung von Experimentalprogrammen und den Start sowie die Flugführung von Satelliten, zum Ziel gesetzt. Ihr Budget stieg von 31,3 Millionen Yen 1969 auf 1150 Millionen Yen 1987. In diesem Jahr wurden 933 Personen beschäftigt.¹

Trägersysteme der NASDA

Trägerrakete N-I

Diese Rakete war Japans erste dreistufige Trägerrakete für Applikationssatelliten. Sie basierte auf der Lizenz der amerikanischen Thor-Delta-Rakete, von der die erste und dritte Stufe sowie

die Zusatzbooster übernommen wurden. Die zweite Stufe mit dem LE-3-Antrieb und das Antriebssteuerungssystem waren Eigenentwicklungen der NASDA. Zwischen 1975 und 1982 wurden sieben Satelliten einschließlich dem ersten geostationären Satelliten Japans damit gestartet. Der erste Start erfolgte am 9. September 1975 mit ETS 1 „Kiku“ als Nutzlast.

Trägerrakete N-II

Die N-II war eine Weiterentwicklung der N-I. In der zweiten Stufe wurde nun auch die Technologie der Delta-Rakete verwendet. Die Treibstofftanks der ersten Stufe wurden vergrößert. Das Inertial-Kreiselsystem wurde ebenfalls von den USA übernommen, um die Flugpräzision zu verbessern. Zwischen 1981 und 1986 konnten insgesamt acht Satelliten damit erfolgreich gestartet werden.

Trägerrakete H-I

Die immer komplexer und größer werdenden Nutzlasten erforderten Mitte der achtziger Jahre größere Trägerraketen, die mehr als 500 kg auf eine geostationäre Umlaufbahn bringen konnten. Im Ergebnis dieser Anforderungen entstand die dreistufige H-I, die die gegenwärtige Trägersystem der NASDA darstellt. Die erste Stufe und die Zusatzbooster wurden von der N-II übernommen. Die zweite Stufe erhielt den neu entwickelten Flüssigtreibstoff-Antrieb LE-5, der wiederzündbar ist und eine Schlüsselkomponente der Eigenentwicklung Japans darstellt. Es handelt sich hierbei um einen Antrieb, der internationale Vergleiche nicht zu scheuen braucht. Der Feststoff-Motor der dritten Stufe wurde unter Verwendung moderner Technologien ebenfalls verbessert und in seiner Leistung gesteigert. Das moderne Führungs- und Flugsteuerungssystem mit Führungscomputer ist ebenfalls eine Eigenentwicklung der NASDA in Zusammenarbeit mit Japans Industrie. Der erste erfolgreiche Start der H-I erfolgte am 13. 8. 1986 mit den beiden Satelliten EG S „Ajisai“ und Ja S-1 „Fuji“.

Trägerrakete H-II

Die noch leistungsfähigere H-II soll ab 1992 einsatzbereit sein und mit dem Start des Technologie-Satelliten ETS VI ihre Premiere nach einem eventuell vorhergehenden Testflug haben. Ziel ist es, geostationäre Satelliten der 2-Tonnen-Klasse auf eine Umlaufbahn oder eine 2 bis 3 Tonnen schwere Sonde zur Venus oder zum Mars bringen zu können.

¹ (Über die Aktivitäten der ISAS berichteten wir bereits in *27* (1989) 1, S. 17ff.)

Für die erste Stufe wird mit dem LE-7 ein neues Triebwerk entwickelt. Eine weitere Neuentwicklung stellen die Feststoff-Zusatzausbooster dar, die zusammen ungefähr 1570 kN Schub bringen sollen (zwei Stück sind vorgesehen).

Das Führungs- und Lenksystem ist mit modernster Laser-Kreiseltechnik ausgestattet.

Die H-II soll gleichfalls als Trägersystem für die Raumfahrt HOPE dienen.

Derzeitig finden mit kleinen Modellraketen TR (Test Rocket), die genau einem Viertel der Originalgröße der H-II entsprechen, Flugtests statt, die der weiteren Vervollkommnung der Konstruktion dienen sollen.

Tabelle: Daten der Trägerraketen der NASDA

Typ	Länge	Durch- messer	Masse	Nutzlastkapazität auf geostat. Bahn
N-I	33 m	2,4 m	90 t	130 kg
N-II	35 m	2,4 m	135 t	350 kg
H-I	40 m	2,4 m	140 t	550 kg
H-II	49 m	4,0 m	256 t	2200 kg

Satellitenprogramm der NASDA

Technologische Raumflugkörper

Die Engineering Test Satellites (ETS) dienen hauptsächlich den Tests neuer Systeme und Technologien zur Vorbereitung anderer Satellitentypen. So diente ETS V, gestartet im August 1987, zum Beispiel dem Test eines sogenannten dreiachsen-stabilisierten Bussystems für künftige Nachrichtensatelliten. 1992 sollen mit ETS VI die Grundsysteme einer neuen geostationären Satellitengeneration der 2-Tonnen-Klasse getestet werden.

Start	Rakete	Masse	Bahn (Perig./ Apog.)
-------	--------	-------	-------------------------

ETS 1 „Kiku“	9. 9. 75	N-I-1	82,5 kg 1000 x 1000 km
ETS 2 „Kiku 2“	23. 2. 77	N-I-3	130 kg geostat.
ETS 3 „Kiku 3“	3. 9. 82	N-I-7	385 kg 1000 x 1000 km
ETS 4 „Kiku 4“	11. 2. 81	N-II-1	640 kg 225/ 36000 km
ETS 5 „Kiku 5“	27. 8. 87	H-I-2	550 kg geost.
ETS 6	1992	H-II	rd. 2 t geost.

Kommunikations- und TV-Satelliten

Zur Entwicklung und Nutzung von Technologien der Kommunikation über Satelliten auf geostationären Umlaufbahnen dienen die im Folgenden aufgeführten Satelliten der NASDA. Während die ECS-Satelliten technologischen und Systemtests dienen, sind die Satelliten der CS-Serie für Kommunikationsaufgaben im Millimeter-

und Mikrowellenbereich vorgesehen. Die Satelliten der BS-Serie dienen der Übertragung von TV-Programmen über das ganze Land. Über kleine Parabol-Antennen und einen speziellen Tuner können in Japan nun auch in entlegenen Gebieten Fernsehprogramme hoher Qualität empfangen werden.

	Start	Rakete	Masse	Bahn (Perig./ Apog.)
ECS „Ayame“	6. 2. 79	N-I-5	130 kg	geostat.
ECS 2 „Ayame 2“	22. 2. 80	N-I-6	130 kg	geostat.
CS „Sakura“	15. 12. 77	Delta	350 kg	geostat.
CS 2 „Sakura 2“	4. 2. 83	N-II-3	350 kg	geostat.
CS 2b „Sakura 2b“	6. 8. 83	N-II-4	350 kg	geostat.
CS 3a „Sakura 3b“	19. 2. 88	H-I	550 kg	geostat.
CS 3b „Sakura 3b“	16. 9. 88	H-I	550 kg	geostat.
BS „Yuri“	8. 4. 78	Delta	350 kg	geostat.
BS 2a „Yuri 2a“	23. 1. 84	N-II-5	350 kg	geostat.
BS 2b „Yuri 2b“	12. 2. 86	N-II-7	350 kg	geostat.
BS 3a „Yuri 3a“	1990	H-I	550 kg	geostat.
BS 3b „Yuri 3b“	1991	H-I	550 kg	geostat.

Meteorologische und Fernerkundungssatelliten

Für das aus mehreren Inseln bestehende Japan und die in diesen Regionen oft wütenden Unwetter und Erdbeben spielen modernste Techniken mit Hilfe von Satelliten zur Wettervorhersage, Fernerkundung und geodätischen Vermessung eine außerordentliche Rolle. Dementsprechend wurden auch dem Aufgabenzweck angepaßte Satelliten entwickelt oder befinden sich in der Planungsphase. Im wesentlichen sind das ISS (Ionosphere Sounding Satellite), EGS (Experimental Geodetic Satellite), GMS (Geostationary Meteorological Satellite), MOS (Marine Observation Satellite). In Entwicklung befindet sich JERS (Japan Earth Resources Satellite).

	Start	Rakete	Masse	Bahn (Perig./ Apog.)
ISS	29. 2. 76	N-I-2	139 kg	rd. 1000 km
ISS-b	16. 2. 78	N-I-4	141 kg	rd. 1000 km
EGS	13. 8. 86	H-I-1	685 kg	rd. 1500 km
GMS „Himawari“	14. 7. 77	Delta	303 kg	geostat.
GMS 2 „Himawari 2“	11. 8. 81	N-II-2	296 kg	geostat.
GMS 3 „Himawari 3“	3. 8. 84	N-II-6	303 kg	geostat.
GMS 4 „Himawari 4“	1989	H-I	745 kg	geostat.
GMS 5 „Himawari 5“	1993	H-II		
MOS 1 „Momo“	19. 2. 87	N-II-8	740 kg	rd. 900 km
MOS 1b			1990	H-I
JERS 1	1992	H-I	1400 kg	sonnensyn. rd. 570 km

Internationale Zusammenarbeit

Außerhalb der beschriebenen Programme beteiligt sich die NASDA im Rahmen internationaler Kooperationen an weiteren Projekten und führt

Vorarbeiten dazu durch. So soll 1991 an Bord des amerikanischen Space Shuttle das mit japanischen Experimenten ausgestattete Spacelab-J unter Beteiligung eines japanischen Nutzlastspezialisten fliegen. Hauptteil der Experimente wird der FMPT (First Material Processing Test) sein. Dabei werden 22 Experimente der Materialforschung und 12 auf dem Gebiet der kosmischen Medizin und Biologie durchgeführt. Ein weiteres Programm ist die Space Flyer Unit, die zusammen mit dem Weltraumforschungsinstitut ISAS vorbereitet wird. Sie soll 1992 mit einer H-II-Trägerrakete in den Weltraum gebracht werden.

Ein wichtiger Programmpunkt der NASDA ist der eigene Modul an der amerikanischen Raumstation „Freedom“, der unter der Programmbezeichnung JEM (Japanese Experiment Module) läuft. Das System wird aus drei Teilen bestehen, einem Druckmodul für die Arbeit der Nutzlastspezialisten und einen großen Teil der Experimente, einer Exposure Facility bestehend aus zwei Paletten und einem Manipulatorarm und einem Logistik-Modul, ein Container, der Materialien und Hilfsmedien liefert und den Transport zwischen dem JEM und der Erde sichert.

Mit der UdSSR wurden nach anfänglicher Zurückhaltung mehrere Kooperationsprojekte beschlossen. Jüngste Vereinbarung ist die Teilnahme eines japanischen Journalisten an einem Raumflug zur Station Mir bis spätestens Mitte 1991. Ferner beteiligt sich Japan an den sowjetischen Programmen Luna 92 und Spektrum-Röntgen-Gamma (1993).

Gemeinsame Aufgaben werden auch mit der ESA und der BRD auf dem Gebiet der Mikrogravitationsforschung, mit Frankreich im Datenaustausch der SPOT und MOS-I Informationen sowie mit Thailand im Bereich der Geofernerkundung bearbeitet.

Bodenkomplexe der NASDA

Zur Absicherung und Durchführung dieses komplexen Programmes werden von der NASDA eine Reihe von Zentren zur Forschung und Entwicklung, zum Bau, Test und Start von Satelliten und der Herstellung von Trägerraketen betrieben.

Zuerst wäre das Netz der *Tracking and Control Stations* zu nennen (Bahnverfolgung und Flugführung), das zum Start und dem Betrieb der Satelliten sowohl der NASDA als auch des ISAS ge-

nutzt wird. Zentrale ist das Tracking and Control Center in Tsukuba. Dem Netz gehören weitere fünf Stationen an, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Tsukuba Space Center

Das Tsukuba Space Center nimmt eine zentrale Rolle bei nahezu allen Arbeiten der NASDA ein. Es ist das Hauptzentrum für Forschung und Entwicklung, und es ist Sitz der Administration der NASDA.

Zur Realisierung dieser Aufgaben sind auf dem Gelände des Zentrums insgesamt 17 Labors, Zentren und Gebäudekomplexe für die verschiedenen Aufgaben vorhanden. Dazu gehören allein 10 verschiedene Test- und Prüfeinrichtungen.

Tanegashima Space Center

Das Tanegashima Space Center ist süd-östlich auf den Tanegashima Islands untergebracht und ist der Standort der Startrampen, wie der Takesaki Range für kleine Raketen, der Osaki Range für die H-I-Träger und später die H-II und weiteren Einrichtungen, die für die Startvorbereitung und den Start von Raketen benötigt werden, wie z. B. Radarstationen, Gebäude für die Montage und den Test der Raketen und die Starteinrichtungen. Insgesamt sind auf 8,6 km² 16 verschiedene Komplexe und Einrichtungen untergebracht.

Erdbeobachtungszentrum

Das Earth Observation Center wurde 1978 in Hattogama-nahi eröffnet und ist verantwortlich für den Empfang und die Bearbeitung der Daten von Fernerkundungssatelliten wie MOS-1 „Momo“, aber auch von den amerikanischen Landsat-Satelliten. Die Daten werden sowohl für die eigene Arbeit genutzt, als auch an verschiedene Anwender in Japan weitergegeben.

Kakuda Propulsion Center

Das Zentrum wurde 1980 gegründet und spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung eigener moderner Antriebssysteme für Raketen und Satelliten wie z. B. die LE-5 und LE-7-Antriebe.

Projekt Phobos für Österreich doch ein Erfolg

W. RIEDLER

Wie erinnerlich, waren die sowjetischen Weltraumsonden PHOBOS 1 am 5. 7. 1988 und PHOBOS 2 am 12. 7. 1988 von Baikonur in Kasachstan gestartet worden. An Bord befanden sich auch österreichische Meßgeräte, vor allem je ein Magnetometer zur Bestimmung der interplanetaren Felder bzw. zur Messung des Magnetfeldes rund um Mars. Ferner war das Institut für Weltraumforschung an zwei Meßgeräten des Sonnenwindes – des ständig von der Sonne ausgehenden, leitfähigen Plasmas – und ebenfalls an zwei Geräten zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Oberfläche des Marsmondes Phobos beteiligt.

PHOBOS 1 wurde im September 1988 von der Bodenfunkstelle Kaliningrad in der Nähe von Moskau versehentlich abgeschaltet und war auch später trotz vieler Versuche der Flugleitstelle nicht mehr reaktivierbar. PHOBOS 2 hingegen funktionierte bis 27. 3. 1989 einwandfrei und war vorher (am 29. 1. 1989) in eine Marsumlaufbahn eingeschwenkt, die dann laufend zum Zweck der Annäherung an den Marsmond Phobos verändert wurde. Nach dem letzten dieser Manöver war aus bisher nicht ganz geklärten Gründen kein Kontakt zur Sonde mehr herstellbar, d. h. es mußte jener Teil des Unternehmens, der sich auf die Erforschung dieses Marsmondes selbst bezog, entfallen.

Nun muß man aber betonen, daß ein Großteil des vorgesehenen Programms durchgeführt werden konnte, nämlich jene Abschnitte, die sich auf die weitere Erforschung der Magnetosphäre der Erde (bald nach dem Start), des Sonnenwindes im interplanetaren Raum und den Planeten Mars selbst bezogen. Während all dieser Monate lieferte PHOBOS 2 aus österreichischer Sicht hervorragende Daten und auch PHOBOS 1 war bis zu dem unglückseligen falschen Befehl voll einsatzfähig. So konnten neue Ergebnisse über die Magnetosphäre der Erde, die Verhältnisse im Sonnenwind und vor allem über das Magnetfeld des Mars (und dies waren immerhin erstmalige Messungen) gewonnen werden.

Aus internationaler Sicht ist es zwar sehr schade, daß die nähere Untersuchung des Marsmondes

Phobos – von dem übrigens knapp vor dem „Ableben“ der Sonde PHOBOS 2 noch sehr gute Bilder gewonnen wurden – nicht durchgeführt werden konnte, doch konnte das Institut für Weltraumforschung in Graz rund 90 % des geplanten Programms absolvieren.

(Mit freundlichen Genehmigung entnommen aus: Der Sternenbote 1989/5, S. 95–97.)

*

Das Universarium

HAGEN HINSCHING

Die Entwicklung und die Produktion von Planetarien haben in Jena eine langjährige Tradition. Seit 1923 wurden hier bereits über 400 Anlagen zur Projektion eines künstlichen Sternhimmels gefertigt und in viele Länder der Welt geliefert. Dem internationalen Trend folgend, wurde vor nunmehr drei Jahren beim Kombinat VEB Carl Zeiss Jena mit der Konstruktion eines völlig neuartigen Projektionsgerätes begonnen und bis zum Bau eines Prototyps vorangetrieben.

Das UNIVERSARIUM (Abb.), entwickelt auf der Grundlage einer neuen Konzeption, unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht wesentlich von seinen Vorgängern. Das äußert sich bereits im völlig veränderten Erscheinungsbild. Die fast schon symbolische Hantelform des mechanischen Gesamtaufbaues herkömmlicher Planetariumsprojektoren ist verschwunden.

Es sind im wesentlichen zwei Gründe, die, ausgehend von den heutigen Möglichkeiten der Rechentechnik, zu dieser Entwicklung geführt haben:

1. Überwindung der durch die bisherige Getriebekopplung zwischen den Planetenprojektorantrieben bewirkten geozentrischen und gegenwartsnahen Darstellungsweise des Planetensystems
2. Einsatz von Planetariumsprojektoren in Kuppeln mit geneigtem Horizont

Den Grundstein des UNIVERSARIUMs bildet die Fixsternkugel, eine um drei unabhängige Achsen bewegliche Einheit, die außer der Darstellung des Fixsternhimmels mit mehr als 9000 Sternen und der Milchstraße über eine ganze Reihe zusätzlicher Projektionsmöglichkeiten

ten verfügt (z. B. Himmelsäquator, Ekliptik, Sternbildfiguren, Windrose) wie sie bereits vom COSMORAMA hier bekannt sind.

Für die 32 einzelnen Fixsternprojektoren, die auf den beiden Halbkugeln angeordnet sind, wurde erstmals ein völlig neues, inzwischen patentiertes Funktionsprinzip angewendet: Jeder einzelnen Stern (etwa 300 bis 500 pro Feld) wird nunmehr das für die Projektion benötigte Licht über eine Glasfaser zugeführt.

Die daraus resultierende enorme Steigerung des lichttechnischen Wirkungsgrades zeigt ein Vergleich mit der Fixsternprojektion des Großplanetariums COSMORAMA. Mit nur 1/15 der eingesetzten elektrischen Leistung (100 Watt gegenüber bisher 1500 Watt) kann die an der Kuppelfläche erreichbare Beleuchtungsstärke auf etwa das zehnfache gesteigert werden. Die dadurch mögliche Verkleinerung der Fixsternscheibchen führt zu einem Sternhimmel von außerordentlicher Brillanz.

Die Projektoren für die Darstellung der Planeten einschließlich Sonne und Mond werden mechanisch getrennt von der Fixsternkugel aufgestellt.

Auch hier kommt eine neue patentierte Prinziplösung zur Anwendung.

Der Grundgedanke dieser Projektionseinrichtung besteht darin, daß sowohl der eigentliche Projektor (bilderzeugendes System) als auch die Positionsantriebe für zwei Ablenkspiegel räumlich fest angeordnet sind. Daraus ergeben sich eine Reihe von Vorteilen:

- Schleifringe oder Schleppkabel zur Leistungs- bzw. Informationsübertragung können vermieden werden
- Die zu bewegenden Massen und die damit verbundenen Trägheitsmomente bleiben klein
- Die erreichbare Dynamik der Antriebe ist trotz geringer Antriebsleistung sehr hoch (ca. 1 U/s bis < 1 U/h)
- Der feststehende Projektor kann leistungsfähig ausgebaut werden (6-fach Diawechsel, 15-fach Zoom, Bildfelddrehung, Fokussierung).
- Es wird eine Aufstellfläche von nur etwa 1,2 m² für das gesamte Projektorfeld benötigt
- Die Masse der Einzelprojektoren einschließlich des dazugehörigen Positionierungssystems bleibt mit 15 bis 20 kg relativ gering.

Die elektronische Steuerung des UNIVERSARIUMS baut auf den Erfahrungen mit dem Großplanetarium COSMORAMA auf und wurde entsprechend den neuen Erfordernissen weiterentwickelt. Für die nun mögliche Simulation von Raumflügen innerhalb unseres Planetensystems ist die rechnergesteuerte Koordinierung einer großen Anzahl freibeweglicher Achsen erforderlich. Hierfür ist ein leistungsfähiges Hardware- und Softwaresystem geschaffen worden.

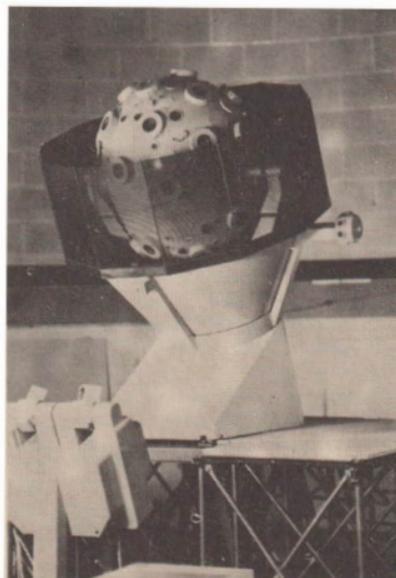
Das erste Planetarium einer neuen Generation aus dem Kombinat VEB Carl Zeiss Jena wurde Anfang Mai 1989 im Wissenschaftszentrum „Heureka“ in Vantaa nahe der finnischen Hauptstadt Helsinki seiner Bestimmung übergeben.

Weiterführende Informationen besonders zu technischen Einzelheiten sind in der JENAER RUNDSCHAU 2/1988 enthalten.

Verkaufe funktionstücht. Blinkkomperator, älteres Modell. – Marco Peuschel, Dr.-Friedrich-Str. 68, Schöneck, 9655.

Tausche Cassegrain 160/1800 (Eigenbau) gegen Telemator (oder Verkauf). – T. Dalchow, Schmellwitzer Str. 4, Cottbus, 7500.

Suche Okulare f = 4; 10; 12,5; 25-30 mm, Barlowlinse 2x, parall. Mont. Ib. – Angebote mit Preisangabe an Torsten Edelmann, Gartenweg 4, Waldau, 6111.



Zwischen den Konzerten ...

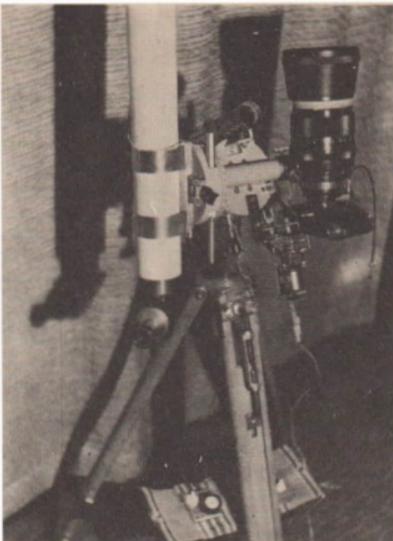
Astrofotografie in Argentinien

WOLFRAM FISCHER

Als Mitglied des Gewandhausorchesters hatte ich zum zweiten Male das Glück, im April 1988, nach Südamerika zu reisen. Zusammen mit der Cubareise 1978 war es mein dritter himmelsfotografischer Einsatz in südlicheren Breiten. Es versteht sich, daß die anspruchsvollen künstlerischen Aufgaben als Musiker im Vordergrund standen. Bedenkt man dies, wird verständlich, daß die zusätzlich auferlegte himmelsfotografische Zielstellung eine außerordentliche physische Belastung darstellte. Nebenbei galt es, die Nachwirkungen der langen Flugreise und fünfstündigen Zeitumstellung zu verkraffen. Ein nicht unerhebliches Problem bedeutete der Transport der ca. 10 kg-Astroausstattung im Fluggepäck. Hilfsbereiten Kollegen ist es mit zu danken, daß dies möglich wurde.

Die Reiseausrüstung

Die Grundausstattung der Reiseausrüstung bestand, analog der bei früheren Reisen, aus einer veränderten T-Montierung, einem Leitrohr 50/540 mit Zenitprisma und 6 mm-Fadenkreuzokular, einer EXAKTA VX 500 mit Sonnar 2,8/180 und Lydith 3,5/30. Die Montierung wurde auf ein kräftiges Foto-Holzstativ mit angebrachtem 20 mm-Aufsatzzapfen gesetzt. Zur Feineinstellung der Polhöhe war an einem Stativbein ein umgebauter Seilspanner so angebracht, daß sich bei dessen Drehung die Länge des Stativbeins veränderte. Dieses Stativbein wurde bei der Aufstellung in Nord-Südrichtung gebracht. Um eine bessere Aufnahmequalität und überhaupt mehr Aufnahmen erzielen zu können, war es notwendig, die Nachführung nicht mehr von Hand an der Feinbewegung ausführen zu müssen. Dies ist auf die Dauer nicht sehr genau und eine Tortur. Im weiteren galt es, die Zeit zur genauen parallaktischen Aufstellung der Montierung bedeutend zu verringern. Bei früheren Reisen hatte ich kostbare Stunden mit Scheinerscher Justierarbeit vertragen. Die Komplettierung meiner Ausrüstung mit einer batteriebetriebenen automatischen Nachführung und einem Polsucher war bedeutsam. Die hobbymäßige Reisevorbereitung konzentrierte sich deshalb auf die Realisierung dieser Dinge. Als einfachste und sicherste Möglichkeit einer Nachführung an der T-Montierung, ent-



**Abb. 1: Mein Reiseinstrument in Südamerika.
Siehe die Bildseiten I-V!**

schied ich mich, die Gewindespindel der Feinbewegung direkt über ein Getriebe anzutreiben. In etwa 5 Min. und 15 Sek. muß eine Umdrehung erfolgen, und ein Schneckenrad ist nicht erforderlich. Die Nachführdauer ist auf etwa 42 Minuten begrenzt. Aus drei simplen Zahnradgetriebeteilen, angetrieben von dem 4,5 V Gleichstrommotor eines Spielzeugfernlenkautos, bastelte ich eine leichte und verlässliche Nachführung. Für den Zusammenschluß der einzelnen Getriebeteile ließ ich (z. T. sehr kleine) Adapterstücke drehen. Einige Gewindebohrungen für die Arretierung wurden zur Sicherheit dreifach ausgelegt. Da die Gewindespindel beim Nachführen allmählich ihre Stellung verändert (auf der Nordhalbkugel sich einwärts- und im Süden herausdrehen muß), das Getriebe aber fest an der Montierung sitzt, wurde der Schraubenkopf der Gewindespindel an der Antriebsführung gleitend ausgelegt. Nach Auslaufen der Gewindespindel muß die Arretierung eines Zahnrades gelöst werden und die Spindel in Ausgangsstellung zurückgeschraubt werden. Zur Einregulierung der erforderlichen Motordrehzahl (bzw. zur Korrektur) benutzte ich einen 100Ω Drehwiderstand. Die Nachführung ist hiermit bequem und im

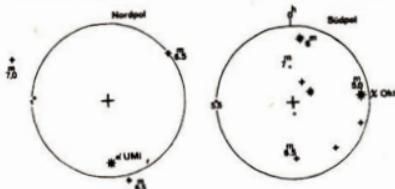


Abb. 2: Polkärtchen für 1988.

Rahmen der angestrebten Genauigkeit sehr befriedigend. In Anbetracht der stark fremdlichtbelasteten Beobachtungsbedingungen waren Belichtungszeiten bis 40 Minuten ausreichend. Um auch schwächere Sterne als Leitstern benutzen zu können, verwendete ich als Dunkelfeldbeleuchtung eine durch Potentiometer regulierbare Glühbirne, einfach vor das Objektiv gehängt. Die Anbringung eines kleinen Polsucherfernrohrs an der T-Montierung brachte ein Erfolgsergebnis und ist sehr empfehlenswert. Dieses aus einer „Kratzsch-Optik“ (Obj. 31,5/122 und einigen Okularlinsen) gebastelte kleine Fernrohr mit Fadenkreuz wurde neben dem Stundenteilkreis in Polrichtung justier- und fixierbar montiert. Entscheidend danach ist die exakte parallele Ausrichtung des Polsuchers zur Stundenachse. Diese wird erreicht, indem bei Tage ein ferner Landschaftspunkt mit dem Fadenkreuz anvisiert wird. Dreht man die Stundenachse um 180 Grad, muß bei exakter Justierung das Fadenkreuz stets auf dieselbe Stelle zeigen. Die Ungenauigkeit durch die Parallaxe ist unbedeutend. Entgegen anderer Empfehlungen kann nun einfach und mit ausreichender Genauigkeit mit einem Umgebungskärtchen (Abb. 2) die Position des Himmelspols mit dem Fadenkreuz des Polsuchers zur Deckung gebracht werden. Dies ist besonders leicht auf der Nordhalbkugel, durch die große Helligkeit des Polarsterns (Polabstand z. Z. 48°). Mit dem Anvisieren der Polposition, ist die parallaktische Aufstellung beendet. Schon mein erster praktischer Versuch brachte mit wenigen Handgriffen eine erstaunliche Aufstellungsgenauigkeit. Jeder Himmelsfotografen mit transportablem Gerät ist zur Anbringung eines Polsuchers zu raten.

Ein verblüffend kniffliges Problem stellte die Bestimmung der gegenwärtigen Position der Himmelspole unter den Sternen dar. Da ich als Vorlage für die Umgebungskärtchen den Bečvář-At-

las mit dem Äquinoktium von 1950 verwendete, galt es, die jetzigen Koordinaten der Pole in Bezug auf das Gradnetz von 1950 zu berechnen. Sternfreund Bernd Hanisch löste diese Aufgabe. Danach lauten die gegenwärtigen (1988) Koordinaten der Pole im Gradnetz von 1950:

Nordpol $\alpha = 23^{\text{h}} 53^{\text{m}} 42^{\text{s}}$; $\delta = +89^{\circ} 78'$
 Südpol $\alpha = 11^{\text{h}} 53^{\text{m}} 42^{\text{s}}$; $\delta = -89^{\circ} 78'$

Als Filmmaterial konnte ich erstmals den derzeitigen internationalen Spitzenrenner in der Astro-Amateurpraxis, einen gashypersensibilisierten Kodak Technical Pan 2415-Film einsetzen. Dieser panchromatische Film besitzt hypersensibilisiert eine Sofortempfindlichkeit von 24-25 DIN. In der Langzeitfotografie übertrifft er jedoch die gebräuchlichen Filme bei weitem, dank seines Schwarzschildexponenten nahe 1 und dies bei einer Auflösung von 320 Linien/mm (NP 15 besitzt 111 Linien/mm Auflösung). Die unter optimalen Bedingungen mögliche Belichtungszeit (in Minuten) errechnet sich bei diesem Film nach der Formel $2,5 \cdot n^2$ (n = Blendenzahl). Zur Unterdrückung des Fremdlichtes und zur Hervorhebung von Wasserstoffnebeln belichtete ich die meisten Aufnahmen mit einem Lumicon Ha-Pass-Filter mit 82 mm Ø. Es handelt sich bei diesem strengen Rotfilter um ein speziell auf die Ha-Wellenlänge (656 nm) abgestimmtes, beiderseits vergütetes Farbglas. Dadurch waren bei Blende 2,8 Belichtungszeiten bis 40 Minuten in Buenos Aires sinnvoll.

Das Erlebnis „Südhimmel“

Die Südamerika-Tournee des Gewandhauses begann in Buenos Aires. Um von Leipzig nach Buenos Aires zu gelangen, müssen knapp 1/4 Erderrund, etwa 86 Breitgrade nach Süden überwunden werden. Die Breite von $-34^{\circ} 9'$ ist zu vergleichen mit Kapstadt oder Sydney. Das Europäische-Süd-Observatorium (ESO) in der Atacama-Wüste in Chile dagegen liegt ca. 12 Breitgrade nördlicher. Von Buenos Aires aus den Sternhimmel zu betrachten, heißt Himmelsregionen, die in der Heimat niemals aus dem Dunst des Südhorizontes steigen, im Zenit zu erleben und darunter in großer Höhe den gesamten Südhimmel sehen zu können. Sternbild Kreuz, der Wegweiser zur Südrichtung, kulminierte während des Aufenthaltes gegen Mitternacht in etwa 60° Höhe, gefolgt von β und α Centauri. Die vier

hellsten Sterne, Sirius, Canopus, α Centauri und Arctur waren am Abendhimmel zu gleicher Zeit sichtbar. Achernar, der Hauptstern des weit zum Südpol reichenden Eridanus, war zirkumpolar in seiner unteren Kulmination zu beobachten. Sternbild Scorpion, das wohl eindrucks vollste südliche Sternbild, stieg flach liegend vom Osthorizont steil empor und kulminierte zusammen mit dem Schützen in den Morgenstunden in Zenitregion. Die hellen Sternwolken im Milchstraßen zentrum, noch erheblich intensiver als „unsere“ Schildwolke, durchdrangen selbst die Lichtglocke im Zentrum der 10-Millionenmetropole. Am Nordhimmel, die Sterne von rechts nach links laufend, standen die bekannten Sternbilder auf dem Kopf. Wega war tief über dem Nordhorizont sichtbar. Leider befanden sich die Magellanschen Wolken zu dieser Jahreszeit in ungünstiger Position und waren im Großstadtlicht unsichtbar. Eindrucksvoll schimmerten aber die hellen Sternhaufen und der Eta-Carinae-Nebel im Kiel mit bloßem Auge durch. Auch der Kugelhaufen ω Centauri war in Zenitnähe mit bloßem Auge auszumachen und bot ein beeindruckendes Bild im R 50/540 (schon Randauflösung).

Die praktische Beobachtung und ihre Auswertung

Meine beobachterische Tätigkeit beschränkte sich auf die 9 Tage unseres Aufenthaltes in Buenos Aires. Hier war der Südhimmel am prächtigsten zu erleben und in diese Zeit fiel glücklicherweise eine Neumondphase. Ein weiterer glücklicher Umstand war, daß sich in den wenigen Tagen unseres Aufenthaltes vier ungewöhnlich klare Nächte boten. Obwohl die spätherbstliche Aprilwitterung in Buenos Aires oft regnerisch ist. Als Beobachtungsplatz hatte ich, schon bald nach Ankunft, das Hotel dach erkundet. Dieses konnte problemlos betreten werden und gewährte einen recht guten Ausblick und Schutz vor direkter Straßenbeleuchtung. Der Weg vom Hotelzimmer zum Beobachtungsplatz war kurz und gefahrlos.

Das Instrumentarium hatte den Transport tadellos überstanden und hätte, dank mitgeführtem Werkzeug und verschiedener Ersatzteile, in allen nur denkbaren Fällen repariert werden können. Trotz aller Erprobungen des Gerätes am heimatlichen Himmel war der Einsatz des Polsuchers am Südpol Neuland für mich. Da die Optik schwach

und die Dunkelanpassung des Auges mangelhaft war, konnte ich lediglich die hellsten Sterne der Südpolregion erkennen. Am ersten Abend gelang es mir nicht, die beobachteten Sterngruppierungen auf der Sternkarte zu identifizieren. Die Wahl einer falschen Sterngruppe führte zu einem merklichen Aufstellungsfehler, der nachgescheint werden mußte. Die Zuordnung der beobachteten Sternfiguren gelang erst am Folgetag durch ruhige Überlegung. Ich bestimmte den zu erwartenden Positionswinkel der Polsterne. In der kommenden Nacht hatte ich keine Mühe mehr die exakte Position zu finden. Geringe Aufstellungsfehler rührten von der leichten Dejustierung des Polsuchers durch den Transport her. In den vier Beobachtungsnächten absolvierte ich 14 Beobachtungsstunden und belichtete ebensoviele Aufnahmen. Schwächere Objekte wurden mit Hilfe der Teilkreise eingestellt. Die Aufnahme der Großen Magellanschen Wolke mißglückte leider aufnahmetechnisch. Das Objekt stand sehr ungünstig. Leitrohr und Kamera ließen sich nicht gemeinsam auf das Objekt stellen, da das Leitrohr vorher an der Montierung anstieß. Ich konnte lediglich die Kamera ausrichten und drehte das Leitrohr ca. 40° nach Norden. Schon wenige Deklinationskorrekturen verursachten so Strichbildungen.

Die Wahl der Belichtungszeit basierte auf Erfahrungen bei Testaufnahmen am Leipziger Himmel. Die Auswertung der mitgebrachten Aufnahmen zeigte aber, daß die Fremdlichtbelastung in Buenos Aires noch etwa doppelt so groß war wie an meinem Beobachtungsplatz in Leipzig. Ohne Filter und bei Blende 5,6 war mein Film nach 10 min maximal belichtet und nach 20 min total schwarz. Dieser Film sollte sich mit Blende 5,6 unter idealen Bedingungen 80 Minuten belichten lassen! Die Wirkung des Spezial-Rötfilters ist, in Anbetracht der großen Reichweite der Aufnahmen, hoch einzuschätzen.

Die Anfertigung der Kopien war problematisch, da der hypersens. Kodak-Film bei Verwendung unter großer Luftfeuchtigkeit zu erhöhtem chemischen Schleier neigt. Dies war verstärkt bei meinem Film eingetreten. Ich klärte den chemischen Schleier mittels Abschwächer. Die Lichtstärkeabnahme zum Bildrand beim Sonnar 2,8/180 und gelegentliche Inhomogenitäten des hypersensibilisierten Films waren bei der Anfertigung der Kopien nur durch komplizierte Abwechselmanöver annähernd auszugleichen. Bei den

Aufnahmen wird z. T., infolge der hohen Dichte der Negative, eine gewisse Körnigkeit vorgetäuscht (s. Bild-S. 12) Die Angabe der Nordrichtung und des Maßstabes auf den Bildern erschien mir (bei den unseren Sternfreunden wenig bekannten Himmelsregionen) wichtig. Vor

allem bei den Weitwinkelaunahmen variieren Nordrichtung und Maßstab auf einem Bild infolge der planen Wiedergabe des sphärischen Himmels und optischer Verzeichnung erheblich. Die Einzeichnungen können aber als Orientierungshilfe dienen (Vgl. BS I-V!)

Sonnenfleckenrelativzahlen Mai bis August 1989

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

	Mai		Juni		Juli		August	
	SIDC	AKS	SIDC	AKS	SIDC	AKS	SIDC	AKS
1	93	111	136	194	128	167	158	197
2	94	124	148	211	149	210	187	223
3	85	118	154	218	129	196	193	235
4	97	127	157	211	120	156	210	244
5	83	117	171	203	101	143	227	317
6	105	129	145	182	120	166	220	321
7	134	171	130	195	149	201	206	291
8	149	206	143	236	141	202	210	312
9	137	186	168	221	116	156	218	315
10	123	155	192	271	104	135	200	292
11	115	137	203	236	136	173	202	299
12	115	150	218	332	111	156	188	278
13	129	159	253	347	116	157	198	288
14	123	171	251	346	116	151	189	279
15	148	202	264	351	92	128	196	287
16	161	204	265	356	91	127	169	263
17	161	212	233	333	99	140	192	274
18	177	225	216	286	113	154	189	278
19	191	276	235	302	138	194	202	291
20	195	257	232	299	149	210	209	298
21	168	222	187	261	162	227	203	279
22	156	211	174	252	197	304	160	217
23	180	240	196	281	195	296	133	188
24	196	268	215	287	168	261	129	169
25	173	227	227	303	132	183	100	134
26	157	209	237	346	111	147	95	110
27	163	214	206	301	105	144	57	80
28	130	173	187	208	75	100	50	71
29	121	143	182	215	112	144	70	99
30	122	152	156	189	125	186	94	122
31	111	152			132	188	116	159
M	138,4	182,5	196,0	265,8	126,8	177,5	166,8	232,6

A. KOECKELENBERGH

H. ALBERT

Alten Lesern, Autoren und Mitarbeitern in Redaktion und Druckerei wünschen wir für das neue Jahr 1990 beste Gesundheit, Freude und Erfolg bei der Arbeit an bewährten wie neuen Aufgaben und – bei allem notwendigen revolutionären Elan für Demokratie und Freiheit – kühlen Kopf und klaren Blick.

Prof. Dr. S. Marx, H. Albert

Das Eise-Eisinga-Planetarium

H. NIEUWENHUIS

Vor gut zweihundert Jahren baute der in Dronrijp geborene Wollkämmer Eise Eisinga (1744-1828) sein einzigartiges Planetarium. An der Wohnzimmerdecke seines Grachtenhauses im Zentrum Franekers bildete er im Maßstab eins zu einer Billion (1 mm = 1 Million km) das Sonnensystem nach. Zu jeder Tageszeit kann dort der Stand der Planeten abgelesen werden. Eisinga hat außerdem eine große Zahl astronomischer Uhren hergestellt, an Hand derer jederzeit der Wochentag, das Datum, der Auf- und Untergang von Sonne und Mond sowie alle Sonnen- und Mondfinsternisse auf der ganzen Welt abgelesen werden können.

Eine Voraussage des Weltuntergangs hat Eisinga zum Bau all dieser Instrumente veranlaßt. Am Morgen des 8. Mai 1774 sollten vier Planeten (Merkur, Venus, Mars und Jupiter) mit dem Mond im Sternzeichen des Widder zusammen treffen. Ein paar Monate vor dieser Konjunktion erschien ein Buch von einem „Freund der Wahrheit“, in dem stand, die Planeten würden an jedem Tag aufeinanderprallen. Dadurch würde die Erde aus ihrer Bahn geraten und im „Pfuhl des Feuers“, womit die Sonne gemeint war, untergehen. Dieses Buch löste unter der Bevölkerung eine so große Panik und Angst aus, daß von Amts wegen beschlossen wurde, es zu beschlagnahmen.

Als Eisinga, der wußte, daß diese Geschichte nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmte, sah, wie verängstigt die Leute waren, beschloß er, ein Planetarium zu bauen. Er wollte damit zeigen, wie sich die Planeten um die Sonne drehen. (Seine Frau erlaubte ihm, das Planetarium im Wohnzimmer zu bauen. Allerdings hatte Eisinga vergessen, ihr zu sagen, daß es sieben Jahre dauern würde. Von 1774 bis 1781 arbeitete er in seiner Freizeit an diesem Projekt.

Das Räderwerk besteht aus Reifen und Scheiben aus Eichenholz und 10.000 handgeschmiedeten Nägeln, die als Zähne dienen. Es wird vom Uhrwerk einer friesischen Pendeluhr gesteuert, dessen Pendel ursprünglich einen Meter lang sein sollte. Als die Uhr über der Bettinische installiert wurde, stellte sich heraus, daß es 20 cm in die

Bettinische hineinragte. Dies war für Pietje, Eisingas Frau, denn doch zuviel. Deshalb sah Eisinga sich gezwungen, das Pendel zu kürzen, wodurch das kleinste Rad des Uhrwerks für eine Umdrehung 45 anstatt 30 Sekunden benötigte. Da zu dem Zeitpunkt alles schon fertig war, mußte Eisinga von neuem Zahnräder berechnen und anfertigen, damit alles wieder so funktionierte, wie er es sich vorgestellt hatte. Der ganze Mechanismus wird von Gewichten angetrieben. Wie bereits erwähnt, benötigt das kleinste Rad 45 Sekunden für eine Umdrehung. Bei dem langsamsten Rad, das die Drehung des Planeten Saturn bewirkt, dauert eine Umdrehung fast 30 Jahre. Das kleinste Rad macht in dieser Zeit 20 Millionen Umdrehungen.

Vor allem die Art und Weise, in der es ausgeführt ist, macht dieses Planetarium zu etwas Besonderem. Neben der vielen Denk- und Rechenarbeit muß es Eisinga auch viel Mühe gekostet haben, das Planetarium nicht nur sehr präzise funktionieren zu lassen, sondern es auch noch schön zu gestalten. Das ist ihm ausgezeichnet gelungen. Das Planetarium ist eine wahre Augenweide. Die Tatsache, daß es schon seit zwei Jahrhunderten in Betrieb ist und in all den Jahren kaum etwas ersetzt werden mußte, verdient Bewunderung. Es ist auch faszinierend, daß man daran mit eigenen Augen sehen kann, wie alles konstruiert ist und funktioniert. Eisingas Planetarium ist übrigens das älteste Planetarium der Welt, das noch in Betrieb ist. (Vgl. dazu Bild-S. X.7)

Außer Eisingas Planetarium sind in dem Gebäude viele historische Instrumente (wie Teleskope und Sextanten) ausgestellt, die von Amateuren hergestellt wurden. Es sind auch zwei kleinere Planetarien zu sehen. Eines stammt von J. v. d. Meulen, einem Gerichtsvollzieher aus Snel. Er baute dieses schöne Exemplar in der Form eines Kabinettsschrances zwischen 1835 und 1842. W. Botjes, ein Uhrmacher und Goldschmied aus Nieuwe-Pekela, stellte in seiner Freizeit zwischen 1857 und 1868 zwei Planetarien her, von denen eines ebenfalls in unserem Besitz ist.

Im Eisinga-Planetarium sind schließlich auch noch einige Kuriositäten auf dem Gebiet der Astronomie zu besichtigen, wie Winkelmeßgeräte, Globen alte astronomische Karten und Tafeln sowie Handschriften und Bücher.

Es werden hier auch regelmäßig Ausstellungen über verschiedene Projekte und Themen gehal-

ten, die mit Astronomie und Raumfahrt zusammenhängen.

Hauptthemen sind die Planetenforschung, die Geschichte der Astronomie und natürlich die moderne Raumforschung.

Eise Eisingas Werke und Handschriften

Obwohl Eisinga keine höhere Schulbildung genossen hatte, war er auf dem Gebiet der Mathematik sehr begabt. Mit zwölf Jahren verließ er die Grundschule, um bei seinem Vater die Lehre als Wollkämmer anzutreten. Sein Vater, der ebenfalls viel von Mathematik verstand, förderte wahrscheinlich diese Veranlagung seiner beiden Söhne Eise und Stephanus. Da Eise besonders lernbegierig war, bekam er von seinem Vater die Erlaubnis, jede Woche einen Tag in Franeker zu verbringen, wo er unter Anleitung die ersten sechs, das elfte und zwölftes Buch Euklids durcharbeitete. Er selbst besaß damals außer der Logarithmentafel und den astronomischen Tafeln von van der Molen und La Hire keine Bücher, da sie ihm zu teuer waren. Er schrieb vieles aus Büchern ab, um selbständig damit arbeiten zu können.

Dank seines großen Eifers und Einsatzes beherrschte er die Mathematik bereits in jungen Jahren. Sein besonderes Interesse galt dabei der Astronomie. Schon mit siebzehn Jahren konnte er Sonnen- und Mondfinsternisse berechnen. Sehr zur Freude seines Vaters verfügte er neben diesen theoretischen Kenntnissen auch über eine praktische Veranlagung. Diese sollte ihm später beim Bau seines Planetariums von großem Nutzen sein.

1760, als er noch keine 16 war, schrieb Eisinga sein erstes Buch, in dem er sich mit mathematischen Problemen aus Euklids Werken auseinandersetzte. Das Buch umfaßt nicht weniger als 650 Seiten und ist mit Skizzen und Zeichnungen illustriert. Mit achtzehn Jahren (1762) schrieb er ein Buch mit dem Titel „Die Grundlagen der Astronomie oder Sternkunde – eine theoretische Abhandlung.“ Es enthält prächtige Zeichnungen, die den Ablauf von Sonnen- und Mondfinsternissen darstellen. Noch im selben Jahr erschien das Werk „Gnomone oder astronomische Uhren, mit Zirkel und Lineal auf die nördliche Breite von Dronrijp berechnet.“ 1763 vollendete Eisinga ein Buch, in dem alle Sonnen- und Mond-

finsternisse aufgezeichnet und berechnet sind, die von 1762 bis 1800 von Dronrijp aus zu sehen sein sollten. Ein paar Jahre später, 1765, schrieb er ein relativ einfaches Rechenbuch von 85 Seiten auf Mittelschulniveau, in dem er seine Berechnungen an Hand selbst erfundener Beispiele aus dem täglichen Leben erläuterte. Im selben Jahr schrieb er ein zweites Buch von 32 Seiten, das aus 100 mathematischen Aufgaben mit den dazugehörigen Lösungen und Illustrationen besteht. Die hundredste und letzte Aufgabe lautet folgendermaßen: „Nun, welchem Zwecke dienen diese Aufgaben und ihre Lösungen?“ Die „Lösung“ lautet: „Sie dienen als zusätzliche Übung zu den Büchern des Euklid, damit man sie auswendig lernt und damit gut auf eine Prüfung oder ähnliches vorbereitet ist.“

Es ist anzunehmen, daß Eisinga dieses Buch mit dem Ziel geschrieben hat, selbst die Formeln des Euklid so gut auswendig zu lernen, daß er jederzeit schnell und mühelos damit arbeiten konnte. Sowohl im täglichen Leben, in dem er zahlreiche öffentliche Ämter bekleidete, wie auch zum Beispiel bei den Berechnungen von astronomischen Uhren und Sonnen- und Mondfinsternissen hat er von diesen erworbenen Kenntnissen viel profitieren können. Dies gilt jedoch hauptsächlich für den Bau des Planetariums. Er hatte die Mathematik sozusagen im Kopf gespeichert und konnte sie jederzeit reproduzieren.

Dieses Manuskript enthält auch eine der interessantesten Passagen aus seinem Werk. Die Aufgabe lautet: „Warum ist die kreisförmige Linie die nützlichste von allen?“ Die „Lösung“ dazu lautet: „Durch die kreisförmige Linie erwerben wir unsere Kenntnisse von den Bewegungen der Himmelskörper, wodurch wir in solches Staunen versetzt werden, daß wir den Allwissenden Schöpfer preisen müssen. Und wenn wir ihre vollkommenen Bewegungen durch die Jahrhunderte beobachten und verfolgen und durch die kreisförmigen Linien und andere Entdeckungen machen, werden wir tiefere Einsicht erlangen.“ Danach folgt der bemerkenswerte Satz: „Richten Sie ihren Blick einmal auf das Räderwerk einer Mühle o. ä.“

Eisinga hat diese auffallende Passage zehn Jahre vor dem Bau seines Planetariums geschrieben. Sie gibt nicht nur Aufschluß über seine weltanschauliche Einstellung, sondern läßt uns vermuten, daß er, vielleicht unbewußt, schon damals mit dem Gedanken spielte, ein Planetarium zu

bauen. Der zuletzt zitierte Satz ist vor allem interessant, wenn man die Konstruktion der Zahnräder des Planetariums betrachtet. Diese Räder weisen nämlich eine große Ähnlichkeit mit den Rädern einer Mühle auf.

Nach der Vollendung seines heute so berühmten Planetariums schrieb Eisinga schließlich noch zwei Bücher mit Instruktionen über das Planetarium (1784). In den beiden fast identischen Büchern beschrieb er für seine Söhne Jelte und Jacobus die Konstruktion und Funktion des Planetariums. Im Planetarium sind drei Originalausgaben sowie Kopien der übrigen Werke Eisingas zu besichtigen.

Die Planetendioramen

Um den Besucher über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Astronomie und der Raumforschung auf dem laufenden zu halten, sind seit 1981 zehn Schaukästen mit Dioramen verschiedener Planeten im Museum aufgestellt. In jedem Kasten ist jeweils ein Planet dargestellt. Die Schaubilder werden regelmäßig den neuesten Entwicklungen bei der Erforschung des Sonnensystems angepaßt.

Jeder Schaukasten enthält ein Modell von der Oberfläche eines Planeten oder eines seiner Monde. Von den gasförmigen Planeten wurden Globen angefertigt. Als Ergänzung sind besonders interessante, mit Erläuterungen versehene Photographien zu sehen.

Ferner gibt es einige Modelle von Raumsonden, die viel zur Erforschung der Planeten beigetragen haben, wie die *Pioneer-Venus* (mit einem zusätzlichen Modell ihres Diamantenfensters und einem ungeschliffenen Diamanten) und die *Voyager*, eine der erfolgreichsten Sonden, die die NASA hergestellt hat.

Auch von dem europäischen Wettersatelliten *Meteosat* ist ein Modell vorhanden.

In diesem Teil des Museums befinden sich auch verschiedene Modelle von historischen Teleskopen, beispielsweise von dem Herschels, des Entdeckers des Uranus. Darunter findet sich ebenfalls der sogenannte „Himmelsgucker“, mit dem Chr. Huygens 1656 als erster die Ringe um Saturn wahrnahm. Auch Galileo Galilei und sein Fernrohr sind zu sehen.

Im letzten Schaukasten wird das *Space Shuttle*-Projekt gezeigt. Dieses hochentwickelte Raumschiff wird in den nächsten Jahrzehnten trotz der vielen Probleme des Unglücks mit der „Challen-

ger“ am 28. Januar 1986 eine wichtige Rolle bei der bemannten Raumforschung spielen. Dieses Diorama ist nicht nur historisch gesehen interessant, sondern verschafft auch Einsicht in den heutigen Stand der Raumforschung, da das Photo- und Datenmaterial regelmäßig dem neuesten Stand angepaßt wird.

(Vgl. dazu die Bildseite BS XII.)

Übersetzung: UVA Vertalers. Universität Amsterdam

*

AuR zu Gast bei Astrooptiker Michael Greßmann

JÜRGEN HELFRICH

In Falkensee bei Potsdam hat ein kleiner Betrieb seinen Sitz, der für astronomische Fach- und Amateurkreise eine weithin bekannte Adresse ist. Wilke und Greßmann – zwei Namen, die für hohe handwerkliche Kunst, für Präzision und Solidität stehen. Spiegel aller Dimensionen dieser traditionsreichen Firma werden von unzähligen Liebhabern des gestirnten Himmels genutzt, sind in Volkssternwarten zu finden und komplettieren den Gerätelpark großer Forschungseinrichtungen des In- und Auslandes.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT war zu Gast bei Astrooptiker Michael Greßmann, Handwerker, Hobbyastronom und Besitzer einer der großen privaten Sternwarten der DDR, in Falkensee-Finkenkrug im Kreis Nauen. Wer zu Fuß bei Greßmann anreist, muß auf einen kleinen Fußmarsch gefaßt sein. In einer ruhigen Gegend mit hübschen Häuschen, die von großen Gärten umgeben sind, erreicht man auf der Ringstraße das Grundstück mit dem Firmenschild „Astrooptische Werkstatt M. Greßmann“. Wie mir bereits am Telefon versichert wurde, sind der Betrieb und sein vielseitig engagierter Chef so bekannt, daß man sich bei den Einheimischen getrost nach dem Weg erkundigen kann. Verabredungsgemäß treffe ich kurz vor Mittag auf der Ringstraße ein. Nicht nur der Gesprächspartner, sondern auch sein Pudel begrüßen mich herzlich. Während ich in einer gemütlichen Stube Platz nehmen darf, steckt sich der Hausherr seine Pfeife an – scheinbar unentbehrlichstes Requisit meines Visavis.

Vom Ingenieur zum Firmen-Chef

Natürlich will ich gern Näheres über die Geschichte der Firma und ihres Gründers erfahren. Und so berichtet Sternfreund Greßmann von seinem Großonkel Alfred Wilke, dessen goldenen Händen, dessen Fleiß und Sparsamkeit der Sprung vom Elektroingenieur zum Inhaber einer Firma für astrooptische Geräte zu danken ist: „Die Kunst, astronomische Spiegeloptik in Vollendung herzustellen, verdankte wohl auch mein Großonkel dem Hang zu den Schönheiten des Himmels. Wie er einmal erzählte, hatte er sein erstes Brillenglasfernrohr schon mit sieben Jahren gebastelt. Weil er besonders technisch begabt war, soll sogar ein Französischlehrer in der Schule einmal beide Auge zudrückt und ihm statt der verdienten 5 noch die Note 4 gegeben haben. Später, als er Ingenieur im Dynamoprüffeld bei Siemens war, half er bei verschiedenen optischen Werkstätten aus. Dort muß sich mein Onkel nach Feierabend oder am Sonntag die ersten Sporen beim Schleifen von Glas verdient haben. Ehrgeiz und der ihm eigene geschäftliche Spürsinn ließen ihn 1931 eine Gewerbegeehnung für die nebenberuflich betriebene Werkstatt für optische Instrumente erwerben. Ein erster großer Auftrag brachte etwas Geld in die Kasse.“ Jener gutbetuchte Privatmann aus der Lüneburger Heide, der Alfred Wilke damals mit dem Bau eines Instruments beauftragte, wird sich kaum ausgemalt haben, daß er diesem damit zum eigenen Instrument verhalf. „Denn Onkel Alfred nutzte die Gunst der Stunde“, fährt Herr Greßmann weiter fort, „und baute bei dieser Gelegenheit gleich sein großes Teleskop mit.“ Der Wilke-Spiegel, der in die Lüneburger Heide ging, fungiert übrigens noch heute als Hauptinstrument der „Olbers-Sternwarte“ in der BRD.

1934 war dann das Hauptgebäude der Firma Alfred Wilkes fertig. Selbst die Möbel hatte er mit eigener Hand gebaut, berichtet sein Nachfolger. Bei Siemens erlangte er ein Patent für eine optische Maschine und wurde wegen seiner Fachkenntnisse auf verschiedenen Gebieten vom Kriegsdienst befreit. Man war auch so kulant, ihn einen Arbeitsstag pro Woche für die Geschäfte in seiner eigenen Firma freizustellen. Blättert man in den alten Konstruktionszeichnungen, Prüfprotokollen und Geschäftspapieren, so fallen einem verschiedene Großprojekte ins Auge. Für das Astro-Physikalische Observatorium Potsdam

wurden mehrere Schmidt-Kameras bis zur Größe 700/500 mit 1720 mm Brennweite geliefert; dazu ein Objektivprisma von 540 mm Durchmesser mit 5° brechendem Winkel, auch eine Optik mit 22 Meter Brennweite. Die Astronomen von Potsdam-Babelsberg erhielten aus der Werkstatt Wilke unter anderem einen sphärischen Hohlspiegel von 700 mm Durchmesser mit Hilfsspiegel nach Cassegrain für ihre lichtelektrischen Messungen. Ins Thüringische, zu Cuno Hoffmeister nach Sonneberg, gelangten Parabolspiegel und eine Schmidt-Kamera. Verschiedene Institute, die es längst nicht mehr gibt, wie das III. Physikalisch-Technische Institut der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin-Rahnsdorf, erhielten Super-Schmidt-Kameras, außeraxiale Parabolspiegel und andere exotische Optiken, deren Verwendungszweck dem Konstrukteur mitunter selbst nicht bekannt gewesen sein mag.

Es war bezeichnend für Alfred Wilke, daß er gleich nach dem Zusammenbruch die während eines Bombenangriffs am 14. April 1945 schwer beschädigte Kuppel des Turmteleskops des „Einstein-Turmes“ durch eine kostenlose Notreparatur instand setzte. Damit dieses traditionsreiche Observatorium wieder seinen Betrieb beginnen konnte, nahm er mehrere Wochen lange Fußmärsche in Kauf. Wie eine Satire auf die Wirrenisse der Nachkriegszeit hört sich heute seine Inhaftierung „wegen Wirtschaftsvergehens“ im Jahre 1947 an. Für 30 Tage marschierte Wilke damals in Gewahrsam, weil er sein Soll an Eiern, das die legefaulen Hennen nicht erbrachten, abzuliefern nicht in der Lage war. So traurig das Jahr für ihn und seine Frau auch begann – Ende 1947 war er sein eigener Herr und widmete sich von nun an ausschließlich dem Bau von Optiken. Bis Ende der 50er Jahre, als Carl Zeiss plötzlich mit keinem werksfremden Kooperationspartner mehr zusammenarbeitete, lieferte er viele seiner besten Stücke nach Jena. So stammt das Herz manches „Original-Zeiss-Instruments“ jener Zeit in Wirklichkeit aus Falkensee.

Allerorts zeugen seine Spiegel von der Kunst eines Mannes, dessen ganze Liebe den Sternfreunden galt, aus deren Reihen er einst selber kam. Von den vielen Volkssternwarten unseres Landes, die in den Jahrzehnten nach Republikgründung entstanden, verdanken wohl die meisten ihre Entstehung auch Alfred Wilke. Seine Meisterwerke schuf er allein. Denn außer einem „Faktotum“, das ihm Kaffee kochte, die Rosen

verschnitt und ihm gelegentlich auch mal den Schweiß von der Stirn gewischt haben soll, hatte er keine Hilfe, höre ich von Michael Greßmann. Mit einem Schmunzeln fährt er weiter fort, daß sein heutiges „Ein-Mann-Unternehmen“ eines solchen guten Geistes noch entbehre und vielleicht einer der Leser ...

Wärme ist der ärgste Feind

Als der Tod Alfred Wilke 1972, in seinem 79. Lebensjahr, Schleifmaschine und Fernrohr aus der Hand nahm, fragten sich viele Sternfreunde, wer die schmerzliche Lücke je wieder zu schließen im Stande wäre. An Michael Greßmann, den entfernten Neffen, dachte man wahrscheinlich noch nicht. Doch der hatte bereits eine Lehre als Feinoptiker absolviert und 1967 im Wilke-Betrieb ausgeholfen. Die Zusammenarbeit war von nicht allzulanger Dauer: „Wir beiden cholischen Temperamente kamen schlecht unter einen Hut“, erzählt er mir. Und so wurde er Techniker in einem Institut. Nach Wilkes Tod bat ihn die Tante, noch einige kleine angefangene Arbeiten zu vollenden. „Das machte mir so großen Spaß, daß ich im gleichen Jahr den Betrieb auf Kredit kaufte. Im Prinzip mußte ich bei Null anfangen. In jedem Beruf gibt es so verschiedene Dinge, die man nicht vermittelt bekommt. Doch wenn ich was rechnen kann, dann versteh ich's.“ Mit herkömmlichen Parabolspiegeln fing der heute 43jährige an. Ein Vertrag mit dem Kontor für Unterrichtsmittel in Leipzig über jährliche Lieferungen von 12-cm-Newton-Spiegelsystemen als Schülerbausatz sicherte bis 1984 das Auskommen. Dann kam der erste 30-cm-Spiegel unter seine Hände. Bei 61 cm wurde die persönliche Schallmauer durchbrochen, und heute würde er sich auch einen 70-cm-Spiegel zutrauen. Bei einer Führung durch seinen kleinen Betrieb erfahre ich Wissenswertes über die aufwendige Herstellung der Optiken. Glasrohlinge von „Schott und Genossen“ aus Jena bereitet Michael Greßmann zuerst grob auf. Sie werden in annähernden Maßen entsprechend der erforderlichen Krümmung mit Schleifmehlsorten von immer kleinerer Körnung geschliffen. Wenn das Glas blank ist, beginnt die eigentliche Feinarbeit, das Figurieren: Die Glasfläche wird der mathematisch exakt festgelegten Kurve genau nachgestaltet. Fortlaufende Kontrollen sollen nur noch einen Fehler von 1/20000 Millimeter zulassen. Diese Genauigkeit, deren Standardtoleranz das

Rayleigh-Kriterium ist, muß erbracht werden, um die Abbildungsfehler beim Gebrauch der Fernrohre so gering wie möglich zu halten. Seine Arbeitsinstrumente sind Maschinen mit exzentrisch sich bewegenden Polierarmen, an deren prinzipieller Wirkungsweise sich seit 150 Jahren nichts mehr verändert hat. Bei dieser Arbeit ist Wärme, also auch der kleinste Sonnenstrahl, sein ärgster Feind. Kein Wunder, wenn der Finkenkruger Astrooptiker sommers wie winters bei herabgezogenen Rollen arbeitet. Alle Optiken werden von ihm nicht nur gebaut, sondern auch selbst entworfen. Auf dem Monitor seines „QL“ in der Schleifwerkstatt entsteht gerade ein Meniskus-Cassegrain-System. Nach dem Optiklager befragt, antwortet er: „Auf mein Lager bin ich besonders stolz – ich habe keins.“ Bei ihm herrscht noch die gute alte Devise: Jedes Kunden sein eigenes System! Es ist kein Geheimnis, daß viele erfahrene Sternfreunde ihre persönliche Optik lieber bei Greßmann bestellen, als bei Zeiss ein Fernrohr „von der Stange“ kaufen zu müssen. Zumal die Firma Greßmann neben Zeiss überhaupt der einzige autorisierte Hersteller von Astrooptiken in der DDR ist. So wurde seine Werkstatt vor allem zum Auffänger für Sonderwünsche der Industrie und der Amateure.

Wie muß man es nun anstellen, bei ihm Kunde zu werden? „Eine Anfrage – und die Interessenten erhalten meinen Standardkatalog mit vielen Orientierungshilfen zu Systemen, Größen und Preisen zur Einsicht gesandt. Danach ist jedoch eine persönliche Absprache wünschenswert. Geschäftszeiten gibt es in dem Sinne nicht. Manche kommen selbst sonntags nachmittags oder im Sommer auf der Durchreise zur See vorbei.“ Eines ist jedoch unbedingt zu beachten. Ob persönliche Vorsprache oder Anruf per Telefon – vor der Mittagszeit regt sich im Hause Greßmann nichts. Der Chef hat seine kreativste Phase zwischen 13 Uhr und 1 Uhr in der Nacht und schläft demzufolge bis gegen 11 Uhr. Seine Frau arbeitet im Krankenhaus. Etwa ein halbes Jahr vergeht zwischen Auftragsannahme und Fertigstellung. Der Kunde holt sich das Spiegelsystem dann selbst ab, wobei ihm ausführlich der Zusammenbau, die Justierung und Wartung erläutert wird. Für Tubus und Montierung muß der Auftraggeber allerdings selbst sorgen. Auch gibt es Dinge, die sich in Einzelanfertigung nicht lohnen: „Beispielsweise würde bei mir ein Okular viel teurer

werden als ein industriell gefertigtes. Deshalb verweise ich meine Kunden – zu vielen entsteht im Laufe der Zeit ein beinahe freundschaftliches Verhältnis – bei solchen Wünschen an Zeiss.“

Greßmann-Teleskop bei INTERCOSMOS dabei

Nicht nur die Freunde des gestirnten Himmels, auch Institute nehmen die Dienste von Astrooptiker Greßmann gern in Anspruch. Seine Experimentierfreudigkeit mit neuen Materialien und auf unkonventionellen Gebieten, speziell der Infrarot- und Laseroptik, ließ ihn zum geachteten Partner der Forschung werden. Hoch hinauf flog mit einem INTERCOSMOS-Satelliten sein kleines Cassegrain-System, ein Auftragwerk der Akademie der Wissenschaften der DDR.

Viel Sehenswertes, was mir bei unserem Rundgang gezeigt wurde, kann nur kurz erwähnt werden. So die alten Dokumente aus dem Besitz einiger Astronomen, z. B. von Max Wolf, einem der Väter der Astrofotografie, oder von Gustav Stracke, dem langjährigen Chefrechner für Kleinplaneten. Darunter auch das Originalblatt der Mitteilung der Erstentdeckung des Pluto. Sträflich wäre es, die Sternwarte des Leiters des Kulturbund-Arbeitskreises „Kleine Planeten“ unerwähnt zu lassen. Über ein kompliziertes Seilzugsystem läßt sich die Hälfte des Daches des Wohn- und Werkstättenhauses motorisch abfahren. Darunter kommt der große Reflektor 450/7650 mit seinen zahlreichen Zusatzeräten zum Vorschein, der schon Wilke bei Streifzügen am Firmament vorzügliche Dienste geleistet hat. Sein heutiger Besitzer jagt damit Asteroiden und wertet die fotografischen Platten am eigenen Koordinatenmeßtisch aus. Vor einigen Jahren durfte er sogar einen Namen für solch kleinen Weltenbummler vorschlagen. Er gab ihm den Namen „Witt“, nach Professor Witt, der „Eros“ und „Berolina“ entdeckt hatte und bis zu seinem Tode Bürger von Falkensee war.

Ob als Lektor astronomischer Kurse an der Volkshochschule des Kreises Nauen, als Mitglied der ortsansässigen Fachgruppe Astronomie oder als Lokalpolitiker in der NDPD – überall ist der engagierte Sternfreund gern gesehen, dessen Geschäftsverbindung hier noch am Schluß genannt sein soll:

Firma Michael Greßmann, Ringstraße 99, Falkensee-Finkenkrug, DDR · 1542, Ruf.-Nr. 3378.

Über die Berechnung der Fluggeschwindigkeit und Flugzeit von Satelliten in ihren Freiflughbahnen

PAUL DAHMS

Zur Lösung der Aufgaben, die die moderne Raumflugtechnik zu erfüllen hat, ist häufig die Kenntnis der Flugzeit des Raumflugkörpers bis zu bestimmten Bahnpunkten erforderlich. In diesem Beitrag sollen grundlegende Ausführungen zur Fluggeschwindigkeit und Flugzeit gemacht werden.

In [1] wurde gezeigt, daß die Gleichung der Flugbahn durch die *drei Kenngrößen* des Brennschlußpunktes, die momentane Fluggeschwindigkeit v_0 , die Entfernung r_0 vom Massenzentrum und den Startwinkel ϑ_0 vollständig bestimmt ist. Aus diesen kann eine Hilfsgröße λ (= doppeltes Verhältnis von kinetischer zu potentieller Energie) gebildet werden, die im Brennschlußpunkt den Wert

$$\lambda_0 = \frac{v_0^2 \cdot r_0}{\gamma M} \quad (\text{mit } \gamma M = 398600 \text{ km}^3/\text{s}^2) \quad (1)$$

und in den anderen Bahnpunkten den Wert

$$\lambda = \frac{v^2 \cdot r}{\gamma M} = 2 - (2 - \lambda_0) \cdot \frac{r}{r_0} \quad (2)$$

besitzt. Damit sind auch bekannt:

die *num. Exzentrizität*

$$e = \sqrt{1 - \lambda_0 \cdot (2 - \lambda_0) \cdot \cos^2 \vartheta_0} \quad (\text{für } \lambda_0 \geq 1), \quad (3)$$

der *Bahnwinkel* in jedem Bahnpunkt (= Winkel zwischen der Bahntangente und der „Horizontalen“)

$$\cos \vartheta = \sqrt{\frac{\lambda_0 \cdot r_0}{\lambda \cdot r}} \cdot \cos \vartheta_0 \quad (4)$$

und die allgemeinen Gleichungen für die *Fluggeschwindigkeit*

$$v = \sqrt{\frac{\lambda \cdot \gamma M}{r}} = v_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{2}{\lambda_0} \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)} \quad (5)$$

$$= v_{0_{\text{Kr}}} \cdot \sqrt{\lambda_0 - 2 \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)}$$

v nimmt hier nach mit $\sqrt{\lambda}$ zu und mit \sqrt{r} ab. Obwohl in hyperbolischen Bahnen $\lambda = f(r)$ nach Gl. (2) einen steigenden Verlauf aufweist, überwiegt stets r . Mit zunehmender Entfernung nimmt daher die Fluggeschwindigkeit in allen Bahnformen ab (s. Abb. 1).

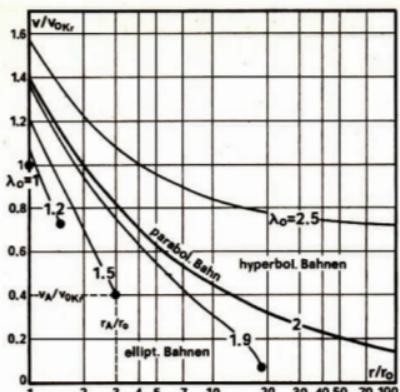


Abb. 1 Fluggeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Entfernung

Es wird sich zeigen, daß aus den genannten drei Kenngrößen auch die Flugzeit errechnet werden kann.

Flug in einer Kreisbahn

Hat die Fluggeschwindigkeit im Brennschlußpunkt den Wert

$$v_0 = v_{0Kr} = \sqrt{\frac{\gamma M}{r_0}} \text{ und ist } \vartheta_0 = 0, \text{ so ist}$$

$$\lambda = \lambda_0 = 1 \text{ und } \varepsilon = 0.$$

Der Raumflugkörper bewegt sich dann in einer Kreisbahn mit dem Radius $r = r_0$. Bei Vernachlässigung des Einflusses der Atmosphäre ist v in allen Bahnpunkten konstant, und aus der Grundgleichung $ds = v_0 \cdot dt = r_0 \cdot d\alpha$ ergibt sich die Flugzeit zu

$$t = \frac{r_0}{v_{0Kr}} \cdot \alpha = \sqrt{\frac{r_0^3}{\gamma M}} \cdot \alpha \quad (\alpha \text{ in rad})$$

Die Flugzeit ist vom Radius r_0 und dem Winkel α abhängig, der von den beiden Vektoren \vec{r} und \vec{r}_0 gebildet wird. Bei einem vollen Umlauf ist $\alpha = 2\pi$. Demzufolge beträgt die Umlaufzeit in der Kreisbahn

$$T = \frac{r_0}{v_{0Kr}} \cdot 2\pi = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r_0^3}{\gamma M}}$$

Um einen Satelliten beispielsweise in eine erdnahen Umlaufbahn mit $r_0 = 6570$ km (also $h_0 = r_0 - R \approx 199$ km) zu bringen, muß eine Brennschlußgeschwindigkeit von $v_0 = 7,789$ km/s $\Delta 28041$ km/h erreicht werden. Die Umlaufzeit beträgt dann $T = 88,33$ min. Mit der Umlaufzeit als Bezugsgröße kann auch geschrieben werden

$$\frac{t}{T} = \frac{\alpha}{2\pi}$$

Die Flugzeit steigt linear mit α an und ist der vom Radiusvektor \vec{r} überstrichenen Fläche proportional (2. Keplersches Gesetz).

Flug in einer elliptischen Bahn

Liegt die genannte Hilfsgröße im Wertebereich $1 < \lambda_0 < 2$, so bewegt sich der Raumflugkörper in einer elliptischen Bahn mit einer num. Exzentrizität nach Gl. (3) und einer großen Halbachse

$$a = \frac{r_p + r_A}{2} = \frac{r_0}{2 - \lambda_0}$$

Ist $\vartheta_0 = 0$, so liegt der Brennschlußpunkt im Perigäum der elliptischen Bahn. Die kürzeste Entfernung ist dann $r_p = r_0$ und die größte Entfernung $r_A = r_0 \cdot \frac{\lambda_0}{2 - \lambda_0} = r_0 \cdot \frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon}$. Innerhalb dieses Bereiches ändert sich die Fluggeschwindigkeit nach der Gleichung

$$v = v_0 \cdot \sqrt{\frac{r_0}{r_A} \cdot \left(\frac{2a}{r} - 1 \right)} = \frac{v_0}{1 + \varepsilon} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot \varepsilon \cdot \cos \alpha + \varepsilon^2},$$

die in Gl. (5) enthalten ist. Der Winkel α wird vom Peripunkt aus gezählt und heißt *wahre Anomalie*.

Für die Flugzeit gilt die Beziehung (Ableitung s. Anhang 1)

$$\frac{t}{t_*} = \frac{1}{\sqrt{(2 - \lambda_0)^3}} \cdot [\tau - (\lambda_0 - 1) \cdot \sin \tau]$$

(für $\vartheta_0 = 0^\circ$)

Hierin ist

$$t_* = \sqrt{\frac{r_0^3}{\gamma M}} \quad (6)$$

eine Bezugzeit und τ eine Hilfsgröße (in der Astronomie *exzentrische Anomalie* genannt), die

aus der Beziehung

$$\cos \tau = \frac{1 - (2 - \lambda_0) \cdot \frac{r}{r_0}}{\lambda_0 - 1} = \frac{\varepsilon + \cos \alpha}{1 + \varepsilon \cdot \cos \alpha}$$

$$= \frac{1 - \frac{r}{a}}{\lambda_0 - 1}$$

zu berechnen ist. Der Klammerausdruck $\bar{M} = \tau - (\lambda_0 - 1) \cdot \sin \tau$ ist die sog. *mittlere Anomalie*. (Der Leser findet eine geometrische Deutung dieser drei Anomalien in [2]).

Die Flugzeit ist auch in dieser Bahnform der von r überstrichenen Fläche proportional, nicht aber der wahren Anomalie α . Jedoch ändert sich t linear mit der mittleren Anomalie \bar{M} . Dieser kompliziert erscheinende Sachverhalt hat zur Folge, daß die Flugzeit auf „Umwegen“ berechnet werden muß. Ist beispielsweise $\lambda_0 = 1,5$ (also $\varepsilon = \lambda_0 - 1 = 0,5$) und ist t für eine Entfernung $r = 2 \cdot r_0$ zu ermitteln, so erhält man mit

$$\cos \tau = 0; \tau = \pi/2; \sin \tau = 1; \bar{M} = 1,071$$

oder $\tau = 3 \cdot \pi/2; \sin \tau = -1; \bar{M} = 5,212$

zunächst die normierten Flugzeiten $t/t_* = 3,029$ und $t/t_* = 14,742$. Ist weiter $r_0 = 6570$ km, so ist die Bezugzeit nach Gl. (6) $t_* = 843,49$ s $\cong 14,06$ min und die wahren Flugzeiten sind $t = 42,59$ min und $t = 207,27$ min.

Der Satellit erreicht den Apopunkt (mit $\cos \tau = -1; \tau = \pi; \sin \tau = 0; \bar{M} = \pi$) nach der Zeit

$$\frac{t_A}{t_*} = \frac{1}{\sqrt{(2 - \lambda_0)^2} \cdot \pi}$$

und hat dort seine kleinste Geschwindigkeit

$$v_A = v_0 \cdot \frac{2 - \lambda_0}{\lambda_0} = v_0 \cdot \frac{r_0}{r_A}$$

Da andererseits t_A die halbe Umlaufzeit darstellt, gilt für die *Umlaufzeit in einer elliptischen Bahn*

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \frac{r_0}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{\lambda_0}{(2 - \lambda_0)^3}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{a^3}{\gamma M}}.$$

Mit der Umlaufzeit als Bezuggröße kann dann auch geschrieben werden

$$\frac{t}{T} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot [\tau - (\lambda_0 - 1) \cdot \sin \tau]$$

(für $\vartheta_0 = 0$)

Flug in einer hyperbolischen Bahn

Führt eine leistungsstarke Trägerrakete zu solchen Werten von v_0 und r_0 daß $\lambda_0 > 2$ wird, so entsteht eine hyperbolische Freiflugbahn. Für die Fluggeschwindigkeit gilt wiederum die Gl. (5), jedoch strebt v nun einem von λ_0 abhängigen Grenzwert

$$v_\infty = v_0 \cdot \sqrt{\frac{\lambda_0 - 2}{\lambda_0}} = v_{0_{Kr}} \cdot \sqrt{\lambda_0 - 2}$$

zu. Eine Formel für die Flugzeit läßt sich ableiten (s. Anhang 2), indem man die trig. Funktionen in den obigen Gleichungen durch Hyperbelfunktionen ersetzt. Die Hyperbelfunktionen sind Kombinationen von e -Funktionen und sind wie folgt definiert

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \quad \text{und} \quad \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

Ebenso wie die trig. Funktionen, sind auch die Hyperbelfunktionen in den math. Formelsammlungen tabelliert bzw. auf wiss. Taschenrechnern ablesbar.

Die Gleichung für die *Flugzeit in hyperbolischen Bahnen* lautet

$$\frac{t}{t_*} = \frac{1}{\sqrt{(\lambda_0 - 2)^3}} \cdot [(\lambda_0 - 1) \cdot \sinh h \tau - \tau]$$

(für $\vartheta_0 = 0$)

Hierin ist t_* die Bezugzeit nach Gl. (6) und τ zu berechnen aus

$$\cosh h \tau = \frac{1 + (\lambda_0 - 2) \cdot \frac{r}{r_0}}{\lambda_0 - 1}.$$

Ist beispielsweise $\lambda_0 = 2,1$ und $r/r_0 = 10$, so wird erhalten $\cosh h \tau = 1,818; \tau = 1,205$; $\sinh h \tau = 1,518$ und $t/t_* = 14,716$.

Flug in einer parabolischen Bahn

Im Grenzfall der parabolischen Bahn ($\lambda_0 = 2$) vereinfacht sich die Gl. (5) der Fluggeschwindigkeit in

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \gamma M}{r}} = \sqrt{2} \cdot v_{0_{Kr}} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{r_0}{r}}$$

$$= v_{0_{Kr}} \cdot \sqrt{\frac{2r_0}{r}}$$

v erreicht im Unendlichen den Wert Null. Dies ist jedoch nur von theoretischem Interesse, da in

großen Entfernungen die Gravitationsfelder anderer Himmelskörper (z. B. das der Sonne oder des Mondes) zusätzlich wirksam werden.

Die Gleichung für die Flugzeit ist in [1] abgeleitet worden. Wir können daraus die Endformel übernehmen; sie lautet

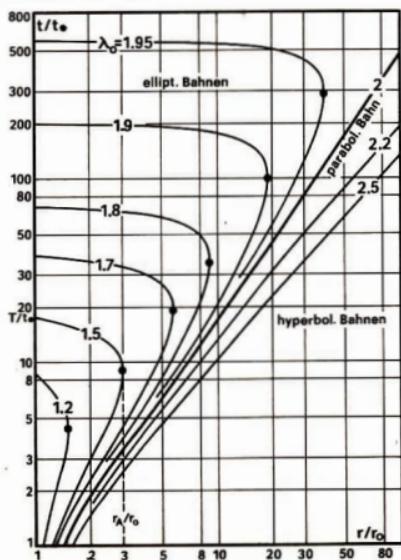
$$\frac{t}{t_*} = \frac{\sqrt{2}}{3} \left\{ \left(\frac{r}{r_0} + 2 \cdot \cos^2 \vartheta_0 \right) \cdot \sqrt{\frac{r}{r_0} - \cos^2 \vartheta_0} - (1 + 2 \cdot \cos^2 \vartheta_0) \cdot \sin \vartheta_0 \right\} \text{ und für } \vartheta_0 = 0:$$

$$\frac{t}{t_*} = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \left(\frac{r}{r_0} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{r}{r_0} - 1}$$

Vergleichende Betrachtungen

In den Abb. 1 und 2 sind die normierten Fluggeschwindigkeiten und Flugzeiten für die drei Bahnformen zum Zwecke des Vergleichs grafisch dargestellt worden. Aus ihnen geht deutlich die Zunahme der „Reichweite“ und Abnahme der Flugzeit mit größer werdendem λ_0 (bzw. v_0) hervor. Damit wird auch das Streben nach leistungsstarken Trägerraketen verständlich.

Abb. 2 Flugzeit in Abhängigkeit von der Entfernung (für $\vartheta_0 = 0$)



Beim Apollo-11 Unternehmen erfolgte der Start zum Mond aus einer Parkbahn in 323 km Höhe ($r_0 \approx 6694$ km) mit einer Brennschlußgeschwindigkeit von $v_0 = 10,839$ km/s [3]. Dazu gehört der Wert $\lambda_0 = v_0^2 r_0 / \gamma M = 1,973$ (bzw. $\epsilon = 0,973$). Bei ungestörtem Bahnverlauf hätte der Apopunkt dieser elliptischen Freiflugbahn bei $r_A = r_p \cdot \lambda_0 / (2 - \lambda_0) = 489160$ km gelegen, und die Mondentfernung $r = 384400$ km wäre nach einer relativen Zeit $t/t_* = 308,75$ erreicht worden. Da die Bezugzeit in diesem Beispiel nach Gl. (6) $t_* = 867,48$ s $\approx 0,24$ h ist, traf der Raumflugkörper nach der Flugzeit $t \approx 74,4$ h in der genannten Entfernung ein und hatte dort noch eine Fluggeschwindigkeit von $v = 0,683$ km/s.

Mit Eintritt eines Flugkörpers in die Wirkungssphäre (WS) des Mondes ändert sich jedoch der weitere Bahnverlauf. Näherungsweise kann der Vorgang nun so betrachtet werden, als würde das Gravitationsfeld des Mondes ($\gamma M^* = 4903$ km³/s²) allein auf den Flugkörper einwirken (neues Zweikörperproblem).

In unserem Beispiel hat die Hilfsgröße λ an der Grenze der WS des Mondes ($r_w = 58000$ km) den Wert $\lambda = v^2 r_w / \gamma M^* = 5,52$, woraus ersichtlich ist (s. [1]), daß die weitere Flugbahn eine *Hyperbel* ist. Ihre Lage (bezogen auf den Mond als Massenzentrum) ist vom Anflugwinkel abhängig. Durch Herabsetzen der Fluggeschwindigkeit (d. h. durch Zünden eines Bremstriebwerkes) wurde die Bahn zunächst in eine elliptische dann näherungsweise in eine Kreisbahn verwandelt. 24 Stunden nach Einflug in die Mondumlaufbahn stiegen Armstrong und Aldrin in den Landeapparat um und betraten nach rund 100 Stunden Flugzeit die Mondoberfläche [4].

Soll andererseits eine Raumsonde aus einer Parkbahn in 300 km Höhe bis in die Grenze der WS der Erde ($r_w = 805000$ km) vordringen, so liefert die Rechnung die nachstehend aufgeführten Werte.

Bahn	λ_0	v_{0w} km/s	v_0 km/s	v km/s	t h
------	-------------	------------------	---------------	-------------	----------

parabol.	2	7,730	10,932	0,995	151,7
hyperbol.	2,1	7,730	11,202	2,639	74,1

Auffallend ist die starke Abnahme der Flugzeit bei Wahl seiner hyperbolischen Bahn. Eine Zunahme der Brennschlußgeschwindigkeit um 2,5 % hat eine Abnahme der Flugzeit um fast 50 % zur Folge! Dies ist im wesentlichen auf die kürzere Flugstrecke zurückzuführen.

Anhang

Dem mathematisch interessierten Leser seien nachstehend noch einige ergänzende Hinweise zur Ableitung der Flugzeit-Gleichungen gegeben.

1. Aus Gl. (4) und (5) folgt die Radialgeschwindigkeit

$$v_r = \frac{dr}{dt} = v \cdot \sin \vartheta =$$

$$v_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{2}{\lambda_0} \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) - \left(\frac{r_0}{r} \cdot \cos \vartheta_0\right)^2}.$$

$$\text{Setzt man } \frac{r}{r_0} = x = \frac{1 - \varepsilon \cdot \cos \tau}{2 - \lambda_0},$$

so entsteht die Zwischengleichung

$$\frac{v_r}{v_0} = \sqrt{\frac{2 - \lambda_0}{\lambda_0}} \cdot \frac{\varepsilon \cdot \sin \tau}{1 - \varepsilon \cdot \cos \tau}.$$

Mit dieser und $dx = \frac{\varepsilon \cdot \sin \tau}{2 - \lambda_0} \cdot dr$ ist das Integral

$$t = \int \frac{dr}{v_r} = \frac{r_0}{v_0} \cdot \int \frac{dx}{v_r/v_0}$$

leicht lösbar. Man erhält

$$t = \frac{r_0}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{\lambda_0}{(2 - \lambda_0)^3}} \cdot [\tau - \varepsilon \cdot \sin \tau] + C$$

Beginnt die Zeitzählung im Brennenschlußpunkt, so ist $t = 0$ für $x = 1$. Daraus ergibt sich die Integrationskonstante zu

$$C = -\frac{r_0}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{\lambda_0}{(2 - \lambda_0)^3}} \cdot [\tau_1 - \varepsilon \cdot \sin \tau_1]$$

$$\text{mit } \cos \tau_1 = \frac{\lambda_0 - 1}{\varepsilon}$$

Beginnt die Zeitzählung im Peripunkt oder ist $\vartheta_0 = 0$, so ist $C = 0$.

Der Quotient r_0/v_0 hat die Dimension einer Zeit und könnte als Bezuggröße dienen. Da jedoch v_0 (bei konstantem r_0) für jede Bahnform einen anderen Wert besitzt, ist es zweckmäßiger, die Kreisbahngeschwindigkeit v_{0e} einzuführen und die Zeit

$$t_e = \frac{r_0}{v_{0e}} = \frac{r_0}{v_0} \cdot \sqrt{\lambda_0} = \sqrt{\frac{r_0^2}{\gamma M}}$$

als Bezuggröße zu wählen. Dies ist im Text geschehen.

2. Im Falle der hyperbolischen Bahn setzen wir in der obigen Gleichung für v_r

$$\frac{r}{r_0} = x = \frac{\varepsilon \cdot \cos \hbar \tau - 1}{\lambda_0 - 2}$$

und erhalten die Zwischengleichung

$$\frac{v_r}{v_0} = \sqrt{\frac{\lambda_0 - 2}{\lambda_0}} \cdot \frac{\varepsilon \cdot \sin \hbar \tau}{\varepsilon \cdot \cos \hbar \tau - 1}.$$

$$\text{Mit } dx = \frac{\varepsilon \cdot \sin \hbar \tau}{\lambda_0 - 2} \cdot d\tau$$

liefert die Integration die Flugzeit-Gleichung

$$t = \frac{r_0}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{\lambda_0}{(\lambda_0 - 2)^3}} [\varepsilon \cdot \sin \hbar \tau - \tau] + C$$

$$\text{und } C = -\frac{r_0}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{\lambda_0}{(\lambda_0 - 2)^3}} [\varepsilon \cdot \sin \hbar \tau_1 - \tau_1]$$

$$\text{mit } \cos \hbar \tau_1 = \frac{\lambda_0 - 1}{\varepsilon}$$

Beginnt die Zeitzählung im Scheitelpunkt der Hyperbel oder ist $\vartheta_0 = 0$, so ist wiederum $C = 0$.

Literatur: [1] Dahms, P.: Satellitenstart und Satellitenbahn. In: AuR 23 (1985) 3. – [2] Brockhaus abc astronomie. VEB Verlag F. A. Brockhaus, Leipzig 1977. – [3] Stache, P.: Raketen. VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1980. – [4] Mielke, H.: transpress Lexikon Raumfahrt. VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1980.

*

Die Helligkeit der totalen Mondfinsternisse im Zeitraum 1960–1986

DIETMAR BÖHME

Die Beobachtung einer Mondfinsternis ist wohl eines der eindrucksvollsten Erlebnisse einer astronomischen Erscheinung. Im Augenmerk der Amateurastronomen stehen bei einer Mondfinsternis die Ermittlung der Kontaktzeiten ausgewählter Mondformationen und die Registrierung oder Einschätzung der Helligkeit. Seit der Einführung der Stufenskala von Danjon zu Anfang der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts hat der Beobachter ein Mittel in der Hand, eine Mondfinsternis relativ sicher und vor allen Dingen vergleichbar in ihrer Helligkeit einzuschätzen.

Bei der Niederschrift dieses Aufsatzes mußte ich leider feststellen, daß die Danjon-Skala zugunsten der Photografie und sehr vereinzelt der photoelektrischen Messung in Vergessenheit geraten ist. Gerade photoelektrische Meßbreihen sind oft kaum aussagekräftig über die Helligkeit einer Finsternis, da die Beobachtungen meist nicht extinktionskorrigiert sind und nicht in ein gebräuchliches Farbsystem transformiert wurden. Deshalb soll hier auf die Bedeutung der simplen Helligkeitseinschätzung nach Danjon hingewiesen werden. So haben Link und Vaucoleur (1) besonders auf den Wert derartiger Beobachtungen bei der Untersuchung der Helligkeitsänderungen der Mondfinsternisse über lange Zeiträume hingewiesen.

Zum besseren Verständnis der folgenden Ausführungen soll die übliche Version dieser Skala hier wiedergegeben werden.

Tabelle 1: Stufenskala nach Danjon

$L = 0$ Sehr dunkle Finsternis, der Mond fast unsichtbar, besonders in der Mitte der Totalität

$L = 1$ Dunkle Finsternis, graue oder bräunliche Verfärbung, Einzelheiten sind schwer zu unterscheiden

$L = 2$ Dunkelrote oder rostfarbene Finsternis mit einem sehr dunklen Fleck im Schattenzentrum, Randpartien des Schattens sind ziemlich hell

$L = 3$ Ziegelrote Finsternis, der Schatten ist oft mit einem hellen oder gelblichen Rand eingesäumt

$L = 4$ Kupferrote oder orangefarbene, sehr helle Finsternis mit einer bläulichen, sehr hellen Randzone

Jeder Amateurastronom der einige Mondfinsternisse beobachtet hat, weiß diese in ihrer Helligkeit und allgemeinen Erscheinung recht unterschiedlich sind. In der Literatur werden dafür verschiedene Ursachen verantwortlich gemacht.

1. Einfluß der Sonnenaktivität
2. Lage der Mondbahn im Schatten (Grad der Finsternis)
3. Vulkanausbrüche (Zustand bestimmter Schichten der Atmosphäre)
4. Abhängigkeit von den Jahreszeiten
5. Aktivität von Meteorschwärmen
6. Örtliche Sichtbarkeitsbedingungen

Ist es nun möglich, aus erhaltenen Helligkeits-Schätzungen von Mondfinsternissen der letzten Jahrzehnte Aussagen zu den verschiedenen Einflußgrößen zu machen.

Zu diesem Zweck habe ich die Beobachtungen von 23 Mondfinsternissen im Zeitraum zwischen 1960 und 1986 analysiert. In diesem Zeitraum fanden 25 totale Mondfinsternisse statt. Es wurden jedoch nur Beobachtungen verwandt, wo die unmittelbare Danjon-Stufe mitgeteilt wurde. Bei den durchgesehenen Quellen handelt es sich um Astronomie und Raumfahrt (DDR), Die Sterne

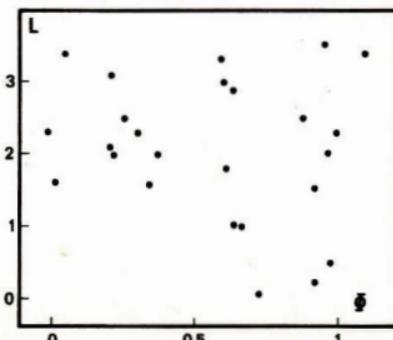
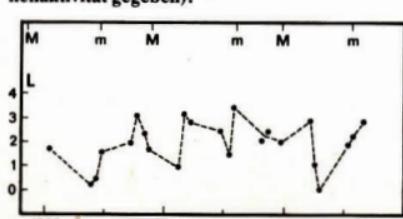
(DDR), Sterne und Weltraum (BRD), Die Sternenrundschau (Österreich), Meteor (Ungarn) und Sky and Telescop (U.S.A.). In vielen Veröffentlichungen beschränkten sich die Beobachter auf verbale Beschreibungen, die leider nicht weiter verwertbar waren. Vergleicht man Beobachtungen verschiedener Beobachter, läßt sich der mittlere Fehler der Einstufung mit $+/- 0,7$ Stufen finden. Die einzige extreme Abweichung trat bei der Finsternis am 17. Oktober 1986 auf. Hier waren alle Stufen zwischen 1 und 4 vertreten. Das Stufenmittel jeder Finsternis ist in Tabelle 2 gegeben, wobei n die Anzahl der ausgewerteten Beobachtungsberichte ist.

Tabelle 2: Helligkeitsmittel in Danjon-Stufen von 23 Mondfinsternissen zwischen 1960 und 1986

Finsternis	L	n	Finsternis	L	n
05. 09. 1960	1,8	2	29. 11. 1974	2,5	2
30. 12. 1963	0,2	3	25. 05. 1975	1,5	2
25. 06. 1964	0,5	4	18. 11. 1975	3,5	4
19. 12. 1964	1,6	3	24. 03. 1978	2,1	2
24. 04. 1967	2,0	1	16. 09. 1978	2,5	4
18. 10. 1967	3,1	2	06. 09. 1979	2,0	1
13. 04. 1968	2,3	2	09. 01. 1982	3,0	4
06. 10. 1968	1,6	1	06. 07. 1982	1,0	2
10. 02. 1971	1,0	1	30. 12. 1982	0,0	1
06. 08. 1971	3,3	2	04. 05. 1985	2,0	1
30. 01. 1972	2,9	1	28. 10. 1985	2,3	1
			17. 10. 1986	3,0	4

In Abb. 1 sind die Helligkeitsmittel der Finsternisse über der Zeit dargestellt. Auf der x-Achse sind die in diesem Zeitraum fallenden Minima

Abb. 2: Helligkeit der Mondfinsternisse in Bezug auf die Phase der Sonnenaktivität (Markierungen der x-Achse: 0 und 1 entspricht dem Minimumszeitpunkt, 0,5 dem Maximumszeitpunkt).



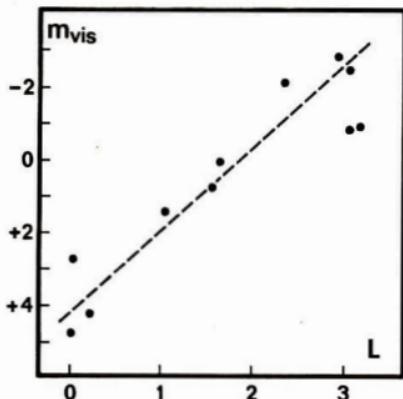


Abb. 3: Beziehung zwischen visueller Totalhelligkeit und der Schätzung nach Danjon.

und Maxima der Sonnenfleckaktivität eingezeichnet. Es muß zuerst festgestellt werden, daß die Helligkeiten deutlich stärker streuen, als dies von der Beobachtungsgenauigkeit her der Fall sein dürfte. Der Zusammenhang zwischen Helligkeit und Sonnenaktivität tritt nur angedeutet hervor. Noch prägnanter zeigt dies Abbildung 2. Hier wird die Helligkeit der Finsternisse der *Phase der Sonnenaktivität* zugeordnet ($x = 0$ bzw. 1 ist der Minimumszeitpunkt und $x = 0.5$ das Maximum). Eingezeichnet ist die von G. de Vaucouleurs gefundene Beziehung.

Wie lassen sich die beiden tiefen Minima im Helligkeitsverlauf der Abb. 1 erklären? Es ist hier eine sehr eindeutige Beeinflussung durch Vulkanismus nachzuweisen. Im März 1963 kam es zum Ausbruch des Gunung Agung auf Bali (Indonesien). Die darauf folgende Finsternis am 30. 12. 1963 war wohl die überhaupt dunkelste im betrachteten Zeitraum. Auch die nächste Finsternis am 25. 06. 1964 war mit $L = 0.5$ noch sehr dunkel. Ende März bis Anfang April 1982 kam es zu einer Reihe vulkanischer Eruptionen durch den El Chichón in Südmexiko. Die Finsternis vom 06. 07. 1982 war sehr dunkel und gleichfalls die Finsternis vom 30. 12. 1982.

Was veranlaßt uns nun, gerade diesen vulkanischen Erscheinungen eine so große Bedeutung zuzuordnen? Es war doch auch der Ausbruch des Mt. St. Helen im Frühjahr 1980 sehr eindrucksvoll. Erstens fand hier die nächstfolgende

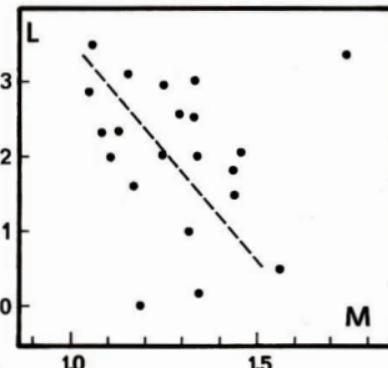


Abb. 4: Helligkeit einer Finsternis in Vergleich zur Größe der Finsternis.

Finsternis erst am 09. 01. 1982 also 20 Monate später statt und zweitens waren die Eruptionsfolgen wesentlich anderer Natur. Die beiden Ereignisse auf Bali und in Mexiko erzeugten eine außerordentlich gewaltige und langanhaltende Dunstwolke aus Schwefeltröpfchen in der Stratosphäre. Erst vor wenigen Jahren wurde erkannt, daß die Lebensdauer und die Auswirkungen vulkanischer Dunstwolken nicht vom Aschegehalt, sondern vom Anteil an Schwefelsäure abhängen. Die Eruptionen des Krakatau (1883), des Agung (1963) und des El Chichón (1982) setzten extrem dichte Dunstwolken frei, die neben dem weltweiten Auftreten anomaler optischer Erscheinungen in der Atmosphäre auch eine deutliche Erhöhung des Absorptionsgrades der Stratosphäre für extraterrestrische Strahlung bewirkte.

Die durchgeführte Auswertung läßt eine weitere interessante Beziehung erkennen. In Abb. 3 ist der Zusammenhang zwischen beobachteter, visueller Totalhelligkeit einer Finsternis und ihrer Einstufung nach Danjon dargestellt. Aus der beobachteten Danjon-Stufe kann nach Formel 1 die visuelle Totalhelligkeit berechnet werden.

$$m_0 = 4.0 - 2.3 * L \quad (1)$$

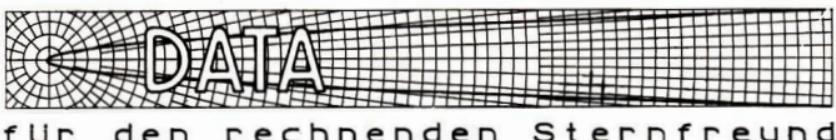
Die Abb. 4 vergleicht die Helligkeit der Finsternisse in Bezug auf die Größe bzw. die Länge der Totalität. Es scheint sich eine Beziehung der Art anzudeuten, daß kleinere Finsternisse heller sind oder heller geschätzt werden. Dies ist aber sicher kein dominierender Einfluß.

Resümierend kann gesagt werden, daß die Helligkeit der Finsternisse sehr komplex von verschiedenen Größen beeinflußt wird. Dabei ist der Sonnenaktivität, zumindest im hier analysierten Zeitraum, nicht die Priorität zuzuerkennen. Markanter Einfluß hat der Zustand bestimmter Schichten der Erdatmosphäre. Vulkanische Erscheinungen können die Helligkeit einer Mondfinsternis sehr stark beeinflussen. In Zukunft sollten gewissenhafte Schätzungen der Helligkeit nach der Danjon-Skala wieder in das Programm jeder Finsternisbeobachtung aufgenommen werden. Durch das so entstehende Beobachtungsma-

terial könnten Untersuchungen über sehr lange Zeiträume noch interessante Wechselwirkungen nachweisen.

Für die Möglichkeit des Studiums der notwendigen Literatur möchte ich Herrn Dr. W. Pfau von der Universitätssternwarte Jena danken. Zu Dank verpflichtet bin ich auch Herrn Dozent Dr. M. Reichstein von der Martin-Luther-Universität Halle für die gegebenen Hinweise.

Literatur: (1) Link, F.: Die Mondfinsternisse, Leipzig 1956. – (2) Rampino, R. M.: Die Verschmutzung der Atmosphäre durch El Chichón. Spektrum der Wissenschaft (1984) 68.



Die Positionen der Planeten

KARL-HEINZ BÜCKE

Aus gegebenen Bahnelementen lassen sich die Positionen der Planeten in einfacher Weise berechnen, wenn die Orte für einen Zeitraum von einigen Jahrzehnten der Gegenwart eine Genauigkeit der Größenordnung von Bogenminuten sein sollen. Für diesen Zweck wird eine Rechnung beschrieben, bei der Reduktionen und Störungen weitestgehend vermieden und trotzdem für Amateure gute Ergebnisse erzielt werden.

Im Anhang sind als Handwerkzeug die Bahnelemente der Planeten Merkur bis Mars gegeben. Im nächsten Heft folgen die Elemente der Planeten Jupiter bis Neptun. Es können aber auch andere Elemente elliptischer Bahnen um die Sonne verwendet werden, z. B. die von Planetoiden und Kometen. Diese Werte sind veränderlich und stellen die Bahn nur in einem bestimmten Zeitraum genau dar. Deshalb ist darauf zu achten, für welche Epoche (Zeitraum) die Elemente gelten. Je weiter man sich von der Epoche entfernt, um so ungenauer werden die Ergebnisse. Theoretische Zusammenhänge und die Erklärung der Bahnelemente sind in der populärwissenschaftlichen Literatur nachzulesen (z. B. im „ABC der Astronomie“).

Die Bahnelemente beschreiben Bahnform und Bahnlage sowie den Ort des Planeten in der Bahn zu einem Zeitpunkt-Epoche genannt. Ziel ist es, die Position für einen gewünschten Zeitpunkt zu berechnen. Von diesem und von der Epoche ist über die julianischen Daten die Zeitdifferenz zu bestimmen:

$$d = (JD - JD_{\text{Epoche}})$$

Nun werden für den betreffenden Zeitpunkt die mittlere Anomalie und die sich langsam verändernden Elemente berechnet. Daraus erhält man die Position in der Bahn, den Radiusvektor r und die wahre Anomalie v :

$$M = M_0 + n \cdot d \quad n \dots \text{mittlere tägliche Bewegung}$$

Die Keplersche Gleichung ist iterativ zu lösen:

$$E_{i+1} = M + e \sin E_i \quad (\text{im Bogenmaß})$$

$$E_{i+1} = M + \frac{180^\circ}{\pi} e \sin E_i \quad (\text{im Gradmaß})$$

Begonnen wird mit $E = M$ und die Iteration endet in wenigen Schritten bei $|E_{i+1} - E_i| < 10^{-7}$.

Der Radiusvektor und die wahre Anomalie sind

$$r = a (1 - e \cos E)$$

$$v = 2 \arctan \left(\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \frac{E}{2} \right)$$

Für die weitere Rechnung wird das Argument der Breite u benötigt:

$$u = v + \omega - \Omega$$

Da wir für die geozentrische Position auch die Position der Erde brauchen, wiederholen wir diese Rechnung mit den Elementen der Erde. Hier ist u bereits die ekliptikale Länge der Erde L , für die Sonne entsprechend $\odot = u \pm 180^\circ$. Die Breite ist gleich 0° und der Radiusvektor wird mit R bezeichnet.

Die heliozentrischen Koordinaten des Planeten sind:

$$l = \Omega + \arctan \left(\frac{\sin u \cos i}{\cos u} \right)$$

$$b = \arcsin (\sin u \sin i)$$

An dieser Stelle ist es günstig und notwendig, die Präzision zu behandeln: Die berechneten Längen haben das Äquinoctium, für das die Elemente aufsteigender Knoten, Neigung und Länge des Ekliptikals gegeben sind. Im ekliptikalen System ändert sich die Breite praktisch nicht. Je nach dem Verwendungszweck ist eine Umrechnung der Länge in ein anderes Äquinoctium, z. B. 1950.0, erforderlich. Außerdem müssen sich die Längen von Sonne und

Planet für die weitere Rechnung auf das gleiche Äquinoctium beziehen.

$$l_2 = l_1 + 0.01396 (JD_Z - JD_A) / 365.25$$

(A ... Anfangsepoch, Z ... Zielepoche)

Die geozentrische Position folgt aus einer einfachen Transformation:

$$x = r \cos b \cos l + R \cos \odot$$

$$y = r \cos b \sin l + R \sin \odot$$

$$z = r \sin b$$

Abstand von der Erde:

$$\Delta = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Geozentrische ekliptikale Länge und Breite:

$$\lambda = \arctan \frac{y}{x} \quad \text{wenn } x < 0, \text{ dann } +180^\circ$$

$$\beta = \arcsin \frac{z}{\Delta}$$

Die Umwandlung in äquatoriale Koordinaten ist eine Drehung um die für das Äquinoctium geltende Neigung der Ekliptik:

$$\epsilon = 23^\circ 43' 9 - 0^\circ 13' 0 T$$

Für 1950,0 ist $\epsilon = 23^\circ 44' 58$.

$$y' = y \cos \epsilon - z \sin \epsilon$$

$$z' = y \sin \epsilon + z \cos \epsilon$$

Rektaszension und Deklination:

$$\alpha = \arctan \frac{y'}{x} \quad \text{wenn } x < 0, \text{ dann } +180^\circ$$

$$\delta = \arcsin \frac{z'}{\Delta}$$

Für die Sonne gilt:

$$\alpha = \arctan \frac{\sin \odot \cos \epsilon}{\cos \odot}$$

$$\delta = \arcsin (\sin \odot \sin \epsilon)$$

Anhang

Diese mittleren Bahnelemente der Planeten Merkur bis Mars ergeben Positionen zum Äquinoctium des Datums:

$$T = (JD - 2451545,0) / 36525$$

(JD in Weltzeit)

Große Halbachse a : Exzentrizität e :

Merkur	0,387098	Merkur	0,205632 + 0,000020 T
Venus	0,723330	Venus	0,006772 - 0,000048 T
Erde	1,000001	Erde	0,016709 - 0,000042 T
Mars	1,523679	Mars	0,093401 + 0,0000907 T

Bahnneigung i : Länge des aufsteigenden Knotens Ω :

Merkur	7°00'00 + 0'00019 T	Merkur	48°331 + 1°186 T
Venus	3°39'47 + 0,0010 T	Venus	76°680 + 0'901 T
Erde	0,0	Erde	0,0
Mars	1°84'97 - 0,0006 T	Mars	49°558 + 0'772 T

Länge des Perihels ω

$$\text{Merkur} \quad 77^\circ 45'61 + 1^\circ 55'6 T$$

$$\text{Venus} \quad 131^\circ 56'37 + 1^\circ 40'22 T$$

$$\text{Erde} \quad 102^\circ 93'74 + 1^\circ 71'95 T$$

$$\text{Mars} \quad 336^\circ 06'02 + 1^\circ 84'10 T$$

Mittlere Anomalie M :

$$\text{Merkur} \quad 174^\circ 79'48 + 149400^\circ T + 72^\circ 51'57 T$$

$$\text{Venus} \quad 50^\circ 41'61 + 58320^\circ T + 197^\circ 81'08 T$$

$$\text{Erde} \quad 357^\circ 52'91 + 35640^\circ T + 359^\circ 05'03 T$$

$$\text{Mars} \quad 19^\circ 37'30 + 19080^\circ T + 59^\circ 85'54 T$$

Vorteilhaft ist es, die gegebenen Winkel der mittleren Anomalie durch 360° zu teilen und erst dann mit T zu multiplizieren. Zum Schluss werden die Dezimalstellen einschließlich Vorzeichen mit 360° (bei Gradmaß) oder $2 \cdot \Pi$ (bei Bogenmaß) multipliziert. Negative Winkel sind um 360° bzw. $2 \cdot \Pi$ zu vergrößern. Auf diese Weise erhält man die mittlere Anomalie im Intervall $0^\circ \dots 360^\circ$ unter Ausnutzung der verfügbaren Stellen des Rechners.

Beispiel: Für den 9. Februar 1988 0^h UT sind die Koordinaten von Sonne und Merkur (Äquinoctium 2000,0) zu bestimmen.

$$T = -0,11894593$$

Merkur, heliozentrisch:

$$M = 35^\circ 6478; (E_1 = 42^\circ 5142); (E_2 = 43^\circ 6096); \dots; E = 43^\circ 8029$$

$$r = 0,329649; u = 81^\circ 7776; l = 129^\circ 9066; b = 6^\circ 9324$$

$$l_{2000,0} = 130^\circ 0727$$

Erde, heliozentrisch:

$$M = 35^\circ 5887; (E_1 = 36^\circ 1460); (E_2 = 36^\circ 1536); \dots; E = 36^\circ 1537$$

$$R = 0,986505; u = 139^\circ 4554$$

Sonne:

$$\odot = 319^\circ 4554; \odot_{2000,0} = 319^\circ 6215; \alpha = 322^\circ 0374 = 21^\circ 28'1$$

$$\delta = -14^\circ 9342 = -14^\circ 56'$$

Merkur, geozentrisch:

$$A = 0,667; \lambda = 324^\circ 2967; \beta = 3^\circ 4188; \alpha = 325^\circ 4481 = 21^\circ 41'8$$

$$= -10^\circ 1967 = -10^\circ 12'$$

Die Entfernung sind dreistellig und die Winkel in Bogenminuten anzugeben. Infolge von vernachlässigten Störungen können die Längen und Breiten um einige Hundertstelgrad abweichen.

★

Satellitenbahnen

ERICH LITZROTH

Für den Stern- und Computerfreund ist es faszinierend, im Zeitraffertempo die Bahn eines natürlichen oder künstlichen Satelliten auf dem Bildschirm zu verfolgen und so die sinnvolle Anwendung der Computertechnik zu erleben. Satellitenbahnen lassen sich heute ohne großen rechnerischen und zeitlichen Aufwand schon mit einem Grafik-Taschenrechner oder Kleincomputer berechnen und darstellen.

Die gesetzmäßige Bewegung eines Satelliten im Gravitationsfeld eines Zentralkörpers ist ein Zweikörperproblem, das mit Hilfe der Newtonschen Gesetze gelöst werden kann (für Dreikörperberechnung siehe [1], [2]). Da der zeitliche Bahnverlauf durch ein System von Differentialgleichungen der Form $ds = f(t, s) dt$ und $dv = f(t, v) dt$ (Strecke s , Geschwindigkeit v , Zeit t) beschrieben

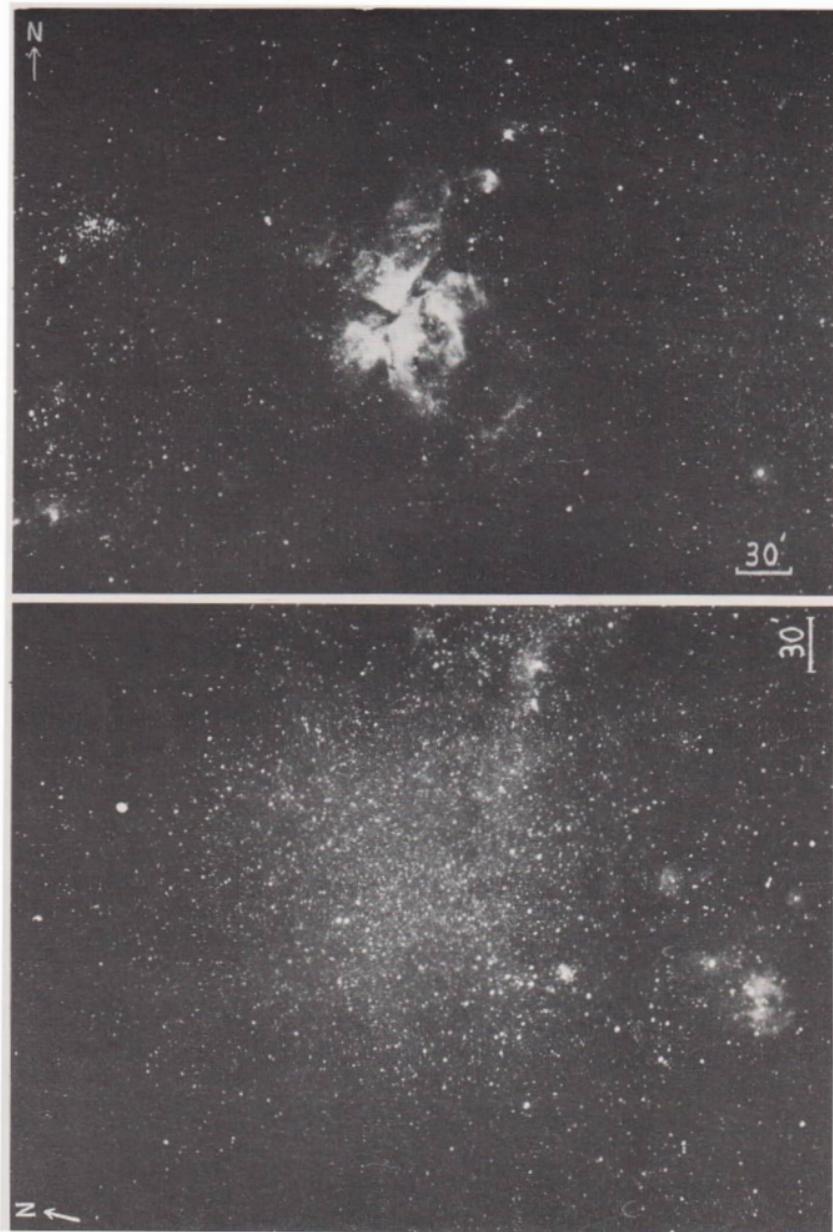
N
↑

2°

N
↑

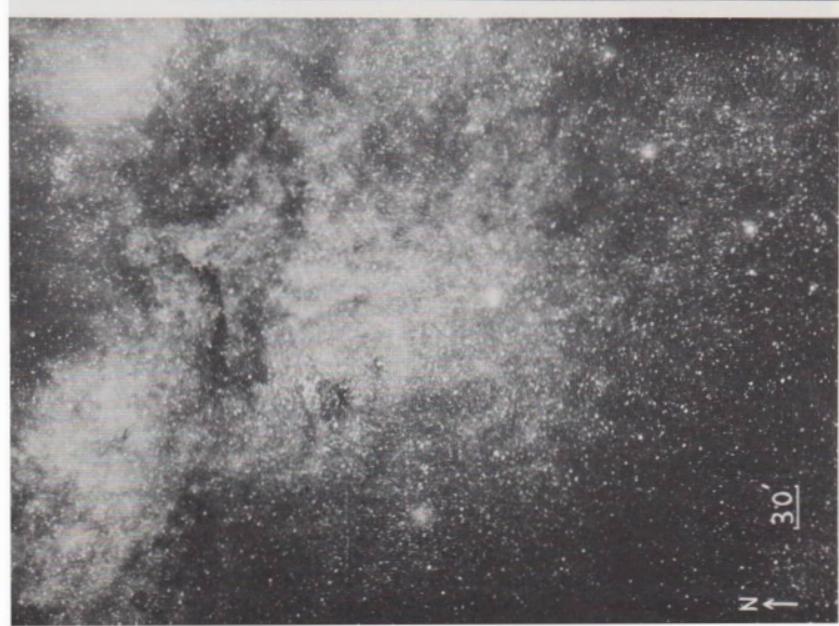
Texte
für die
Abbil-
dungen
der BS
I – VIII
s. S. 190.

3°

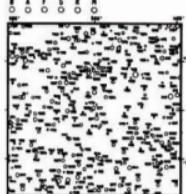




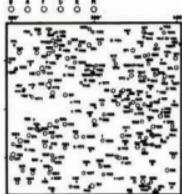




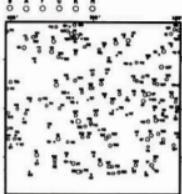
SA 5
19°37'9", 76°27'
100 - 1000 Präzision - 271 - 3210



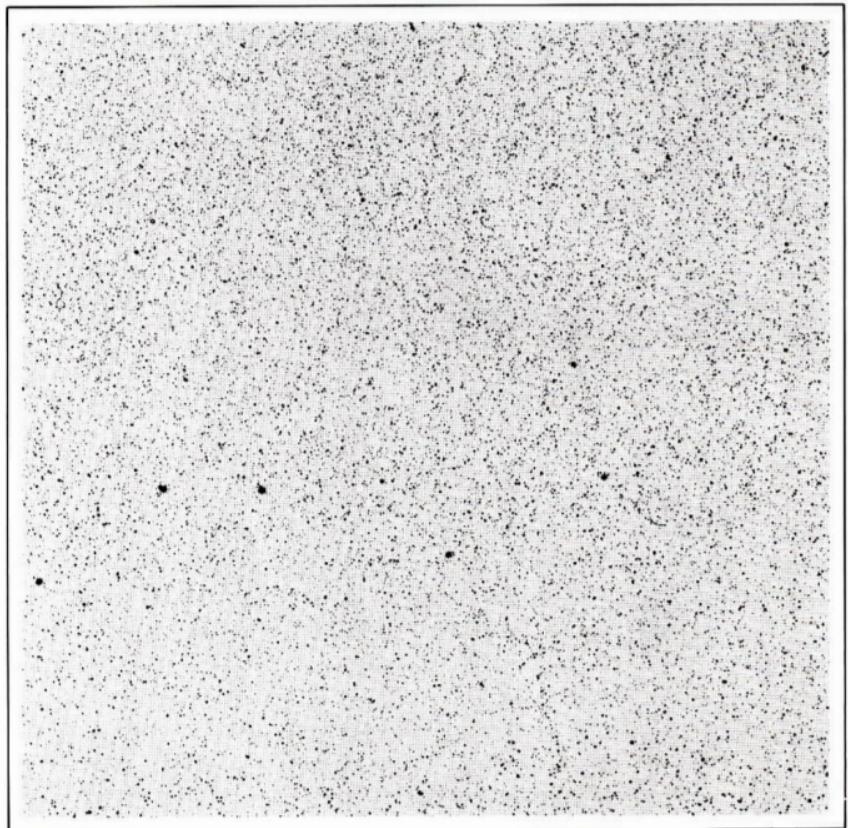
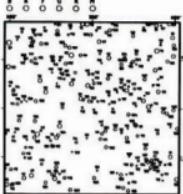
SA 13
19°09'11", 59°17'7"
100 - 1000 Präzision - 271 - 3213



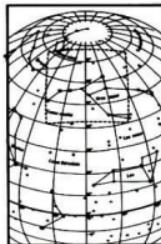
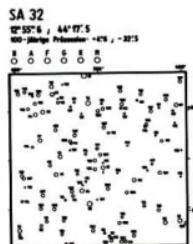
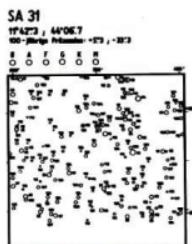
SA 16
19°25'9", 58°58'9"
100 - 1000 Präzision - 271 - 3212



SA 30
19°42'9", 45°38'6"
100 - 1000 Präzision - 271 - 3214



Zwei (verkleinerte) Probeseiten eines geplanten und in der Diskussion befindlichen Sternatlanten für Amateure, der von einem DDR-Amateurastronomen geschaffen und von einem DDR-Verlag auf den Büchermarkt gebracht werden



Urania-Atlas
2000.0 Sternfeld 6

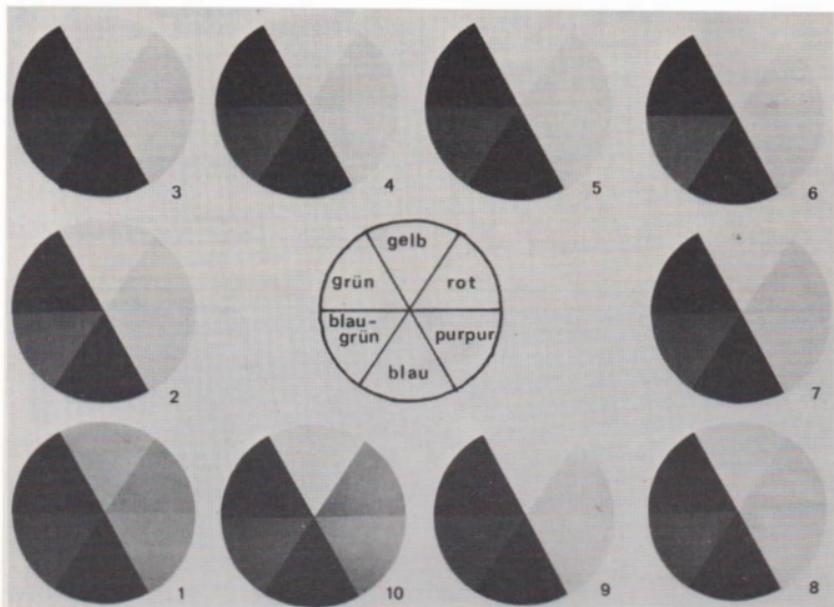
Ursa Major
Ursa Minor
Draco
Canes venatici

Optimale Sichtbarkeit vor Mitternacht
Auf mittlerer geographischer Breite zumindest im
Arkt. und Antarkt.

Fotografische Aufnahmen
Positiv: Kamera I, 1988 04.15., 21.05-22.05 UT
Negativ: Kamera II, gleichzeitig



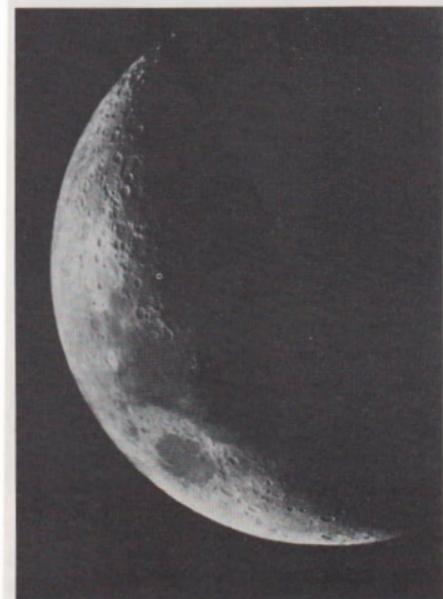
wird. Der Erscheinungsstermin liegt noch nicht fest. Näheres dazu bitten wir auf Seite 190 dieses Heftes nachzulesen.



Proben zur E 102-Entwicklung (zum Beitrag S. 179)

oben: Der sechsfache Farbkreis.

1 –	NP 27 E 102	1 : 40	6 min
2 –	NP 27 R 09	1 : 40	12 min
3 –	NP 27 E 102	1 : 40	9 min
4 –	NP 27 A 03		8 min
5 –	NP 27 A 49		13 min
6 –	NP 27 E 102	1 : 40	12 min
7 –	NP 27 MH 28	1 : 6	6 min
8 –	NP 27 N 113		6 min
9 –	NP 27 E 102	1 : 10	6 min
10 –	zum Vergleich NP 15 E 102	1 : 40	5 min



unten: Mond am 3. 4. 1987 um 21 Uhr MEZ.

NP 15, 150/2250 fokal, 1/2 s.

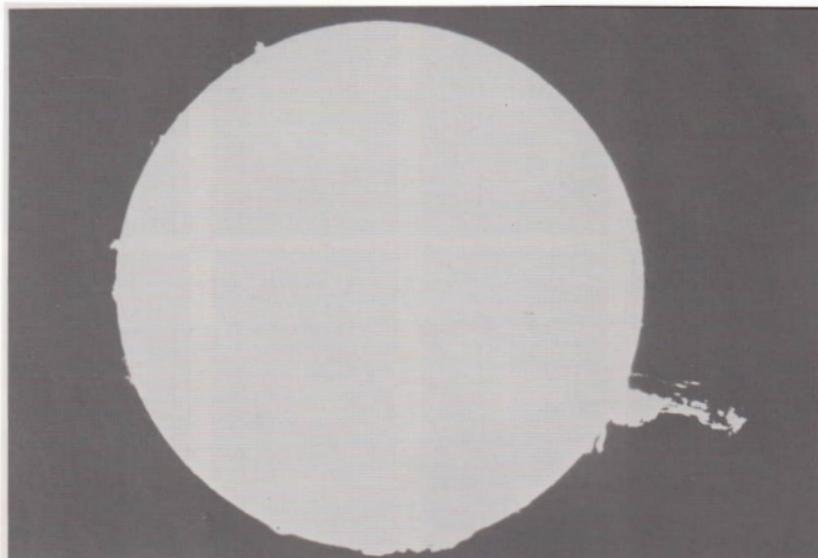
Negativ: E 102 1 : 40 – 4 min

Positiv: E 102 1 : 7.

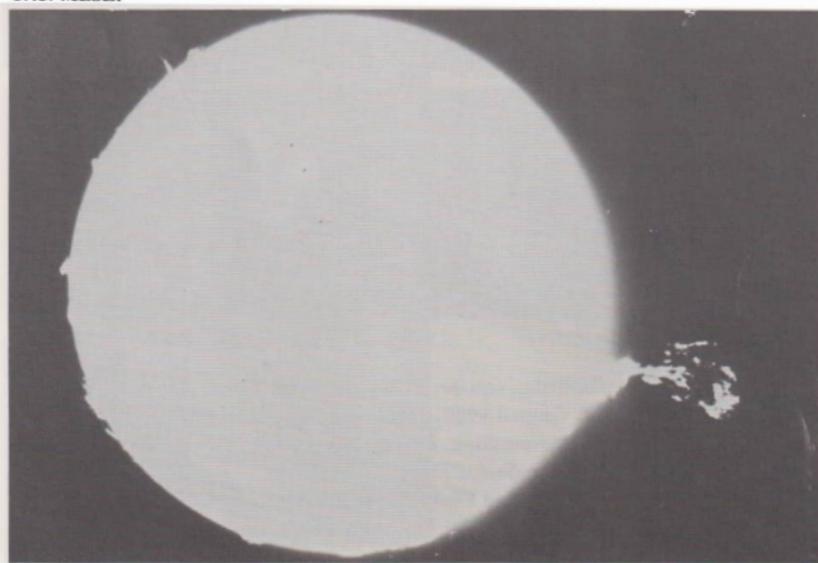


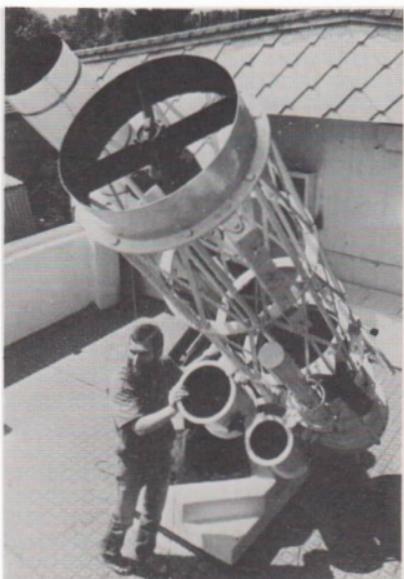
**Bildfolge von der Mondfinsternis am
17. August 1989, aufgenommen durch
A. Matauscheck, Fröbelstraße 6 c in
Neugersdorf, 8706, mit Refraktor
80/1200 und Praktica MTL 5 B auf
ORWO NP 20-Film. Aufn.-Zeiten
s. S. 190.**





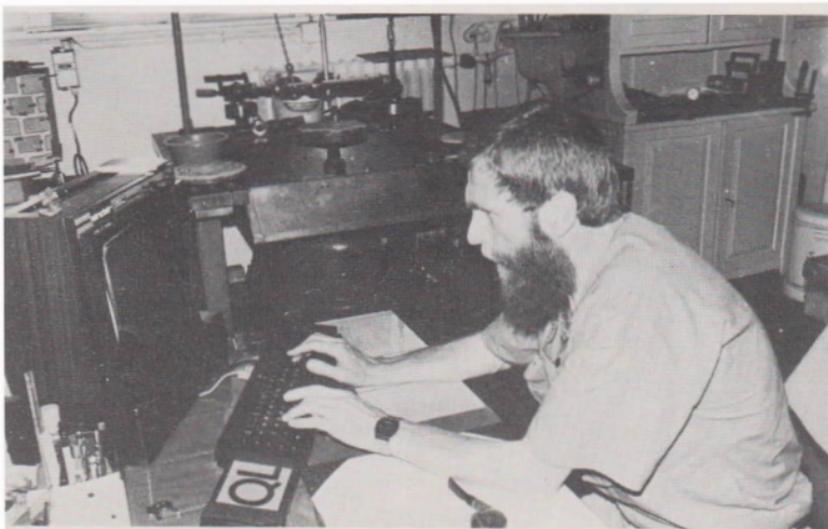
Sonnenprotuberanz am 20. 6. 1989. Fotografiert mit Refr. 125/1875 und Halle-Lyot-Filter ($H\alpha$) 0,5 Å Hwbr. auf Kodak TP 2415 von Michael Delfs und Martin Dillig, Berlin-West.
oben: Höhe der Protuberanz rund 330 000 km um 17.10 MESZ; unten: Höhe ca. 420 000 km um 17.17 MESZ.





Amateursternwarte Greßmann mit Hauptinstrument Cassegrain 450/7650, Leitrohr 230/1500 (Newton) und diversen Schmidt-Kameras (u. a. 340/400/760). Alle Instrumente entstanden im eigenen Betrieb.

Der Computer steht bei Michael Greßmann in der Werkstatt gleich neben der Schleifmaschine! Fotos: Ernst Rentzsch, Dresden





Eise Eisinga (1744–1828).
Der Konservator, unser Autor, beim Vortrag.



Das Eisinga-Planetarium in Franeker
(Niederlande).



werden kann, das jedoch nicht explizit lösbar ist, muß man *numerische Integrationsverfahren* anwenden und anstelle von dt mit kleinen Intervallen von Δt rechnen. Die Bahn muß also von einem Anfangszustand aus schrittweise weiterentwickelt werden, so daß die Bahnkurve durch aneinandergereihte gerade Teilabschnitte ersetzt wird.

Natürlich entstehen dadurch zwischen der wirklichen Bahnkurve und der rechnerischen „Vieleckbahn“ Differenzen, die aber um so geringer werden, je kleiner man die Schrittweite – die von der Schrittzeit Δt abhängt – wählt. Damit erhöht sich aber die Anzahl der Rechnungen für einen Umlauf und die Rechenzeit wird länger, was sich besonders bei „langsamem“ Kleinrechnern unliebsam bemerkbar macht. Um die Abweichungen möglichst gering zu halten, wurden verschiedene Rechenverfahren ausgearbeitet; z. B. das Euler/Cauchy-Verfahren, das Halbschrittverfahren, das Runge/Kutta-Verfahren u. a. Von allen Verfahren erreicht das von Runge und Kutta (R/K) die höchste Genauigkeit pro Rechenaufwand.

Mit dem Euler/Cauchy-Verfahren dauert die Berechnung einer bestimmten elliptischen Satellitenbahn um die Erde etwa 2 Stunden, und die Abweichung von der exakten Bahn beträgt etwa 60 km pro Umlauf ([3] 97–100). Mit dem Runge/Kutta-Verfahren berechnet uns der Computer dieselbe Bahn in 5 Minuten und weicht lediglich winzige 6 m ab – eine phantastische Leistung mathematischen und technischen Könnens! Diese rechnerische Abweichung ist bereits kleiner als die realen Abweichungen, die ein künstlicher Erdsatellit infolge der Massenanomalien der Erdkruste erfährt.

Wie sieht nun dieses interessante und für die Computertechnik prädestinierte Verfahren aus? Die enorme Verbesserung der Genauigkeit erreicht das R/K-Verfahren durch die Aufteilung eines Zeitschrittes in mehrere Teilschritte (n), aus deren Teilergebnissen die Krümmung abgeleitet und berücksichtigt wird. In allgemeinen verwendet man das R/K-Verfahren für Differentialgleichungen erster Ordnung [1], [2], [4] zur Errechnung des Geschwindigkeitsintegrals von $dv/dt = \dot{v} = f(t, v)$ und dann des Wegintegrals von $ds/dt = \dot{s} = f(t, s)$. Wir ersparen uns die doppelte Prozedur durch Verwendung des R/K-Verfahrens für Differentialgleichungen zweiter Ordnung, in dem eine simultane Berechnung der beiden Integrale möglich ist [5]. Die zweite Ableitung des Weges nach der Zeit (die „momentane“ Beschleunigung) ist $d^2s/dt^2 = \ddot{s} = f(t, s, \dot{s})$. (1)

Die schrittweise Integration mit der Schrittweite $\Delta t = D$, bzw. mit dessen Integral $D^2/2 = h$ erfolgt von den an einem Schritt i gegebenen Anfangswerten t_i , s_i , \dot{s}_i aus. Mit der Wegstrecke $w_i = v_i D = \dot{s}_i D$ werden zunächst folgende Koeffizienten K_n berechnet:

$$\begin{aligned} K_1 &= h \cdot f(t=t_i; s=s_i; w=w_i) \\ K_2 &= h \cdot f(t=t_i + D/2; s=s_i + w_i/2 + K_1/4; w=w_i + K_1) \\ K_3 &= h \cdot f(t=t_i + D/2; s=s_i + w_i/2 + K_1/4; w=w_i + K_2) \\ K_4 &= h \cdot f(t=t_i + D; s=s_i + w_i + K_3; w=w_i + 2K_3). \end{aligned}$$

Für den nächsten Zeitpunkt $t_{i+1} = t_i + D$ ist nun der Näherungswert des Ortes $s_{i+1} = s_i + w_i + (K_1 + K_2 + K_3)/3$, die Wegstrecke $w_{i+1} = w_i + (K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4)/3$ und die Geschwindigkeit $v_{i+1} = w_{i+1}/D$.

Damit könnten wir unsere Rechnung durchführen – doch wir wollen ja Rechnerzeit sparen, und das verlangt ein äußerst minimiertes Programm. Für die uns interessierende Bewegung im Zentralfeld lautet die Gleichung

$$\ddot{s} = -\mu/s^2 = f(s). \quad (2)$$

Hier tritt lediglich die Variable s auf, weshalb in der obigen R/K-Prozedur nur die s -Terme zu berücksichtigen sind, wobei zweimal der gleiche Term ($s = s_i + w_i/2 + K_1/4$) auftritt, so daß sich die Berechnungsfolge stark vereinfachen läßt:

$$\begin{aligned} K_1 &= h \cdot f(s=s_i) \\ K_2 &= K_3 = h \cdot f(s=s_i + w_i/2 + K_1/4) \\ K_4 &= h \cdot f(s=s_i + w_i + K_2) \end{aligned}$$

(Ergebnisse siehe oben).

Mit diesem Rechenschema läßt sich die radiale (eindimensionale) Bewegung im Zentralfeld berechnen, doch die Bewegung eines Satelliten vollzieht sich in einer Ebene (abgesehen von Störungen) und muß in einem zweidimensionalen, z. B. im rechtwinkligen x - y -Koordinatensystem beschrieben werden. In obiger Berechnungsfolge muß also jedes K_n zweimal berücksichtigt werden, einmal für die x -Richtung ($s \hat{=} x$) und einmal für die y -Richtung ($s \hat{=} y$). Im Koordinaten-Nullpunkt steht der Zentralkörper der Masse m_1 ; der Ort des Satelliten der Masse m_2 zu einem Zeitpunkt t ist dann gegeben durch x , y . Seine radiale Entfernung vom Zentralkörper ist

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3)$$

und die Gravitationskraft

$$F = -G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = -\mu \frac{m}{r^2}. \quad (4)$$

($\mu = Gm_1$; Gravitationskonstante $G = 6672 \cdot 10^{-11}$). Das Minuszeichen bedeutet, daß die Anziehungskraft, bzw. die Beschleunigung $g = -\mu/r^2$ an jeder Position zum Nullpunkt – zum Zentralkörper hin – gerichtet ist. Zerlegt in die x - y -Richtung (Kräfte-

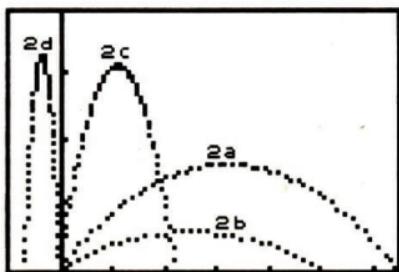


Abbildung 1: Wurfparabeln mit gleichem V_0

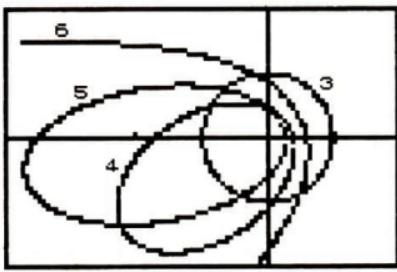


Abbildung 2: Satellitenbahnen im Bereich der Erdbahn (3)

parallelogramm) betragen die Beschleunigungskomponenten

$$f_x = g_x = -\mu/(x^2 + y^2)^{1.5} \cdot x \text{ bzw. } g_y = -\mu/(x^2 + y^2)^{1.5} \cdot y \quad (5)$$

Unter Berücksichtigung von $K = h \cdot f(s)$ und den Formeln (5) lassen sich für beide Komponenten gemeinsame Ausdrücke schaffen:

$$-\mu \cdot h = -\mu D^2/2 = C, \quad (6)$$

$$C/(x^2 + y^2)^{1.5} = Z. \quad (7)$$

Für die übrigen Komponentengrößen müssen jedoch unterschiedliche Bezeichnungen festgelegt werden; wir verwenden folgende:

eindimensional	s	s_1	v_1	w_1	h_f	K_1	$K_{2,3}$	K_4
zweidimensional	$\begin{cases} X \\ Y \end{cases}$	$\begin{cases} A \\ B \end{cases}$	$\begin{cases} E \\ F \end{cases}$	$\begin{cases} G \\ H \end{cases}$	$\begin{cases} XZ \\ YZ \end{cases}$	$\begin{cases} K \\ L \end{cases}$	$\begin{cases} M \\ N \end{cases}$	$\begin{cases} P \\ Q \end{cases}$

Wegen unterschiedlicher Computersprachen wird nun der wesentliche Programmablauf in quasi-mathematischer Symbolik angegeben, so daß ohne Schwierigkeiten individuelle Computerprogramme aufgestellt werden können. (Hinweise: SubZ bedeutet Unterprogramm Z; $X = A$ bedeutet X wird A, d. h. „links“ (X) erhält den Wert des „rechten“ Ausdrucks ($A \dots$). Der Index 1 (für $i + 1$) bezeichnet die Endwerte eines Schrittes und ist im Programm unberücksichtigt zu lassen (Δ REM).

Programm „Satellitenbahnen“

Eingabe der Anfangswerte und Konstanten in kg, m, s. Polarkoordinaten zuvor vom Computer in x-y-Koordinaten umwandeln lassen!

$$A = x_0; \quad B = y_0; \quad E = v_{x0}; \quad F = v_{y0}; \quad D = \Delta t; \quad C = -\mu D^2/2; \\ G = D \cdot E; \quad H = D \cdot F; \quad T = 0$$

(Schleifenanfang)

$$X = A; \quad Y = B; \quad \text{Sub } Z; \quad K = X * Z; \quad L = Y * Z; \\ X = A + G/2 + K/4; \quad Y = B + H/2 + L/4; \quad \text{Sub } Z; \quad M = X * Z; \\ N = Y * Z; \\ X = A + G + M; \quad Y = B + H + N; \quad \text{Sub } Z; \quad P = X * Z; \\ Q = Y * Z; \\ A_1 = A + G + (K + 2M)/3; \quad B_1 = B + H + (L + 2N)/3; \\ G_1 = G + (K + 4 * M + P)/3; \quad H_1 = H + (L + 4 * N + Q)/3; \\ R_1 = \sqrt{A_1^2 + B_1^2}; \quad T_1 = T + D; \\ \text{plot } A_1, B_1; \quad (\text{oder print } T_1, R_1) \\ \text{(Schleifenende)}$$

Unterprogramm Sub Z:

$$Z = C/(X^2 + Y^2)^{1.5}$$

Beispiele

Geozentrisches System (Zentrale Erde)

Runde Werte mit Fallbeschleunigung $g = 10,00 \text{ m/s}^2$ zum übersichtlichen Testen des Programmes.

1) *Freier Fall:* $A = 6E6 = R_0$; $B = 0$; $E = 0$; $F = 0$; $D = 1$; $\mu = 36 E 13$; R ausdrucken lassen! Ergebnis $R(T): R(1) = R_0 - 5$; $R(2) = R_0 - 20$; $R(3) = R_0 - 45$, usw. Der Körper fällt ansonsten entsprechend dem galaktischen Fallgesetz $z = g \cdot t^2/2$, doch schon nach 10 s ist die zurückgelegte Fallstrecke um 0,013889 m größer – eine Folge des sich verkürzenden Radius. 1b) $A = 0$; $B = 6E6 = R_0$; gleiches Ergebnis wie 1).

2) *Wurfparabeln* an der Erdoberfläche: Bildformat bei einem Seitenverhältnis $x/y \approx 1.5$; $\bar{x} = -20 \dots 130$; $\bar{y} = B \dots (B + 100)$: Anfangswerte wie 1b), jedoch $D = 0$; $z = 36$; 2a) $\alpha = 45^\circ$; 2b) $\alpha = 22^\circ$; 2c) $\alpha = 80^\circ$; 2d) $\alpha = 93^\circ$ (Ergebnisse siehe Abb. 1)

Heliozentrisches System (Zentrale Sonne)

$D = 864 E 2$ (Δ 1 Tag); $\mu = 1327 E 17$; Bildformat: $\bar{x} = -6 E 11 \dots 3 E 11$; $\bar{y} = -3 E 11 \dots 3 E 11$.

Anfangswerte für

Bsp.	R_0	ϕ_0	v_0	a_0	Bemerkungen
3	147 E 9	0°	30209	90°	Erdhahn, Beginn im Perihel
4	55 E 9	29°	65065	121°	Planetoid Apollo
5	438 E 9	171°	12990	26°	Meteoritenbahn
6	608 E 9	159°	19440	3°	Komet Halley (retrograd)

(Ergebnisse siehe Abb. 2)

Bei einer großen Schrittwerte oder bei intermittierendem Plotten ergeben die Punkte auf dem Bildschirm keine geschlossene Linie, was auch einen Vorteil hat, denn man kann durch Vergleich der Punktabstände die Änderung der Bahngeschwindigkeit erkennen. Ein Diagramm über die zeitliche Änderung der Geschwindigkeit (keine Sinuskurven!) erhält man durch plot t, v. Man kann auch die Schrittwerte D in die Schleife einbezogen und von der Schrittkrümmung abhängig machen, so daß sie sich um das Perizentrum verkürzt und in der übrigen Bahn verlängert, wodurch Rechengeschwindigkeit und Genauigkeit weiter erhöht werden.

Literatur: [1] Wüst, P.: Kleinrechner und Planeten. In: SuW 1983/8-9, 442. – [2] Traving, G.: Himmelsmechanik mit dem PC. In: SuW 1985/4, 216. – [3] Gutzler, H., Pauer, H. D.: Wenn Kepler einen Computer gehabt hätte. Leipzig 1988. – [4] Werner, D.: Basis für Mikrorechner. 197, Berlin 1986. – [5] Flügge, S. (Hrsg.): Enzyklopädie der Physik. Bd. II, 417 Springer, Berlin, 1958.

Biete Astro-Obj. 108/1620 in Messingfassg. (Fa. März, München, um 1890, hervorrag. Korrekt.-Zustand) für 1400 M. – Suche Okularspektroskop. – Jan Wolarz, Cl.-Zetkin-Str. 6/69, Jena, 6900.

Suche Kal. f. Sternfreunde vor 1966 u. 1970/71, parall. Mont. T, Okulare 16-H und 6-O, C-Objektiv 80/500. – Heiko Vahrenhold, Mariannenstr. 4, Leipzig, 7050.

Verkaufe: Binok. Aussichtsfernrohr 80/500 (Zeiss) mit solidem Adapter an parall. Mont. Ib ; Telementor (Vergr. 20, 40 u. 84x), Stativ, Sonnenfilter (Bestzustand, 2250 M). Bei Bedarf Telemotorachsmont. m. Beh. (fabrikneu, 530 M) u. Refr. 80/500 (bis 84x), Stativ (980 M). – Edgar Beer, Glienicker Weg 100, Berlin, 1199.

Suche Spiegelglasrohling 400-450 mm Ø, 50-70 mm Dicke. – Fred Kästner, E.-Thälmann-Str. 20, Ahlsdorf, 7901.

Arbeitskreise berichten

Feuerkugel-Überwachung 1988

JÜRGEN RENDTEL, ANDRÉ KNÖFEL

Die Arbeit des Feuerkugel-Überwachungsnetzes (FKN) wurde im Jahre 1988 kontinuierlich fortgesetzt. Es beteiligten sich insgesamt 21 Amateure, von denen fünf in allen Monaten und weitere vier in elf Monaten zu Kamerainstallationen kamen. Alle gezielten Perseiden-Aktivitäten (August) sind hier in den Jahreswerten ausgeklammert worden; die Ausbeute innerhalb dieser Periode ist gegenüber dem Jahresmittel sehr hoch und nicht typisch. In 94 h wurden von zwei fish eye-Objektiven in den ersten drei Augustwochen 77 (!) Meteore erfaßt, d. h. 41 pro 100 h Belichtung und Objektiv.

Den Hauptbeitrag zum Fotoergebnis des FKN lieferten die beiden Stationen mit fisheye-Objektiv (Koschack, Weißwasser und Rendtel, Potsdam): In 1440 h wurden 33 Meteore fotografiert. Mit 2,3 pro 100 h ist die Rate geringer als 1987; es wurden wohl mehr Zeiträume auch mit gewisser Bewölkung genutzt. Zwei all sky-Spiegel wurden neu vergeben (Witzschel, Radebeul ab August und Seipelt, Lindenberg ab Januar '89). Die „Erfolgsraten“ sind statistisch noch ohne Wert. Mit vielen Kleinbildkameras wurden 4434 h überwacht (wieder ohne Perseidenlager) und 31 Meteor fotografiert. Mit 0,70 pro 100 h war die Rate höher als 1987; aber zahlreiche Beteiligte setzten zwei Kameras ein.

Weitaus wichtiger als diese „Zahlenspielerei“ ist die Tatsache, daß 1988 Murphy's Gesetze nicht so intensiv zur Geltung kamen.



Abb. 1: Fotografie der Feuerkugel vom 3. 11. 1988. Ausschnitt aus einer fisheye-Aufnahme, die von $16^{\circ}40'05''$ bis $23^{\circ}49'32''$ UT belichtet wurde. Die helle Spur führt vom Mars her; in Horizontnähe findet man mehrere Flugzeugspuren.

Immerhin gelangen gleich vier Parallelaufnahmen (Tabelle). Von der beachtlich hellen Feuerkugel vom 3. 11. 1988, wahrscheinlich einem südlichen Tauriden, gibt es weitere Aufnahmen von Stationen in der CSSR und der BRD. Jedoch ist die Spur von allen Orten aus recht kurz abgebildet, so daß die Meßgenauigkeit die Auswertungsmöglichkeiten einschränkt.

Auf den Vorjahresbericht in AuR 5/88 meldeten sich gleich mehrere neue Interessenten zur Mitarbeit am FKN. Sie stammen fast ausnahmslos aus der Südhälfte der DDR. Zur Verbesserung der Überwachung wären somit besondere Beobachter aus unseren nördlichen Bezirken gefragt. Es lohnt sich auch, zufällige Meteorfotografien, die bei anderen Programmen gelingen, an den AK Meteore mitzuteilen, um eventuelle Parallelaufnahmen herausfinden zu können.

Unsere Anschrift: AK Meteore, PSF 37, Potsdam, 1561.

Tabelle: Parallelaufnahmen von Meteoren 1988

Datum	Zeit (UT) Meteor	Station, Objektiv	Bahn	
			Beginn	Ende
Mai 13	22 ^h 52 ^m 40 ^s sporadisch	Rendtel, Potsdam 3,5/30 fisheye	100 km	83 km
	- 5 ^m	Scharff, Kuhfelde 2,8/29	52°02' N 12°33' E	51°50' N 12°53' E
Okt 01	18 ^h 40 ^m 50 ^s sporadisch	Rendtel, Potsdam 3,5/30 fisheye	70 km	51 km
	- 2 ^m , nur hellerer Bahnteil	Winkler, Markkleeberg, 2,8/50	51°55' N 12°17' E	51°59' N 12°09' E
Nov 03	20 ^h 32 ^m südl. Taurid	Rendtel, Potsdam 3,5/30 fisheye	91 km	80 km
	- 10 ^m	Sonneberger Himmelsüberwachung 5,6/250	50°64' N 11°46' E	50°75' N 11°18' E
Dez 27	20 ^h 37 ^m 55 ^s sporadisch	Rendtel, Potsdam 3,5/30 fisheye	73 km	34 km
	- 2 ^m	Scharff, Kuhfelde 4/50	52°52' N 11°51' E	52°79' N 12°50' E

Komet P/Borrelly – Die Helligkeit beim Periheldurchgang 1987

Bericht des Arbeitskreises Kometen

Nach fast zweijähriger Pause kam Ende 1987 wieder ein kurzperiodischer Komet in Sonnennähe, der auch mit kleinen Amateurgeräten zu beobachten war. P/Borrelly, der eine Umlaufzeit von 7 Jahren hat, wurde zuerst von Alphonse L. N. Borrelly am 28. Dezember 1904 während einer visuellen Kometensuchaktion entdeckt. Bis auf 1939 und 1946 konnte er bei jeder Perihelpassage beobachtet werden. Schließlich wurde er am 5. Juni 1987 im Sternbild Sculptor am Südhimmel wiederentdeckt und erhielt die provisorische Bezeichnung 1987 p. Ende 1988 bekam er vom Minor Planet Center die endgültige Bezeichnung 1987 XXXIII. Auch in dieser Zeitschrift wurde zur intensiven Beobachtung dieses Kometen aufgerufen. Daß sich nur wenige Amateure daran beteiligten, lag sicher auch daran, daß Borrelly starke Konkurrenz bekam. Denn zur gleichen Zeit war auch der weitau eindrucksvollere Komet Bradfield (1987 s) am Abendhimmel sichtbar, der mehr Interesse auf sich zog.

Tabelle 1: Beobachtungen der visuellen Gesamthelligkeit von P/Borrelly des Arbeitskreises Kometen

Beobachter	Anzahl	Zeitraum
Ewald, D.	10	1987 Dez. 7 – 1988 Jan. 14
Richert, M.	4	1987 Dez. 8 – 1987 Dez. 22
Winkler, R.	5	1987 Dez. 22 – 1988 Feb. 15
Dachsel, M.	7	1988 Jan. 7 – 1988 Jan. 20
Zische, E.	1	1988 Jan. 9
Lieder, F.	2	1988 Jan. 9 – 1988 Jan. 13
6 Beobachter	29	1987 Dez. 7 – 1988 Feb. 15

Im folgenden soll die Helligkeitsentwicklung von Borrelly untersucht werden. Ausgehend von der für Kometen allgemein gültigen Standardformel

$$m_1 = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5 n \log r \quad (1)$$

Abb. 1: Nachmitt der visuellen Gesamthelligkeit von P/Borrelly nach Beobachtungen der VdS-Fachgruppe Kometen, BRD (-) und des Arbeitskreises Kometen, DDR (+). Die Beobachtungen wurden auf einen einheitlichen Aperturdurchmesser von 6,8 cm normiert.

Fettgedruckt: mindestens fünf Helligkeitsschätzungen pro Nacht.

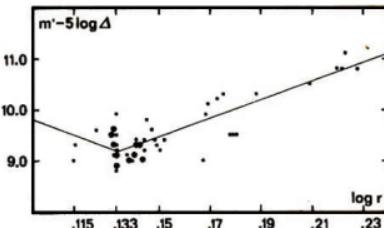
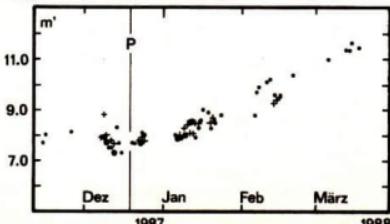


Abb. 2: Nachmitt der heliocentrischen Helligkeit von P/Borrelly in Abhängigkeit vom Logarithmus des Sonnenabstandes. Mit eingezzeichnet ist die berechnete Regressionsgerade.

Fettgedruckt: mindestens fünf Helligkeitsschätzungen pro Nacht.

wurde versucht, die für jeden Kometen unterschiedlichen Größen m_0 und n aus den Beobachtungen, die dem Arbeitskreis Kometen mitgeteilt wurden, zu ermitteln. Darin bedeuten m_0 die reduzierte Helligkeit des Kometen im Abstand 1 AE von Sonne und Erde und n die Aktivitätszunahme bzw. Abnahme des Kometen. Allerdings ließ die geringe Anzahl der Helligkeitsschätzungen des AKK (insgesamt 29) keine Berechnung dieser Größen zu. Aus diesem Grunde wurden in die Auswertung auch die Beobachtungen der VdS-Fachgruppe Kometen aus der BRD mit einbezogen (insgesamt 157), die mit vergleichbarem Instrumentarium beobachteten und auch unter den gleichen schlechten Witterungsbedingungen zu leiden hatten. Damit eröffnete sich auch die Möglichkeit, unsere Beobachtungsreihe auf eventuelle systematische Unterschiede mit den Beobachtungen aus der BRD zu vergleichen. Es kann festgestellt werden, daß keine systematischen Abweichungen aufraten. Abb. 1 zeigt den zeitlichen Verlauf der normierten Helligkeit Borrellys nach den Beobachtungen der beiden Fachgruppen. Die Darstellung der beiden Beobachtungsreihen in einem Diagramm verdeutlicht die geringen Unterschiede. Allerdings bestehen die Mittelwerte des AKK vor allem im Dezember 1987 und Februar 1988 meist nur aus einer Beobachtung, da die 29 Helligkeitsschätzungen in 20 Nächten gewonnen wurden.

In Abb. 2 sind die Nachmitt der heliocentrischen Helligkeit von P/Borrelly (umgerechnet auf den gleichbleibenden Abstand Erde – Komet = 1 AE) in Abhängigkeit vom Sonnenabstand dargestellt. Es muß dabei betont werden, daß alle 186 Helligkeitsschätzungen der beiden Fachgruppen benutzt wurden, ohne irgendwelche Gewichte anzubringen oder größere Abweichungen zu streichen. Die Beobachtungen wurden lediglich auf einen einheitlichen Aperturdurchmesser von 6,8 cm normiert. Durch Berechnung der Regression erhält man für $m_0 = 6,73$ und $n = 7,27$. Die Helligkeitsformel lautet daher:

$$m_1 = 6,73 + 5 \log \Delta + 18,17 \log r \quad (2)$$

Auffällig ist der hohe n -Faktor von 7,3. Bei P/Halley lag dieser Faktor bei 5,1 (vor dem Perihel) bzw. bei 3,6 (nach dem Perihel). Borrelly ist also wesentlich schneller schwächer geworden, als das bei Halley im gleichen Zeitraum der Fall war.

Leider ist die Helligkeitsfunktion etwas unsicher, da der Korrelationskoeffizient nur 0,80 beträgt. Wünschenswert wären mindestens 0,90 gewesen. Der Grund liegt sicher darin, daß sich der Abstand Komet-Sonne im Beobachtungszeitraum nur langsam zwischen 1,4 AE und 1,7 AE änderte und für einige Zeit während des Perihels nahezu konstant war. Das zeigt, wie wichtig Helligkeitsbeobachtungen von Kometen über einen möglichst langen Zeitraum sind.

Insgesamt gesehen war Borrelly während der Beobachtungsperiode ein recht diffuses Objekt (DC 3-4) ohne einen nennenswerten Schweif. Der scheinbare Komadurchmesser lag während des Perihels etwa bei 5'. Das entspricht einem wahren Durchmesser von 100 000 km.

Nach einer vorläufigen Ephemeride, deren Berechnung Herr H.-P. Bauer (Magdeburg) besorgte, ist Borrelly während des nächsten Periheldurchgangs im November 1994 wieder sehr günstig zu beobachten. Seine größte Helligkeit wird nach Formel (2) allerdings nur bei 8^h5 liegen.

Der Autor dankt besonders Herrn Karsten Kirsch für die Unterstützung bei dieser Arbeit.

Literatur: IAU Circular No. 4404; M. P. C. 13926. – Belyaev, N. A. et al.: Catalogue of short-period comets, Bratislava 1986. – Kirsch, K.: Komet P/Borrelly (1987p) günstig beobachtbar, AuR 25 (1987) 156. – Kirsch, K.: Komet Halley – Die Helligkeit nach dem Periheldurchgang, AuR 25 (1987) 183–185. – Jahn, J.: Kometen Planetoiden Meteore, Jg. 3, Nr. 8, August 1988, 32–34.

MARCUS RICHERT

*

Beobachtungen der Jupitermond-Helligkeiten in den Jahren 1984 und 1988/89

DIETMAR BÜTTNER

1. Einleitung

Der Autor hat in den Oppositionsperioden 1984 und 1988/89 Beobachtungen zu den Helligkeiten der vier Galileischen Jupitermonde vorgenommen. Die dabei gesammelten Erfahrungen versprechen für eine Beschäftigung des Amateurs mit diesem Gebiet Erfolg.

2. Beobachtungsmethode

Als Instrument diente ein TELENTOR 63/840 (Vergl. S2x). Beobachtet wurden relative Helligkeitsunterschiede zwischen den Monden. Das hat den Vorteil der Unabhängigkeit von geeigneten Vergleichssternen. Außerdem bleiben Helligkeitsschwankungen durch Änderungen der Entfernung zwischen Erde und Jupiter ohne Einfluß, weil sie alle Monde gleichermaßen betreffen. Bei jeder Beobachtung wurden die Monde zunächst symbolisch mit A, B, C und D in der Reihenfolge ihrer Stellung im Gesichtsfeld bezeichnet. Die Stellung der Monde wurde vorher nicht im Sternkalender nachgesehen, so daß damit die Voreingenommenheit zumindest teilweise ausgeschlossen wurde. Nach der Beobachtung wurden den Buchstaben die Mondnummern 1–4 zuge-

ordnet. Zur Ermittlung der relativen Unterschiede wurden jeweils zwei Monde miteinander verglichen. Es ergaben sich insgesamt sechs Mondpaare (A–B, A–C, A–D, B–C, B–D, C–D bzw. 1–2, 1–3 usw.), wenn alle vier Monde sichtbar sind. Für jedes Paar wurde zunächst der hellere Mond ermittelt. Danach wurde der Helligkeitsunterschied nach der Argelander-Methode in Stufen bestimmt. An einigen Tagen in der Periode 1988/89 wurden diese Beobachtungen zusätzlich unter Verwendung verschiedener Farbfilter wiederholt.

3. Auswertungen

Zur numerischen Auswertbarkeit wurde folgende Vorzeichensfestlegung für die Helligkeitsdifferenzen in Stufen getroffen: Positives/negatives Vorzeichen, wenn der erstgenannte Mond in den feststehenden Bezeichnungen für die Paare (1–2, 1–3, ...) der hellere/schwächeren Mond ist. Getrennt nach Beobachtungen ohne Filter und in den einzelnen Farben wurden für die sechs Mondpaare die Mittelwerte (vorzeichenbehaftet) und Standardabweichungen der beobachteten Helligkeitsunterschiede ermittelt. Zur Bestimmung der Reihenfolge nach der Helligkeit wurden diese Mittelwerte zusammengefaßt. Jeder Mond ist in drei Paaren enthalten. Steht der Mond an zweiter Stelle der Paarbezeichnung, wurde das Vorzeichen des Mittelwertes für die jeweilige Zusammenfassung getauscht. Der Mond mit der größten Summe der drei Mittelwerte ist der hellste.

4. Ergebnisse der Auswertungen

Zunächst wurden die Daten aus den beiden Oppositionsperioden getrennt ausgewertet. Da sich für beide Perioden gleiche Tendenzen und Größenordnungen ergeben, wurden die Ergebnisse nochmals als eine gesamte Reihe wegen der höheren statistischen Sicherheit ausgewertet. Aus diesen Daten lassen sich folgende wesentliche Aussagen treffen:

1. Die visuelle Beobachtung läßt eindeutig Helligkeitsunterschiede zwischen den Monden erkennen. Beim hellsten Mond beginnend lautet die Reihenfolge nach der Helligkeit: 3–1–2–4. Der größte Unterschied (zwischen Mond 3 und 4) beträgt 3,8 Stufen.
2. Für die vorliegenden Beobachtungen ist der Maßstab des Helligkeitsunterschiedes 0,26 mag/Stufe (lineare Regression, Korrelationskoeffizient 0,93), wenn die Helligkeiten der Monde lt. „Ahrents Kalender für Sternfreunde 1989“ (S. 95) zugrunde gelegt werden.
3. Während bei allen anderen Mondpaaren immer ein und der selbe Mond der hellere war, trat beim Paar 1–2 folgende Verteilung auf:

Mond 1 heller als Mond 2:	27 x
Mond 1 gleich hell Mond 2:	5 x
Mond 1 schwächer als Mond 2:	10 x

Das drückt sich auch in der größeren Standardabweichung der Differenzen bei diesem Paar aus. Während die quantitative Bewertung der Helligkeitsunterschiede in Stufen von einer Beobachtung zur anderen subjektiv schwanken kann, schien die Festle-

Tabelle: Zusammengefaßte Ergebnisse der Beobachtungen ohne Farbfilter (Mittelwerte und Standardabweichungen der Helligkeitsdifferenzen in Stufen)

Mondpaar	1–2	1–3	1–4	2–3	2–4	3–4
Anzahl der Beobachtungen	42	43	42	43	44	46
Mittelwert	0,6	–2,2	2,7	–2,5	2,2	3,8
Standardabweichung	±1,3	±0,6	±0,7	±0,7	±0,9	±0,7

gung des helleren/schwächeren Mondes in fast allen Fällen zweifelsfrei. Das Ergebnis, daß beim Paar 1-2 zeitweise der Mond 1 und zeitweise der Mond 2 der hellere ist, dürfte demnach real sein. Leider ist zur Veränderlichkeit der Jupitermondhelligkeiten aus der zugänglichen Literatur nichts bekannt.

4. Die visuelle Beobachtung in verschiedenen Farbbereichen (mit Farbfiltter) zeigt eine eindeutige Abhängigkeit der Mondhelligkeiten von der Farbe. Im roten und grünen Bereich (Filter RG1 und VG8) wurde die gleiche Reihenfolge der Monde nach der Helligkeit wie bei der Beobachtung ohne Filter ermittelt (3-1-2-4). Dagegen zeigt das blaue Filter BG1 den Mond 1 eindeutig als schwächeren, während er im Roten fast so hell wie Mond 3 ist. Ungeachtet der Reihenfolge ergeben sich bei den Monden 1 und 4 viel größere Differenzen der je Mond zusammengefaßten Helligkeitsunterschiede zu den anderen Monden in den einzelnen Farben als bei den Monden 2 und 3. Das heißt, die Helligkeiten der Monde 1 und 4 sind stärker von der Farbe abhängig als die der Monde 2 und 3. Da für die Farbbeobachtungen je Mond und Farbe nur fünf bis neun Beobachtungen vorliegen, wird wegen der zu geringen statistischen Sicherheit im Vergleich zu den Schätzungen ohne Filter auf quantitative Angaben verzichtet.

5. Fehlerdiskussion

Trotz der Eindeutigkeit einiger Ergebnisse ist eine kritische Beobachtung angebracht, auch als Ausgangspunkt für weitere derartige Beobachtungsreihen.

1. In jedem Falle überlagern sich reale Schwankungen der Helligkeitsdifferenzen mit subjektiven Fehlereinflüssen, wie z. B. tägliche schwankende Stufen-Auffassungen des Beobachters.
2. Eine Beeinflussung der Schätzungen durch die Nähe eines Mondes zur hellen Jupiterscheibe ist nicht auszuschließen, wenn sie auch bei den vorliegenden Beobachtungen nicht so empfunden und bei der Auswertung nicht nachgewiesen wurde.
3. Der Beobachter hatte bisher noch keine Erfahrungen mit Helligkeitsabschätzungen, z. B. an veränderlichen Sternen.
4. Wegen ihrer geringen Anzahl bedürfen die Beobachtungen mit Farbfilttern auf jeden Fall einer Bestätigung durch dichtere Beobachtungsreihen.

Die wechselnden Abstände der Jupitermonde zur Erde infolge des Umlaufes um den Jupiter bewirken eine relative Helligkeitsänderung der Monde untereinander weit unter 0.1 mag und sind daher ohne Bedeutung.

6. Abschlußbemerkungen

Es wurde gezeigt, daß auch mit kleinen Instrumenten und einem relativ geringen beobachteterischen Aufwand durchaus interessante Aussagen zu Relationen und Größenordnungen der Jupitermondhelligkeiten möglich sind. Diese Ergebnisse sollten eine Anregung zur Bestätigung, Präzisierung oder Revision durch andere Amateure sein.

Verkäufe Cassegrain-Teleskop 250/3250 auf sehr stabiler Gabelmontierung mit komfortabler Schrittmotorensteuerung und Magnetkupplungen in beiden Achsen (Eigenbau für 9000 M.)

Verkäufe modernes Hochgeschwindigkeitsphotometer mit Rechner- u. Magnetbandschlüssel und Empfangseinrichtung für DCF 77 für 4500 M. – Dietmar Böhme, Nr. 11, Nessa, 4851.

Beobachtungshinweise

Hinweise zur Planetenbeobachtung

HARALD PALESKE

Auf dem Gebiet der Amateurplanetenbeobachtung ist es von je her üblich, die Beobachtung in Form einer Zeichnung niederzulegen. Fotografische Aufnahmen mit ergebundenen Teleskopen zeigen bei weitem nicht die Feinstruktur einer Planetenoberfläche, wie man diese durchs Teleskop wahrnehmen kann. Der Anfänger auf diesem Gebiet der Amateurastronomie wird von ersten Anblick eines Planeten sicherlich enttäuscht, wenn man diesen mit Fotos oder Zeichnungen aus der Literatur vergleicht. Einfach erscheint es daher, eine Zeichnung am Teleskop herzustellen. Bei Ausführung dieser wird die Sache aber zunehmend schwieriger. Besonders in Momenten mit guten Luftverhältnissen zeigen sich eine Fülle von Details, welche möglichst genau im Aussehen und der Position auf die Schablone übertragen werden sollten.

Nicht jeder ist von Beruf Kunstmaler wie W. Löbering, der bei der Jupiterbeobachtung und Zeichnung im Amateurbereich entsprechende Maßstäbe gesetzt hat. So scheinen die ersten Ergebnisse nicht viel mit dem wirklichen Anblick im Teleskop zu tun zu haben.

Nachdem ich mich mit der Planetenbeobachtung seit sechs Jahren beschäftige, möchte ich einige Hinweise geben, wie man eine Planetenzeichnung systematisch und rational aufbaut. Außerdem werden noch einige Hinweise zur Beobachtung selbst und zur Vereinheitlichung der Nomenklatur gegeben, um die Auswertarbeiten zu erleichtern.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich hauptsächlich auf Jupiter, einige auf Mars, da bei diesen beiden Planeten Oberflächendetails am leichtesten erkannt werden können.

Den Werdegang einer Planetenzeichnung dokumentiere ich am Beispiel Jupiter, welcher bei guter Luft an einem 150/2670 Refraktor beobachtet wurde (Abb. 1-4).

1. Vorbereitung der Beobachtung

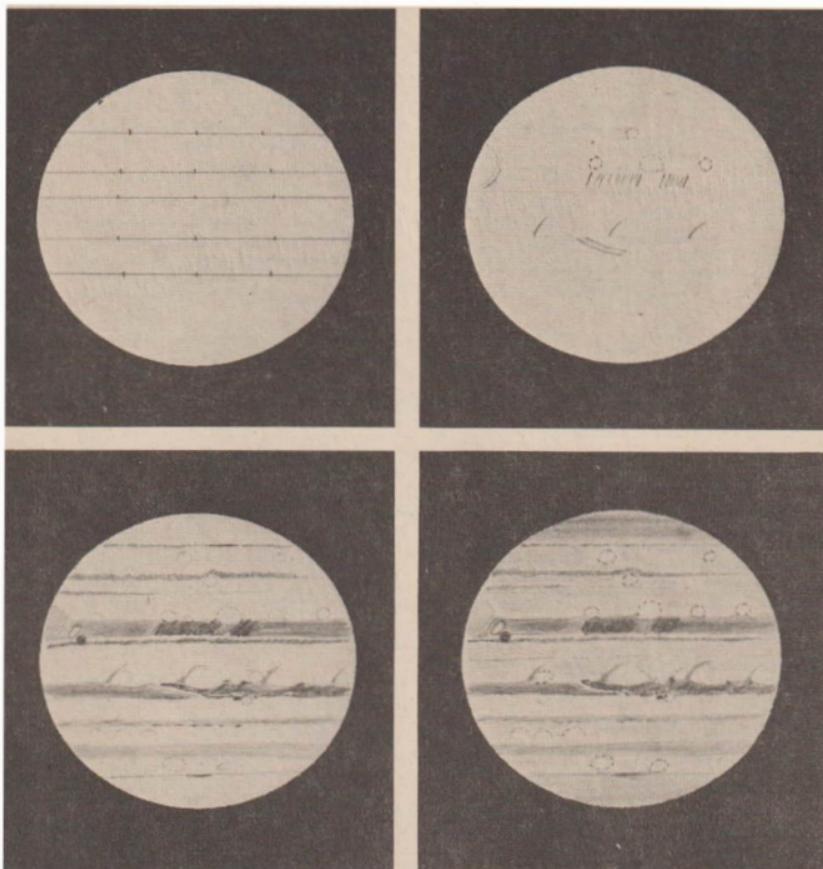
- Zu einer guten Vorbereitung gehört das Aufbereiten der Schablonen, die zur Beobachtung eingesetzt werden sollen. Um das Auge bei der Eintragung der Details auf diese zu entlasten, zeichne ich in die Schablone ein Netz von Anhaltspunkten ein.

Bei Jupiter ist es günstig, wenn die Breitenpositionen der Bänder schon auf die Schablone übertragen wurde. Diese können durch Schätzungen oder wer die Möglichkeit hat, durch Mikrometremessungen [1], ermittelt werden.

Weiterhin sollten nun diese Hilfslinien in vier (o. mehr) gleichgroße Längenabschnitte geteilt sein. (Abb. 1).

Ohne diese Markierungen müßte das Auge am Teleskop die Position schätzen und dann noch mal beim Eintragen in die mäßig beleuchtete und leere Schablone. Das hierbei große Positionfehler auftreten können, liegt auf der Hand.

- Bei Mars zeichne ich vor der eigentlichen Beobachtung ein einfaches Kreuz ein, welches die Schablone vierteilt.



1 | 2
3 | 4

Abb. 1...4: Herstellen einer Jupiter-zeichnung anhand einer Zeichnung darstellung von H. Paleske vom 23. 8. 1986; ZM I: 317.2°; ZM H: 76.5° mit Refraktor 150/2670 und 167facher Vergrößerung.

- Weiterhin ist es notwendig, bei Mars die aktuelle Phase einzuziehen (Abb. 5). Den Lichtdefekt Δ kann man für beliebige Schablonendurchmesser mit Hilfe Formel (1) berechnen.
- Zu einer guten Vorbereitung gehört weiterhin die Information über den zu erwartenden Anblick des Planeten im Fernrohr. Dazu dient uns der Kal. für Sternfreunde, in dem für Jupiter und Mars die Zentralmeridiane (ZM) berechnet werden können.
- Zu einer guten Vorbereitung gehört weiterhin die Information über den zu erwartenden Anblick des Planeten im Fernrohr. Dazu dient uns der Kal. für Sternfreunde, in dem für Jupiter und Mars die Zentralmeridiane (ZM) berechnet werden können.
- Ist der Ort eines beliebigen Objektes auf der Planetenscheibe in etwa bekannt, kann man aus deren Kenntnis den ungefähren Zeitpunkt der Zentralmeridianpassage (ZMP) berechnen. So weiß man, wann man am Teleskop sein muß, um eine bestimmte ZMP beobachten zu können.

Zu Abb. 1: vorbereitete Schablone.

Zu Abb. 2: Umreissen markanter Details.

Zu Abb. 3: Einzeichnen der Bänder- und Zonenstruktur.

Zu Abb. 4: Abstufung der Grautöne.

• Da Grundlage jeder genauen Beobachtung eine gut gehende Uhr ist, sollte diese vor- und nachher an einem Zeitzeichen (Radio, Fernseher) überprüft werden. Für die Zeitnahme von ZMP ist eine Genauigkeit von einer Minute, an größeren Instrumenten einer halben Minute anzustreben.

• Vor der Beobachtung sollten alle Hilfsmittel (Bleistifte, Wecker, Taschenlampe usw.) auf ihre Funktion überprüft werden. Eine robuste Schreibunterlage z. B. aus stärkerem Sperrholz oder Pertinax erleichtert die Herstellung einer Zeichnung wesentlich. Außerdem ist es günstig, ein kleines Heft bereitliegen zu haben, um evtl. ZMPen oder äußere Begleitumstände darin einzutragen zu können. (z. B. Müdigkeit, Wolken, Unaufmerksamkeit).

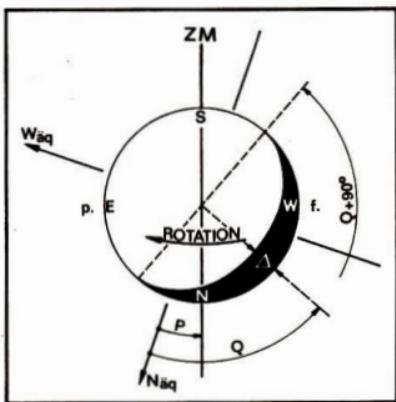


Abb. 5: Planet Mars, Phase und Achsenneigung. Westrichtung im äquatorialen System entspricht scheinbar täglicher Bewegung. Die Himmelsrichtungen N, E, S, W als planetare Richtungen (für einen Beobachter auf dem Planeten). Vor der Opposition: Phase in Nähe p-Rand; nach der Opposition: Phase in Nähe f-Rand. Bei Phasenwinkel $\varphi < 20^\circ$ (entspr. ± 1 Monat um Opposition) ist die Phase vernachlässigbar. $\Delta = d/2 (1 - \cos \varphi)$.

Δ - Lichtdefekt; d - Durchmesser der Zeichenschablone; φ - Phasenwinkel; $W_{\text{äq}}, N_{\text{äq}}$ - West- bzw. Nordrichtung im äquatorialen System.

2. Ausführung der Beobachtung

Da man bei der Beobachtung von Planeten oft stundenlang unter ständiger Konzentration am Teleskop ausharren muß, ist eine bequeme Sitzweise dringend anzuraten.

Sodann wird man erst mal einige Minuten den Planeten beobachten müssen, um das wichtigste Detail genau erfaßt zu haben. Um dieses dann im richtigen Helligkeits- und Größenverhältnis auf die Schablone zu übertragen, ist es günstig, innerhalb von 5 Minuten alle gut sichtbaren Strukturen mit einem härteren Bleistift zu umreißen (Abb. 2).

Jetzt wird die Zeit gestoppt. Sie soll den Moment des Einzeichnens der Grobstrukturen möglichst gut repräsentieren.

Ich schreibe mir diese zunächst mit Bleistift in die Schablone und zwar so wie ich sie ablese, egal ob MEZ oder MESZ gilt. Nach der Beobachtung wird dann dies auf Weltzeit (WZ bzw. UT) umgerechnet. So kann man am wenigsten falsch machen. Die Umrechnung ist zwar sehr einfach, jedoch „Eifer des Gefechts“ ist manches schon passiert. Bei der Umrechnung beachte man insbesondere den eventuellen Wechsel des Datums! Sind nun die wichtigsten bzw. deutlichsten Details auf die Schablone übertragen worden, die Zeit gestoppt und eingetragen, trägt man die nächsten im Verhältnis zu den schon eingezeichneten auf und zwar Verhältnis in Größe und Position (Abb. 3). Ich schätze und zeichne großflächige Objekte meist zu klein. Hier hilft nur der Bezug auf den Planetendurchmesser.

Auch ist bei der genauen Positionierung auf den sich u. U. stark auswirkenden „Randeffekt“ zu achten. Dieser läßt Details mehr zum Rand hin erscheinen als sie sich in Wirklichkeit befinden. Diesen psychologischen Effekt versuche ich auszuschalten, indem ich mir gedanklich die gesamte Strecke vom Ost- bis West-

rand der Planetenscheibe in vier gleich große Strecken einteile. Dann wird die Position des Objektes im Verhältnis zu einem Viertel geschätzt und auf die Schablone übertragen.

Bei meinen diesjährigen Beobachtungen hat sich gezeigt, daß ich die Position eines Objektes im ersten oder letzten Viertel des Durchmessers eines Bandes auf Jupiter sehr genau schätzen kann. Die Vergleiche mit ZMPen ergaben nur Unterschiede von max. $\pm 2,5^\circ$ jov. Länge. Bei anderen Beobachtungen können andere Differenzen auftreten.

Hat man nun die meisten Details mit einem härteren Bleistift eingezeichnet oder markiert, kann man mit der Graubstufung dieser beginnen. Da im Prinzip für dunklere oder großflächige Objekte kleine Striche oder Punkte zur Markierung markanter Endpunkte genügen, kann man ihr „wahres“ Aussehen mit einem weichen Bleistift auf die Schablone übertragen, ohne zuvor mit einem härteren Stift das Papier aufgerautet zu haben.

Zuletzt stift man die Grautöne der scheinbar „leeren“ Flächen ab (Abb. 4). Selten sind Objekte rein weiß, so daß sie nicht abgestuft werden müssen. Um sehr schwache Objekte, die einen geringen Kontrast zur Umgebung haben, besser wahrnehmen zu können, schaue ich einfach am Objekt vorbei. Ich wende also die selbe Methode an, die man zum Beobachten von schwachen Nebeln o. ä. in der Stellarbeobachtung benutzt. Mit etwas Training kann man dies ohne weiteres erlernen.

Um diese sehr zarten Strukturen auf der Schablone besser darstellen zu können, ist es zweckmäßig, diese in einem „vernünftigen“ Maß zu übertragen. Es müssen aber dabei die beobachteten Relationen zueinander beibehalten werden. Man sollte also vermieden, unscheinbare Details stark hervorzuheben und gut sichtbare zu vernachlässigen.

Zum Darstellen sehr feiner Grautöne benutze ich selbst gefertigte Wischer. Diese kann man sehr einfach selbst herstellen, in dem man weiche Filzstifte von Farbe befreit und austrocknet. Mit diesen kann man auch die Bleistiftfeinstruktur auf der Zeichnung verwischen.

Vorsicht ist beim Gebrauch des Radiergummis geboten. Unsere Zeichnungsvordrucke sind auf relativ holzhaltigem Papier gedruckt worden. Beim starken Aufdrücken hat man das Papier schnell aufgerautet.

Als Beleuchtung hat sich eine mehrfarbige Taschenlampe bewährt. Ich bevorzuge Grün mit etwas gelben Licht. Damit lassen sich die feinen Graubstufungen auf der Schablone gut erkennen. Ein geübter Zeichner wird eine Zeichnung in 10–15 min. beendet haben. Das kommt aber immer darauf an, wie die Sichtverhältnisse sind. Bei unruhiger Luft, wo man oft Minutenlang warten muß, ehe man ein bestimmtes Detail deutlich erkennt, steigt die Dauer der Herstellung auf 20–25 min. Hierbei ist es besonders wichtig, auf den Anschluß der Details untereinander zu achten.

Bei Erarbeiten einer Zeichnung ist es wichtig, mit System zu arbeiten, alle Handlungen in einer bestimmten Reihenfolge ablaufen zu lassen. So gewöhnt man sich am schnellsten an einen eigenen, reproduzierbaren Zeichenstil, der u. U. sofort auf den Urheber schließen läßt. Günstig ist es, wenn man erst mal am Schreibtisch „eine Planetenzeichnung übt“. So lassen sich im hellen Zimmer der Gebrauch und die Wirkung der Zeichengeräte besser erlernen als am Teleskop.

Um eine Zeichnung in ihrer Aussage wirksam zu unterstützen, kann man schriftlich den Eindruck, den der Planet im Teleskop auf den Beobachter hinterläßt, niederlegen. Hierzu gehört die Erwähnung von sehr auffälligen Details, Farbe der Objekte, sehr schwierige Objekte, evtl. neu aufgetauchte Objekte, Veränderungen im Aussehen, evtl. Wechselwirkungen von Objekten untereinander usw.

Es können aber auch äußere Begleitumstände (Luftbeschaffenheit, Wolken, Kälte usw.) mit vermerkt werden.

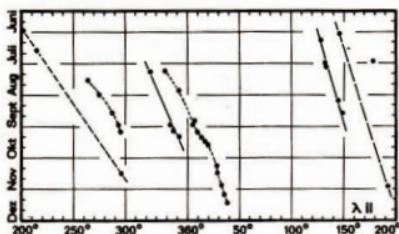


Abb. 6: Driftbewegung von Barren im NTB des Jupiter 1986. Die Positionen wurden sämtlich vom Verfasser durch ZMP ermittelt.

Neben der zeichnerischen und schriftlichen Fixierung der Beobachtung sind Zeitnahmen von Zentralmeridianpassagen (ZMP) von Objekten auf einer Planetenoberfläche wichtig. Können sie uns doch, über einen gewissen Zeitraum durchgeführt, einen guten Aufschluß über Bewegungen dieser liefern (Abb. 6).

Als Zentralmeridian (ZM) wird die gedachte Verbindungslinie zwischen Nord- und Südpol eines Planeten bezeichnet. Bei Jupiter steht er senkrecht zur Richtung der Streifung. Bei Mars ist er wie in Abb. 5 dargestellt zu finden.

Beobachtet man eine ZMP, notiert man die Zeit zu der man glaubt, daß sich das Objekt genau auf dieser Linie befindet. Jede dieser Zeitnahmen sollte nun mit einer individuellen Genauigkeitsangabe versehen werden.

Z. B. 14. 4. 1980 $21^h 29^m \pm 1.5^m$ bedeutet, daß die ZMP frühestens $21^h 27.5^m$, höchstwahrscheinlich $21^h 29^m$ und allerspätestens $21^h 30.5^m$ erfolgt ist. [2]

Diese Zeitangaben werden dann später in das entsprechende gültige Rotationsystem umgerechnet.

Zu beachten gilt weiter, daß ZMPen, die eine möglichst homogene Beobachtungsreihe ergeben sollen, nur mit einer bestimmten Vergrößerung, die immer beibehalten wird, durchgeführt werden müssen. So bekommt man ein besser vergleichbares Datennmaterial zusammen. Gleiches gilt auch für die Bildorientierung (Orientierung der planetaren Himmelsrichtungen im Okulargesichtsfeld). So sollte z. B. stets Süden oben liegen und die Rotation von rechts nach links erfolgen.

Weiterhin muß man vermeiden, daß die Jupiterbänder stark geneigt im Gesichtsfeld erscheinen. Dann nämlich weichen die geschätzten Zeitpunkte der ZMP i. a. stark von denen ab, die man erhalten hätte, wenn die Bänder waagerecht liegen würden. Bei leichter Neigung der Bänder kann noch der Kopf so gedreht werden, daß die Augen parallel zu diesen liegen. Ist die Neigung aber stärker, hilft nur noch ein Zenit- oder Pentaprismus, welches man so drehen kann, daß die Bänder horizontal liegen.

Um eine gute Vorstellung von der Ausdehnung eines bestimmten Objektes zu bekommen, nimmt man ZMPen vom vorangehenden (p.) und nachfolgenden (f.) Ende (in Rotationsrichtung gesehen) des Objektes. Hier hat man eine Möglichkeit, seine Zeichnung auf Größenaccuracy zu überprüfen, in dem man die Werte von ZMP mit denen auf der Schablone ausgemessenen vergleicht. Gegebenenfalls kann man dann bei der nächsten Beobachtung die Größe des Objektes aufmerksamer betrachten und festhalten.

Bei Mars ist die Bestimmung von ZMP schwieriger, da die Lage des ZM nicht so offenbar ist wie bei Jupiter (Abb. 5). Weiterhin rotiert Mars langsamer und die sichtbaren Details sind kaum scharf begrenzt.

3. Hinweise zur einheitlichen Dokumentation

Im Sinne einer einheitlichen und zügigen Auswertung müssen einige Punkte bei Ausführung der Beobachtung beachtet werden.

- Es sollten nur genormte Schablonen verwendet werden. Diese haben für Mars einen Durchmesser von 50 mm und für Jupiter Pol/Äquator Durchmesser von 59/63 mm. Sie sind über den AK Planeten zu beziehen.

- Bei einer Planetenzeichnung liegt stets Süden oben. Gemeint ist dabei die planetare Südrichtung, nicht die im Äquatorialsystem (Mars!). Außerdem sollte mit seitenrichtigen Bildern im Okular gearbeitet werden, so daß die „Rotation auf der Schablone“ von rechts nach links erfolgt. Bei Nichtbeachtung muß unbedingt die Bildorientierung der Zeichnung auf der Schablone vermerkt sein.

- Bei Mars muß der Positionswinkel berücksichtigt werden (Kal. für Sternenfr.). damit die planetare Südrichtung auf der Schablone oben liegt. Das bedeutet, daß sich die Südpolkappe auf der Schablone oben befindet. Die Identifizierung der planetaren Himmelsrichtung bereitet auf Mars mitunter Schwierigkeiten. Erstens braucht weder eine Süd- oder Nordpolkappe zu erkennen sein. Zum zweiten ist es möglich, daß die Polkappen mit hellen polnahen Gebieten verwechselt werden (z. B. Hellas). Drittens fallen die Mittelpunkte der Polkappen nicht genau mit dem planetaren Nord- bzw. Süd-Pol zusammen. Ein einfaches Fadenkreuzokular, dessen ein Faden senkrecht zum Lauf des Mars durchs Gesichtsfeld des Teleskops (bei abgesetzter Nachführung) ausgerichtet wurde, hilft hier weiter. Von der äquatorialen Nord-Süd-Richtung, die dann der Faden einnimmt, kann man den Positionswinkel, um den die Rotationsachse des Mars gegenüber dieser Richtung gekippt ist, in Gedanken abziehen. Der Positionswinkel wird vom Nordpunkt entgegen dem Uhrzeigersinn von 0° bis 360° gezählt (s. auch Abb. 5). Ein Positionskreis von C. Z. Jena erleichtert hierbei die Ermittlung der Lage der Rotationsachse.

- Ein weiterer wichtiger Punkt, welcher unbedingt beachtet werden muß, ist die Angabe der Uhrzeit. Diese muß von allen Beobachtungen auf Weltzeit (WZ oder UT) reduziert werden sein, da sich alle Zeitangaben im AK Planeten auf diese beziehen. Weltzeit ist auch international üblich.

- In Fachpublikationen werden die Bezeichnungen „Ost“ und „West“ im Sinne eines auf dem Planeten befindlichen Beobachters gebraucht (planetare Orientierung). Die Mehrheit der Amateurbeobachter verwendet sie jedoch genau umgekehrt. In Beobachtungsbüchern sollten daher die eindeutigen und ebenfalls international gebräuchlichen Kennzeichnungen „p.“ und „f.“ (s. o.) verwendet werden, um Verwirrungen zu vermeiden.

- Zur genauen Identifizierung von Objekten, von denen ZMP genommen wurden, müssen diese eindeutig auf der Schablone gekennzeichnet sein. Am leichtesten geschieht dies mit einem Transparenzpaper, welches auf der Schablone befestigt wurde. Nun kann man die Markierung der oben erwähnten Objekte vornehmen. Am besten eignet sich hierbei ein guter Füller. Auf diesem Transparenzpaper lassen sich auch unsicher erkannte Objekte mit einem Fragezeichen o. ä. kennzeichnen.

- Weiterhin gehört auf jede Schablone die Angabe des Datums, der ausgerechnete ZM zur Beobachtungszeit, (für Jupiter ZM I und ZM II) die Instrumentengröße, die verwendete Vergrößerung, evtl. eingesetzte FarbfILTER und die Luftbeschaffenheit. Für letztere gibt es verschiedene Skalen. Die allgemein übliche und schnell handhabbare gebe ich nachfolgend: [5]

D = Durchsicht; R = Luftruhe

- D 1 klarer Himmel; Sterne der 5. Größenklasse oder noch schwächer können ohne Hilfsmittel erkannt werden.
 D 2 Nicht mehr ganz klarer Himmel; Sterne der 4. Größe sind noch zu erkennen.
 D 3 brauchbare Durchsicht; Sterne der 2.-3. Größe sind noch zu sehen.
 D 4 sehr dunstig; Sterne der 1. Größe sind noch zu erkennen.
 D 5 Der Planet ist gerade noch mit bloßem Auge zu sehen. Bei mittleren Vergrößerungen ist das Planetenbild so dunkel, daß keine Details mehr erkannt werden können.

Die geschätzten Grenzhelligkeiten beziehen sich auf die Himmelsgegend, in der auch der Planet steht.

- R 1 Bei starker Vergrößerung scharfe und ruhige Bilder.
 R 2 Bildeindruck wie vorher, doch mit blickweisen Wallungen, die die Definition stören.
 R 3 Die Wallungen sind stärker als bei R 2, doch sind die Konturen in Zeitabschnitten besserer Luftruhe bei mittelstarken Vergrößerungen einwandfrei.
 R 4 Die Luftruhe stört die Beobachtung merklich, nur blickweise bekommt man Details zu sehen.
 R 5 Es ist unmöglich, Einzelheiten eingigermaßen sicher zu erfassen. Auch niedrige Vergrößerungen bringen kein scharfes Bild.

Im nachfolgenden gebe ich für Jupiter die allgemein gültige Bezeichnung oft auftretender Objektformen. Die Strömungszonen sind in [3] beschrieben.

Die Nomenklatur auf Mars wurde in [4] eingehend behandelt. Da dieses Buch auch bei uns zu beziehen ist, kann hier auf die Darstellung verzichtet werden.

Nomenklatur der Jupiteratmosphäre [5]

a) Helle Objekte (W-...)

- SPOT ein kleiner runder Fleck
 S PTR ein kleiner glänzender Fleck, der von einem dunklen Ring umgeben ist
 OVAL ein mittleres oder größeres ovales Gebiet, das ziemlich hell und gut begrenzt ist, häufig in der Äquatorzone zu finden
 BAY Bucht: ein großer halb ovaler Ausschnitt am Rande eines dunklen Bandes
 NICK Kerbe: ein kleiner halbkreisförmiger Ausschnitt am Rande eines Bandes
 GAP Lücke: ein ziemlich weiter abgeschwächter oder fehlender Teil in einem Band
 STRK ein heller sehr langgezogener Fleck: wenn ein solcher in einem dunklen Band vorkommt, kann er als Teil eines „Risses“ erscheinen
 AREA eine ausgedehnte helle und unregelmäßig begrenzte Gegend
 SECT ein besonders heller Teil eines Bandes oder einer Zone

b) Dunkle Objekte (D-...)

- SDER ein kleiner sehr dunkler, von einem glänzenden Ring umgebener Fleck
 SPOT ein beliebiger einzelner Fleck, der nicht zu langgezogen ist
 SECT ein auffällig dunkler Teil eines Bandes oder einer Zone
 BAR Barren: ein dunkler langgezogener Fleck
 PROJ Projektion: eine Art „Protuberanz“ am Rande eines Bandes, die auch dunkler als der Hauptteil des Bandes sein kann. Die Form ist unterschiedlich: von abgerundet-

Code	W-Objekte	Code	W-Objekte
SPTR		SDER	
SPOT		SPOT	
SECT		SECT	
STRK		STRK	
AREA		BAR	
BAY		COL	
GAP		DIST	
NICK		FEST	
OVAL		PROJ	
		VEIL	

Abb. 7: Darstellung und Bezeichnung der Objekte auf Jupiter [5].

ten Ausbuchtungen des Bandes bis hin zu spitzen Objekten

VEIL eine ausgedehnte gleichmäßig dunkle Gegend, die manchmal in polaren Regionen oder in den Zonen vorkommt.

FEST Girlande: eine dunkle „Faser“, die eine Zone durchquert. Ihre Enden gehen oft von dunklen Kondensationsniederschlägen eines Bandes aus (insbes. in der EZ, vom NEB ausgehend, zu finden).

COL ein säulenförmiges Gebilde in einer Zone (insbes. STrZ, SEBZ)

DIST Störung: ein dunkles ausgedehntes Gebiet (meistens feinstes Detail, regellos verteilt), insbes. in SEBZ und STrZ.

STRK ein sehr langgezogenes dunkles streifenförmiges Objekt

c) Bezeichnungen spezieller Objekte:

RS	Großer Roter Fleck (GRF)
RSH	Bucht des GRF im SEB
WOS-FA	langlebige weiße ovale Flecke FA, BC und DE im STB
WOS-BC	
WOS-DE	
StrD	Störung in der STZ
SEBD	Störung im SEB

Kurzbezeichnung eines Objekts auf Jupiter [5]

Die Kurzbezeichnung eines Objektes besteht aus folgender Buchstaben-Ziffern-Kombination.

1. Der erste Buchstabe unterteilt die Objekte in zwei Kategorien:
„W“ für helle oder glänzende Objekte
„D“ für dunkle Objekte
 2. Der zweite Buchstabe gibt an, ob man sich auf das Zentrum „C“, den bei der Rotation vorangehenden Rand „P“, den nachfolgenden Rand „F“, bei Mikrometermessungen den Nordrand „N“ bzw. Südrand „S“ bezieht.
 3. Die Zahl an der dritten Stelle gibt eine Bezeichnung zur Sichtbarkeit des Objektes: „1“ das Objekt ist auffallend
„3“ das Objekt ist schwer erkennbar bzw. sehr klein
 4. Nun folgen mehrere Buchstaben, die die Art des Objektes kennzeichnen (siehe Nomenklatur der Jupiteratmosphäre).
- Z. B. DC3-RS ... Zentrum des dunklen, aber schwer sichtbaren GRF
WF2-SPOT ... nachfolgender Rand eines mittelgut sichtbaren weißen Flecks

Die Kurzbezeichnung wird durch das Band oder die Zone (bzw. den Rand oder Teil davon) ergänzt, in dem sich das Objekt befindet.

Für Intensitätsschätzungen auf Jupiter hat sich folgende Skala nach Vaucouleurs bewährt, die 10 Stufen besitzt:

- | | |
|---|--|
| 0- | blendend weiß |
| 1- | mittelgrau |
| 2- | tiefstes schwarz (wie Mondschatzen auf der Planetenscheibe) |
| Es gibt auch eine spezielle GRF Sichtbarkeitsskala nach Peek [5]: | |
| 0- | unsichtbar |
| 1- | sehr schwach, aber sichtbar |
| 2- | anfang schwierig zu beachten, bei längerem Betrachten aber ziemlich deutlich |
| 3- | ziemlich gut definiertes Objekt |
| 4- | gut definiertes Objekt |
| 5- | leichtes Objekt |
| 6- | leicht und deutlich sichtbar |
| 7 u. 8 | sehr dunkel und auffallend |

4. Schluß

Alle beobachteten Daten (ZMP, Intensitäten, detailliertere Zeichnungen) sollten dem AK Planeten zur Verfügung gestellt werden, damit diese in die zentralen Auswertungen mit einfließen können. So hat man auch die Möglichkeit, seine Beobachtungen mit denen von anderen Beobachtern zu vergleichen.

Die Beobachtung von Planeten stellt höchste Anforderungen an den Beobachter, was Konzentration und Ausdauer betrifft. Bei längerer Beschäftigung mit diesem Gebiet der Amateurastrono-

mie wird man einen hohen Grad der innerlichen Befriedigung erhalten. Die Fülle von Einzelheiten, welche man erkennt, wird mit der Erfahrung zunehmen. Wenn ich meine ersten Mond- und Planetenzeichnungen mir anschau, nehmen sie sich alle arm genug meine heutigen aus. Sicher werden einige Beobachter schon „von Hause aus“ etwas bevorrechtigt sein, weil sie sehr schwache Kontraste deutlicher wahrnehmen können als andere.

Indessen wird man mit der Zeit die vielen kleinen Kniffe bei der Planetenbeobachtung, sei es bei Ausführung der Zeichnung, der Vergroßerungswahl oder bei den Beobachtungen von ZMP bekommen, ohne einen all zu großen Lernaufwand treiben zu müssen.

Noch ein Wort zur zeichnerischen Darstellung. Beim Vergleich einer Planetenzeichnung mit dem Bild des Planeten im Teleskop fällt sofort ein großer Unterschied in der Wirkung auf einen Beobachter auf.

Auf einer Zeichnung wirken alle Details fast gleichzeitig, während man beim Blick durchs Teleskop feine und schwache Details nur nacheinander sehen kann, da man sich ausschließlich auf diese eine Stelle konzentriert.

So stellt eine Zeichnung die Summe von nacheinander geschehenen Details dar, welche man nur unter äußerst günstigen Augenblicken auf einmal im Teleskop sehen kann.

Obwohl es viele Gebiete der Amateurastronomie gibt, hat mich die Beschäftigung mit den Planeten nicht wieder losgelassen. Es ist für mich einfach faszinierend, wenn ich Veränderungen in der Planetenatmosphäre beobachten kann. Die nächsten Jahre werden Mars und Jupiter wieder besser zu beobachten sein. Sicher werden dann diese neue Beobachter finden, um in ihre faszinierende Welt tiefer einzudringen.

Ich gebe nun die Kontaktadressen des AK Planeten an, von welchen man sich Informationen oder Arbeitsmaterial besorgen bzw. Beobachtungsergebnisse hinschicken kann.

- | | |
|-----------------|---|
| 1. AK Planeten | - Kulturbund der DDR, Arbeitskreis Planeten, Volksternwarte „Adolph Diesterweg“, Auf den Ebenbergen, Radebeul, 8122 |
| 2. Venus/Saturn | - K.-D. Kalauch, Klettitzer Str. 6, Annahütte, 7802 |
| 3. Mars | - H. Berger, Gruben 27b, Scharfenberg, 8251 |
| 4. Jupiter | - H.-J. Mettig, Tiergartenstr. 30c, Dresden, 8020 |

Abschließend möchte ich Herrn H.-J. Mettig für die erwiesenen Ratschläge bei Abfassung dieser Arbeit danken.

Literatur

- [1] Kowalec, Ch.: Hilfsmittel zur Positionsbestimmung auf Riesenplaneten, Die Sterne 49, 4/1973. - [2] Mitteilungsblatt Nr. 6/1980 des AK-Planeten im KB der DDR. - [3] Mettig, H.-J.; Blasberg, H.-J.: Die Sichtbarkeitsperiode des Jupiter 1979/80, AuR 1/1981. - [4] Rückl, A.: Mond-Mars-Venus Taschenatlas, Artia-Verlag Praha 1977. - [5] Roth, G. D.: Taschenbuch für Planetenbeobachter, 2. Auflage, München 1983.

Suche Sternatanten von Bečvar und Tirion, „Meteorströme“ von Hoffmeister und „Physik und Statistik der Kometen“ von Richter. - Marcus Richert, Semmelweisstr. 7, Magdeburg, 3014.

Verkaufe Refr. 100/1000 mit parall. Mont. Ib, dazu Fünffach-Ocularrevolver, Sonnenfilter SFO 63, Barlowlinse (3x), Astroansatz, Okulare: f = 40, 16, 10, 6 u. 4 mm für insges. 5150 M. - D. Maaskes, Bogenstr. 2, Kelbra, 4721.

Jupitermond-Beobachtungen als Arbeitsgebiet für den Amateur

Dietmar Büttner

1. Einleitung

Die vier Galileischen Monde des Jupiter sind wegen ihrer großen Helligkeit bereits im kleinsten Amateurmehr sicher zu erkennen. Durch ihre gute Sichtbarkeit und die vielfältigen Konstellationen untereinander und mit der Jupiterscheibe bieten sie zahlreiche Möglichkeiten sowohl für Anfänger mit kleinen Geräten als auch für Fortgeschritten mit größeren Instrumenten. Während vereinzelte Beobachtungen vor allem der praktischen Anschauung zu den verschiedenen Erscheinungen dienen, kann der Amateur aus systematischen Reihen einige Zusammenhänge selbst erkennen. Die Aussagekraft von Beobachtungsreihen steigt bekanntlich mit deren Umfang wegen der größeren Beobachtungserfahrung und der höheren statistischen Sicherheit.

Nur die wenigsten Amateurbobachtungen an den Jupitermonden (im folgenden mit JM abgekürzt) haben noch eine wissenschaftliche Bedeutung. Aber für den Amateur ist ja vor allem die persönliche Erbauung durch den Erkenntnisprozess aus der eigenen Anschauung und theoretischen Beschäftigung von Wert. Neben zahlreichen Beobachtungen kann der Amateur auch einige Berechnungen, z. B. zum Vergleich mit den Beobachtungen, anstellen. Bisher sind längst noch nicht alle der nachfolgend aufgezeigten Aufgaben durch Amateure systematisch bearbeitet worden. In diesem Artikel sollen Anregungen zur eigenen schöpferischen Beschäftigung mit den JM gegeben werden, jedoch keine detaillierten Beobachtungsanleitungen.

Zur Beobachtbarkeit der Erscheinungen gilt allgemein folgendes: Beobachtungen von Verfinsternungen sind bereits mit kleinen Instrumenten möglich und hängen im wesentlichen von der Durchsicht der Atmosphäre ab. Dagegen sind Kontakttereignisse (Durchgänge, Bedeckungen) mit steigender Öffnung des Instrumentes besser beobachtbar. Daneben ist bei ihnen die Ruhe der Luft entscheidend. Relativ unabhängig von der Instrumentengröße und den Beobachtungsbedingungen sind zeichnerische Darstellungen und Helligkeitsabschätzungen. Fotografische und lichtelektrische Beobachtungen versprechen mit zunehmender Öffnung mehr Erfolg. Ein wichtiges Kriterium ist die Abhängigkeit einiger Erscheinungen von bestimmten Zeitpunkten und entsprechenden Vorhersagen (z. B. Verfinsternungen und Bedeckungen).

2. Arbeitsgebiete

2.1. Verfinsternungen durch den Jupiter

Bei einer derartigen Verfinsternis tritt ein JM in den Jupiterschatten ein und wird für einige Stunden unsichtbar. Beim Beobachten wird der Zeitpunkt des endgültigen Verschwindens oder ersten Wiedererscheinens gemessen. Die erzielbaren Zeitgenauigkeiten liegen bei einigen Sekunden oder Zehntelminuten. Die Differenz zwischen Beobachtung und Vorhersage hängt von der Öffnung des Teleskops ab. Visuelle Schätzungen der halben Helligkeit bzw. der Helligkeitsrelation zu anderen JM sind wesentlich unsicherer und wegen des schnellen Ablaufes der Verfinsternisanfänge oder -enden innerhalb weniger Minuten schwierig.

Da JM-Verfinsternungen von allen JM-Beobachtungen die höchste Genauigkeit bei geringem Aufwand liefern, können sie gut zur Kontrolle der JM-Bahnbewegung verwendet werden. [1], [2]

2.2. Schattendurchgänge auf der Jupiterscheibe

Die Schatten der JM erscheinen als kleine, pechschwarze Punkte auf der Jupiterscheibe. Während die Anfänge und Enden der Schattenpassagen am Jupiterrand auch in größeren Geräten schwierig zu sehen sind, lässt sich der Schatten des größten JM Ganzmed selbst mit einem Gerät von nur 63 mm Öffnung im Inneren der Scheibe mühelos erkennen. Beob.-aufgaben:

1. Zeichnerische Darstellung der Schattenposition zu verschiedenen Zeitpunkten während eines Durchgangs zur Ableitung der Schattenspur auf der Jupiterscheibe;
2. Schätzung und Zeitmessung für die Stellung „Schatten im Zentralmeridian“ sowie Vergleich mit der Mitte aus den Vorhersagen für Anfang und Ende der Passage lt. Jahrbuch.

2.3. Bedeckungen durch den Jupiter

Bei ihnen ist das Verschwinden des JM hinter dem Jupiterrand zu sehen. In kleineren Fernrohren erscheinen die JM (Durchmesser ca. 1") nur punktförmig und sind am hellen Jupiterrand sowieso schwierig zu sehen. Instrumente mit größerer Öffnung zeigen einen JM als Scheiben und erlauben die Messung der beiden Zeitpunkte für dessen äußeren und inneren Kontakt mit dem Jupiterrand. Auswertung: Vergleich der Mitte aus beiden Messungen mit der Vorhersage lt. Jahrbuch.

2.4. Durchgänge vor dem Jupiter

Für sie gilt im wesentlichen das gleiche wie für die Bedeckungen, jedoch geht der Mond vor der Jupiterscheibe vorbei. Dadurch ist der JM u. U. innerhalb der Scheibe dunkel vor hellen Zonen oder hell vor dunklen Bändern sichtbar. Bei Bedeckungen und Durchgängen sind Unterschiede des Ablaufes am beleuchteten Rand und dem Rand mit dem Lichtdefekt zu beachten.

2.5. Gegenseitige Bedeckungen

Sie treten auf, wenn die Erde etwa alle 5 – 6 Jahre durch die Bahnebene der JM geht und dann von der Erde aus gesehen zwei JM in gleicher Richtung stehen können. In Instrumenten kleiner Öffnung sind die gegenseitige Annäherung, das scheinbare Verschmelzen und die nachfolgende Trennung gut zu sehen. Zur Wahrnehmung von Details bei der gegenseitigen Berührung der beiden JM-Scheiben sind größere Instrumente erforderlich. Beobachtungsaufgabe: Zeitmessung für die einzelnen Stadien auf einige Zehntelminuten oder Minuten genau. [3]

2.6. Gegenseitige Verfinsternungen

Sie sind beim Durchgang der Sonne durch die Bahnebene der JM möglich, wenn ein JM in den Schatten eines anderen eintreten kann. Beobachtungsaufgabe: Zeitmessungen des vollständigen Verschwindens bzw. ersten Sichtbarwerdens oder der geringsten Helligkeit des verfinsterten Mondes. [3]

2.7. Gegenseitige Konjunktionen

Bei ihnen stehen jeweils zwei JM in Bezug zur Äquatorebene des Jupiters scheinbar über- oder untereinander. Begegnungen von

zwei JM nahe der Jupiterscheibe (Blick senkrecht auf die Bewegungsrichtungen) unter gegenläufiger Bewegung (je ein JM diesseits und jenseits des Jupiters) lassen bereits innerhalb weniger Minuten relative Positionsänderungen deutlich erkennen. Vorhersagen: Grafische Darstellung der JM-Positionen im Sternkalender; Konjunktionen treten immer beim Schnitt zweier Linien miteinander auf. Beob.-aufgaben: Zeitmessung für den Moment der Konjunktion (Genauigkeit im Minutenbereich). Auswertung: Vergleich mit (ggf. eigenen) Vorhersagen.

2.8. Positionsbestimmungen

Die einfachste Methode ist das schematische Zeichnen des Jupiters und der JM. Bereits nach einigen Stunden sind deutliche Veränderungen der gegenseitigen Stellungen zu erkennen. Zeichnungen als Beobachtungsdokument können auch zur Identifikation der JM anhand der grafischen Darstellungen im Sternkalender dienen. Genaue Positionsbestimmungen sind durch Mikrometermessungen bzw. durch das Ausmessen von Fotos erhaltlich. Mikrometermessungen sind bereits über die Durchgangszeitmessung am Fadenkreuz eines nicht nachgeführten Fernrohrs möglich (analog der Messung von Mondbergschatten). Erforderlich ist eine Hell- oder Dunkelfeldbeleuchtung am Instrument. Bezug für die Messungen können die Jupiterscheibe oder andere JM sein. Auswertungen: 1. Vergleich der gemessenen mit selbst vorhergesagten Positionen; 2. Ableitung genäherter Werte für einige Bestimmungsgrößen der JM-Bahnen. [4]

2.9. Helligkeitsbestimmungen

Mit geringem Aufwand ist die visuelle Bestimmung von relativen Helligkeitsunterschieden zwischen jeweils zwei JM möglich. Die vier JM ergeben sechs Mondpaare (1-2, 1-3, 1-4, 2-3, ...). Beob.-aufgaben: 1. Qualitative Aussage Mond X heller/gleich/schwächer Mond Y; 2. Quantitative Bestimmung des Helligkeitsunterschiedes nach der Argelander-Methode; 3. Beobachtung mit verschiedenen Farbfiltern.

Auswertungen: 1. Bestimmung der Reihenfolge der JM nach der Helligkeit; 2. Angabe der Helligkeitsunterschiede in Stufen; 3. Nachweis der unterschiedlichen JM-Färbungen aus Helligkeitsunterschieden für verschiedene Farben.

Die Angabe von Helligkeiten in Größenklassen erfordert den Anschluß an Sterne bekannter Helligkeit und die Berücksichtigung der Helligkeitsänderungen durch wechselnde Entfernung Erde-Jupiter-Sonne. Lichtelektrische Helligkeitsmessungen rücken auch in unserem Lande durch die rasche Entwicklung der Optoelektronik und der Rechentechnik perspektivisch immer mehr in das Blickfeld des Amateurs.

2.10. Fotografische Arbeiten

Insbesondere für Positions- und Helligkeitsmessungen sowie zur Dokumentation interessanter Konstellationen sind fotografische Aufnahmen von Interesse. Sie müßten bei entsprechenden Belichtungszeiten und Vergrößerungen bereits mit kleinen Instrumenten möglich sein. Konkrete Angaben aus der Literatur oder eigenen Erfahrungen sind nicht möglich.

2.11. Berechnungen

Interessant sind vor allem den Sternkalender ergänzende Vorhersagen, z. B. für gegenseitige Konjunktionen, oder Berechnungen zum Vergleich mit eigenen Positionsmeßungen. Durch die zunehmende Verbreitung von Kleincomputern erschließt sich hier ein neues Betätigungsgebiet.

3. Zusammenfassung

Der Autor hofft, daß durch diese Anregungen die JM wieder stärker zu Objekten des beobachtenden und rechnenden Sternfreundes werden, nachdem sich in den letzten Jahren das verständliche Interesse der meisten Amateure auf die Ergebnisse der Voyager-Missionen konzentriert hat. Abschließend bleibt zu wünschen, daß eine verstärkte Zuwendung der Beobachter zu den JM auch an einigen Ergebnisartikeln in dieser Zeitschrift erkennbar wird.

Literatur: [1] Ahnert, P.: Kalender für Sternfreunde, J. A. Barth, jährlich. – [2] Ahnert, P.: Das System der Jupitermonde I–III. In: *Die Sterne* 39 (1963) 9/10, 180. – [3] Böttner, D.: Gegenseitige Verfinsternungen und Bedeckungen der vier großen Jupitermonde. In: *AuR* 23 (1985) 1, 16. – [4] Busch, H.: Beobachtungen zu den Umläufen der 4 hellen Jupitermonde. In: *AuR* 21 (1983) 2, 54.

... für das neue Jahr

Streifende Sternbedeckungen 1990

WOLFGANG ROTHE

Nachstehend sind die 1990 in der DDR relativ aussichtsreich beobachtbaren streifenden Sternbedeckungen aufgelistet, die von J. Meeus (Belgien) berechnet wurden. Den Schwierigkeitsgrad der Beobachtung erkennt man bei Beachtung der angegebenen Werte, insbesondere der Sternhelligkeit, der Sternhöhe, des beleuchteten Mondteils und des Hörnerwinkels.

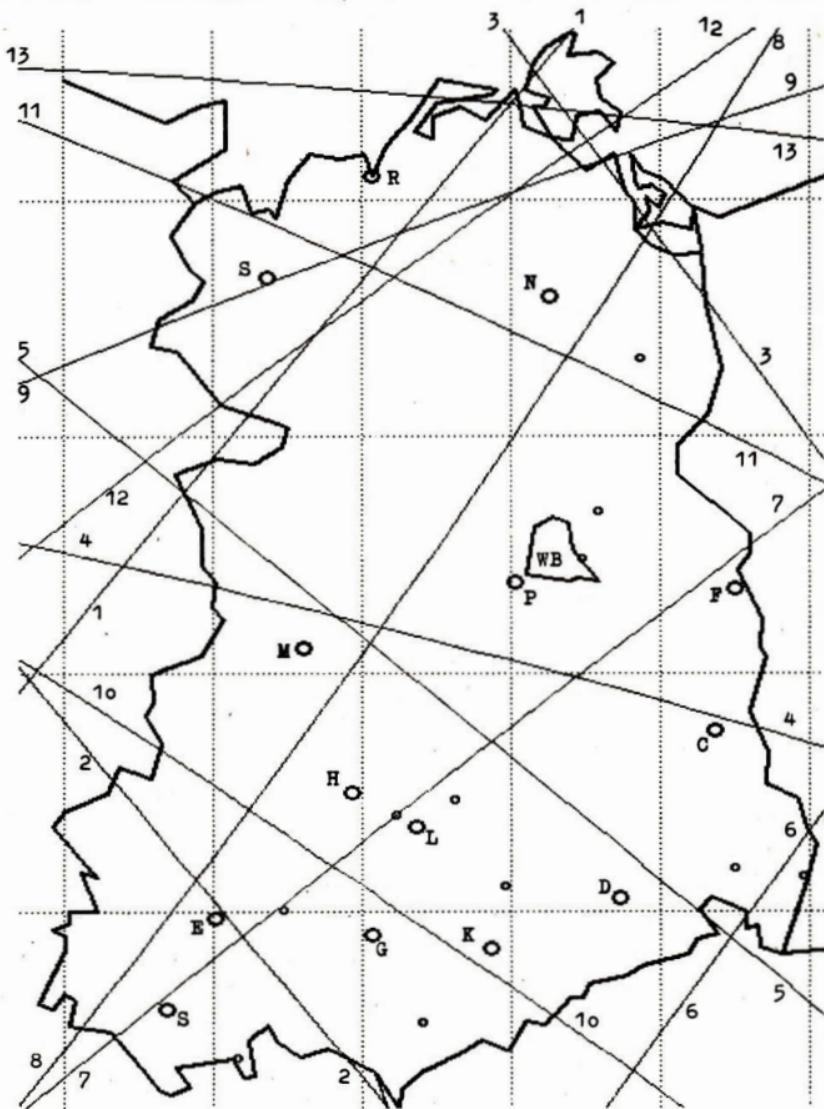
Die Grenzkurven sind nach einer Anregung von A. Dill durch ein Polynom 2. Grades angenähert. „Damit sind für beliebige Längen L im Intervall von 10° bis 15° Ost die zugehörigen Breiten B_L mit einem Fehler von max. $\pm 2'$ zu berechnen:

$$B_L = B_0 + B_1 \times L + B_2 \times L^2$$

Alle Angaben sind in dezimal geteiltem Grad; östl. Länge positiv. Es bedeuten:

NR	= fortlaufende Ereignisnummer für Tabelle und Karte
H	= Höhe
A	= Azimut (grob genähert)
MAG	= Helligkeit
*	= Werte für Stern
CA	= Hörnerwinkel, positiv bei dunklem, negativ bei hellem Rand, S südliche, N nördliche Grenze
H SO	= Sonnenhöhe
K	= beleuchteter Mondanteil, positiv zunehmend, negativ abnehmend
B0, B1, B2	= Polynomkoeffizienten
UT	= Zeiten für Ereignismitte; Mittelwerte für die DDR, die in west-östlicher Richtung bis zu $-/+ 5$ min streuen.

Die Dauer der streifenden Bedeckung beträgt je nach genauem Beobachterstandort wenige Sekunden bis mehrere Minuten, so daß die Beobachtung hinreichend zeitig begonnen werden muß.



Streifende Sternbedeckungen 1990 für das DDR-Gebiet.

Zur schnellen Orientierung über die Lage der Bedeckungslinien benutze man die beigefügte Karte. Mondrandprofile liegen bei Abfassung des Manuskriptes noch nicht vor.

Über die anzuwendenden Beobachtungsmethoden und über weitere, allerdings wesentlich schwieriger zu beobachtende Ereignisse können sich interessierte Beobachter beim Arbeitskreis

Tabelle 1

NR	DATUM JJMMDD	UT HH.MM	MAG	H	A	CA	H SO	K %	BO DEZ.	B1 DEZ.	B2 DEZ.
1	900107	15.06	3.0	31	90	9S	1	84	44.2536	0.81925	-.002950
2	900306	1.22	3.2	15	290	-10S	-39	71	59.8774	-.085625	.004850
3	900307	0.23	6.2	31	270	11N	-40	80	65.3389	-.079540	-.001900
4	900309	19.06	4.6	35	125	13N	-20	97	53.4209	-.004430	-.004675
5	900426	20.13	5.4	5	305	18N	-15	4	58.1024	-.47765	-.001462
6	900812	23.58	6.1	32	100	7N	-23	-58	38.3376	0.88105	-.000950
7	900817	1.40	3.2	16	75	4N	-17	-15	45.0031	0.55880	-.002925
8	900831	19.55	4.9	11	180	8S	-16	81	45.1096	0.28197	.024888
9	901104	23.24	6.3	57	145	4S	-51	-94	50.1990	0.36413	-.003563
10	901105	5.57	7.2	29	270	14S	-2	-92	55.6097	-.32350	-.004300
11	901107	4.07	7.0	58	210	11S	-20	-76	56.2058	-.0.13165	-.006200
12	901126	19.51	7.1	30	215	12S	-42	63	47.0424	0.63350	-.007437
13	901229	22.33	6.3	57	225	1S	-58	95	54.4778	0.05190	-.004450

Bei Ereignis 8 wird ein Doppelstern bedeckt, dessen Komponenten (5°6 und 5°7) eine Distanz von nur 0,06° haben.

„Sternbedeckungen“, Sternwarte „Juri Gagarin“, Mansberg 18, Fach 11-66, Eilenburg 7280, informieren.

Weitere Details der einzelnen Ereignisse zur Vorbereitung von Beobachtungen oder zur nachträglichen Auswertung (evtl. auch Mondrandprofile) können bei ernsthaften Beobachtungsbüchern

unter Angabe der Ereignisnummer angefordert werden bei Wolfgang Rothe, Köpenicker Landstr. 266, Berlin 1195.

Meßergebnisse nach erfolgreichen Beobachtungen bitten an Dietmar Büttner, Keplerstraße 56, Karl-Marx-Stadt 9030.

Zentralmeridiane des Saturn und Positionen seiner Satelliten 1990

KARL-HEINZ BÜCKE

Die Zentralmeridiane dienen zur Vorbereitung und Auswertung von Beobachtungen, bei denen Einzelheiten auf der Planetenoberfläche erkannt werden. Da aber die Planetenoberfläche verhältnismäßig klein und kontrastarm erscheint, gelingen solche Beobachtungen nur an größeren Instrumenten. Es werden deshalb nur wenige Amateure diese Zentralmeridiane benötigen. Anders ist es bei der Beobachtung der Satelliten. Je nach Größe des Fernrohrs werden ein bis fünf Satelliten sichtbar.

Analog zu Jupiter werden auch für Saturn drei Zentralmeridiane verwendet:

- System I nach IAU Äquatorzone
- System II nach ALPO tropische Zonen
- System III nach IAU Radiostrahlung

Die Tabellenwerte sind auf ± 0.5 genau. Eine genäherte Interpolation mit den gegebenen täglichen synodischen Änderungen reicht für einige Anwendungen aus. Hierzu ein Beispiel:

Gesucht wird der Zentralmeridian System I für August 27, 23^h UT:

$$67^{\circ}0 + 844,27^{\circ} (7 + 23/24) = 6786,0 \approx 306^{\circ}$$

Die Ergebnisse sind auf ganze Grade zu runden, Abweichungen bis zu 2° sind möglich.

In diesem Jahr blicken wir auf die um 23° geneigte Nordhalbkugel.

Abb. 1 stellt den Anblick des Saturn mit den Bahnen der Satelliten dar. Von ihnen nach außen umkreisen Tethys, Dione, Rhea, Titan und Japetus den Planeten. Da Japetus nur in den westlichen Elongationen in mittleren Fernrohren sichtbar ist, wurde aus Platzgründen auch nur dieser Bahnschnitt dargestellt. Während Titan schon in Fernrohren mit 50 mm Öffnung sichtbar ist, benötigt man für Japetus in den westlichen Elongationen und Rhea 80 mm und für Tethys und Dione 110 mm Öffnung. Für Japetus sind in den östlichen Elongationen bis zu 200 mm Öffnung notwendig.

Die Positionen der Satelliten sind nach Berechnung der Längen in der Bahn aus der Abbildung ablesbar. Dazu sind die Bahnen von Japetus und Titan mit Gradteilungen versehen. Für die drei inneren Satelliten ist die Teilung der Bahn von Titan zu verwenden und zum Zentrum hin zu projizieren. Günstig ist es, ein Blatt Transparentpapier auf die Zeichnung zu legen und dort die Positionen einzutragen.

Die Längen in der Bahn können schnell mit den Werten der Tabelle berechnet werden. Für eine genäherte Interpolation genügen hierfür ebenfalls die mittleren täglichen synodischen Änderungen.

Für Titan und Japetus, die sich auf elliptischen Bahnen bewegen, sind mittlere Längen gegeben, die zur Identifizierung ausreichen. Für höhere Ansprüche ergeben sich die wahren Längen durch Anfügen der Mittelpunktsgleichung f . Genähert gelten für 1990 folgende Gleichungen:

- für Titan $f = 3,3 \sin(l + 147^{\circ})$
- für Japetus $f = 3,2 \sin(l + 104^{\circ})$

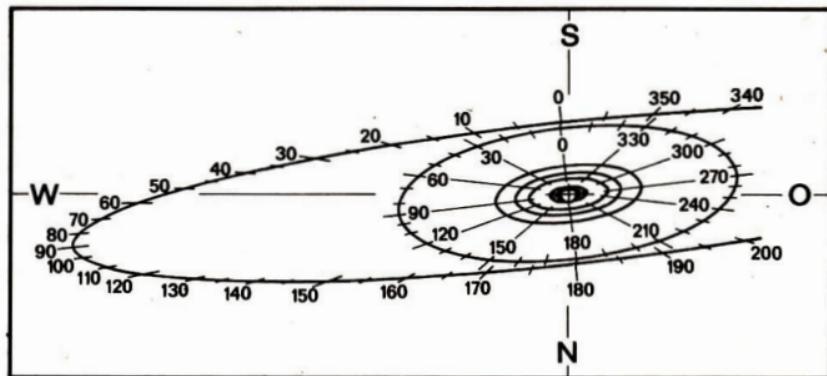


Abb. 1: Tethys, Dione, Rhea, Titan und Janus 1990.

Die Interpolation mit den gegebenen synodischen Änderungen kann zu Abweichungen von mehr als einem Grad führen, weil die Veränderungen der Relativbewegung Erde-Saturn unberücksichtigt bleiben. Genaue Werte erhält man mit den realen täglichen synodischen Änderungen, die entsprechend folgendem Beispiel berechnet werden können:

Gegeben sind für System I die Zentralmeridianen:

Mai 20 144°5

28°2

Juni 0 = Mai 31 72°8

Die Anzahl der Rotationen innerhalb dieser 11 Tage erhält man aus

mittl. tägl. Änd.

360° - Anz. Tage =

844°27

360° - 11 = 25,7 ...

Aus diesem ganzzahligen Teil und dem oben gefundenen Winkel erhält man die reale synodische Änderung für die Zeit vom 20. bis 31. Mai:

(25 · 360° + 288°2) : 11 = 844°38

(Diese Ephemeriden wurden mit Formeln des Verfassers gerechnet.)

*

Saturn und Satelliten 1990 (0° UT)

Datum	Zentralmeridiane			Längen in der Bahn				
	I	II	III	Tethys	Dione	Rhea	Titan	Janus
März	0	153°4	215°4	164°8	164°8	61°3	175°6	266°9
	10	316,1	55,1	352,4	271,1	295,8	251,7	91,8
	20	119,0	255,0	180,2	174	170,5	327,8	316,7
April	0	46,5	187,1	99,1	314,6	176,8	123,8	204,4
	10	209,7	27,4	287,3	61,2	51,8	200,3	69,7
	20	13,3	227,9	115,7	168,1	287,0	277,0	295,2
Mai	0	176,9	68,4	304,2	275,0	162,2	353,7	160,8
	10	340,6	269,2	132,9	22,2	37,7	70,7	26,6
	20	144,6	110,1	321,7	129,5	273,4	147,9	252,5
Juni	0	72,8	43,0	241,4	67,7	280,7	304,8	141,2
	10	236,9	244,0	70,4	175,3	156,6	22,3	7,5
	20	40,9	85,0	259,3	282,9	32,6	99,8	233,9
Juli	0	204,9	286,0	88,2	30,7	268,7	177,5	100,4
	10	8,8	126,9	277,1	138,5	144,9	255,2	326,8
	20	172,5	327,6	105,7	246,2	20,9	332,8	193,4
Aug.	0	100,4	260,2	25,1	184,6	28,6	130,1	82,6
	10	263,8	100,7	213,4	292,2	264,6	207,7	309,0
	20	67,0	300,9	41,9	39,7	140,5	285,2	175,4
Sept.	0	354,2	232,8	320,2	337,7	147,8	82,2	64,2
	10	156,9	72,5	147,9	84,9	23,3	159,3	290,3
	20	319,2	271,9	335,2	191,8	258,6	236,3	156,1
Okt.	0	121,4	111,1	162,4	298,6	133,9	313,1	21,8
	10	283,5	310,1	349,4	45,2	8,9	29,7	247,3
	20	85,2	148,9	176,1	151,6	243,7	106,1	112,7
Nov.	0	11,1	79,6	93,4	88,5	249,9	262,1	0,5
	10	172,6	278,1	279,9	194,6	124,4	338,2	225,5
	20	334,1	116,6	106,4	300,6	358,8	54,2	90,4
Dez.	0	135,5	315,0	292,7	46,4	233,1	130,1	315,2
	10	297,0	153,6	119,2	152,3	107,4	205,9	179,9
	20	98,5	352,0	305,6	258,1	341,5	281,7	44,5
mittl. tägl. synod. Änd.		844°27	811°97	810°76	190°67	131°50	79°66	22°54
								4°50

Totale Mondfinsternis 1990

Feb. 9

Nachfolgend geben wir wichtige Daten der totalen Mondfinsternis, die am 9. Februar stattfinden wird. Für die Hilfe bei deren Zusammenstellung danken wir Herrn Jean Meeus (Belgien).

ET	Sonne: Länge	selenographische Breite	Positionswinkel der Mondachse
17 ^h	55919	+ 0°170	16.700
18	5.413	+ 0.171	16.835
19	4.908	+ 0.173	16.969
20	4.402	+ 0.174	17.100
21	3.897	+ 0.176	17.230

Jean Meeus berechnete für einige Mondformationen folgende Ein- und Austrittszeiten:

1. Kontaktzeiten

Eintritt in Kernschatten	18 ^h 29 ^m MEZ	P = 270 ^o
Beginn der Totalität	19 50	229
Mitte der Totalität	20 11	Größe 1.07
Ende der Totalität	20 32	180
Austritt aus dem Kernschatten	21 53	139

	Eintritt	Austritt
Aristarch	18 ^h 35 ^m MEZ	21 ^h 06 ^m MEZ
Aristoteles	19 00	21 37
Autolycus	18 55	21 27
Billy	18 41	20 50
Campanus	18 58	20 51
Censorinus	19 19	21 31
Copernicus	18 47	21 11
Dionysius	19 10	21 26
Endymion	19 10	21 47
Eudoxus	19 00	21 36
Goclenius	19 28	21 31
Grimaldi	18 34	20 49
Harpalus	18 41	21 20
Kepler	18 39	21 03
Langrenus	19 34	21 36
Manilius	19 02	21 26
Menelaus	19 05	21 30
Messier	19 27	21 36
Pico	18 50	21 27
Piton	18 54	21 29
Plato	18 50	21 28
Plinius	19 10	21 33
Proclos	19 20	21 43
Pytheas	18 45	21 15
Riccioli	18 32	20 50
Taruntius	19 24	21 39
Timocharis	18 49	21 20
Tycho	19 14	20 50
Vitruvius	19 13	21 37

2. Sternbedeckung

Während der Finsternis findet eine Bedeckung des Sternes SAO 98650 (8^o6') statt. Nachfolgend die Ein- und Austrittszeiten für einige Städte des deutschsprachigen Raumes. Ein Stern (*) an der Austrittszeit bedeutet, daß das Ereignis nach dem Ende der Totalität, jedoch am verfinsterten Mondrand abläuft.

Ort	Eintritt		Austritt	
	MEZ	P	MEZ	P
Wien	20 ^h 15 ^m	187 ^o	20 ^h 35 ^m	*
München	20 12	189	20 29	219
Frankfurt/M.	20 02	171	20 37	*
Düsseldorf	19 59	164	20 40	*
Berlin	20 02	159	20 49	*
			249	

3. Kraterein- und -austritte

Um das Prognose- und Auswerteverfahren von J. Meeus (s. AuR 1/89 S. 26–27) auch auf diese Finsternis anwenden zu können, geben wir die stündlichen scheinbaren Positionen von Sonne und Mond. Man beachte, daß hier die Zeiten in Ephemeridenzeit ET (= TD) sind, wobei ein Δ T von +58^s angenommen wurde.

(AD)

„Totale Sonnenfinsternis“ in Rostock

Die zweite Sonnenfinsternis des Jahres 1990 findet am 22. Juli statt. Es handelt sich um eine totale Sonnenfinsternis, deren Totalitätszone sich von Finnland über Nord- und Nordostsbirien bis zum Pazifik erstreckt. Für Beobachtungsorte in der DDR wird von dieser Finsternis auch in ihrem partiellen Verlauf nichts zu sehen sein.

Nun ergibt sich aber im Verlauf dieser Sonnenfinsternis ein Sachverhalt, der sie auch für uns interessant oder zumindest kurios macht: Zwei Minuten nachdem der Kernschatten des Mondes im Finnischen Meerbusen die Erdoberfläche berührt hat, könnten die Einwohner von Rostock eine eindrucksvolle Beobachtung machen, wenn – die Erde eine Glaskugel wäre. Von 2 h 54.6 m bis 2 h 55.8 m MEZ würden sie die etwa 8 Grad unter dem Horizont stehende Sonne total verfinstert sehen. Anders ausgedrückt: Zu dieser Zeit befindet sich die Gegend um Rostock in der Nähe der verlängerten Schattenachse des Mondes.

Sonne

ET	α	δ	R
17 ^h	21 ^h 32 ^m 19.996	-14 ^{35'54"91}	0.986 693 39 AE
18	21 32 29.909	-14 35 06.63	700 73
19	21 32 39.819	-14 34 18.32	708 08
20	21 32 49.729	-14 33 29.99	715 44
21	21 32 59.637	-14 32 41.64	722 81

Mond

ET	α'	δ'	π'
17 ^h	9 ^{27'} 26.773	14 ^{41'44"97}	0 ^{57'01"584}
18	9 29 31.926	14 28 32.24	0 57 00.163
19	9 31 36.726	14 15 16.05	0 56 58.739
20	9 33 41.178	14 01 56.49	0 56 57.311
21	9 35 45.284	13 48 33.63	0 56 55.880

Man kann vermuten, daß der auf unsere Ostseeküste zielende Kernschatzenkegel des Mondes kurz vor der oben genannten Zeit eine Helligkeitsschwankung in der bereits herrschenden nautischen Dämmerung erzeugt. Der Lichtabfall könnte kurz vor der oben genannten Zeitspanne für die Dauer von ein bis zwei Minuten markant sein. Es muß allerdings gesagt werden, daß international bekannte Finsternisbeobachter auf Anfrage erklärten, sie seien sich nicht sicher oder bezweifelten gar, daß es zu der erwähnten Dämmerungsanomalie über Rostock kommen werde. Uns bleibt also nur übrig, unsere in der Gegend von Rostock wohnenden (oder zu dieser Zeit Urlaub machenden) Leser aufzurufen, diesen seltenen Fall durch Beobachtungen zu untersuchen. Nützlich wären visuelle oder photoelektrische (empfindliche Beleuchtungsmesser) Registrierungen des Dämmerungsverlaufes zu der angegebenen Zeit (MEZ), möglichst im Vergleich zu Parallelbeobachtungen am Tag zuvor oder danach. Den Berichten darüber sehen wir mit Interesse entgegen. (AD)

*

Enge Konjunktionen von Planeten und Sternen 1990

Die folgende Tabelle, deren Daten wieder von Jean Meeus (Belgien) errechnet und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden, enthält sehr nahe Begegnungen von Planeten und Sternen im Jahr 1990. Aufgenommen wurden alle Begegnungen, die in mindestens 15° Elongation zur Sonne stattfinden und deren Abstand zum Zeitpunkt der geozentrischen Konjunktion in Rektaszension kleiner 4° ist.

Die Zeiten der Konjunktionen sind in Weltzeit (UT) gegeben, die Abstände beziehen sich auf den Mittelpunkt der Planetenscheibe. Das N (oder S) bedeutet, daß der Planet der Stern nördlich (oder südlich) passiert. (AD)

Datum	UT	Pla-	Ab-	Stern	m	Bemer-
1990		net	stand		(Stern)	kungen
Jan.	7 18 ^h 55 ^m JU	0	37° S	12 Gem	7.0	
	24 9 27 MA	0	38 S	SAO 185674	7.1	
	29 7 57 MA	1	00 N	4 Sgr	4.8	
Feb.	5 2 55 ME	0	44 N	SAO 188252	7.1	
	19 8 24 ME	2	51 N	SAO 163954	7.1	
	19 20 56 SA	0	43 N	SAO 188252	7.1	
	20 2 58 MA	2	47 N	SAO 187729	6.5	
	23 4 20 VE	2	00 N	SAO 162931	5.5	
Mrz.	1 3 48 VE	2	37 S	61 Sgr	5.0	
	14 8 27 VE	0	46 N	r Cap	5.3	1
Apr.	13 7 41 SA	1	38 N	SAO 188580	6.7	
	13 16 15 JU	0	25 S	11 Gem	7.0	
	17 19 12 VE	2	51 S	78 Agr	6.3	
	19 17 29 VE	1	09 S	82 Agr	6.5	
	21 16 31 VE	3	18 N	SAO 146543	7.0	
	23 11 21 JU	1	13 S	SAO 78348	6.8	
	23 19 03 VE	1	21 S	96 Agr	5.7	
	26 17 02 VE	1	14 N	SAO 146752	6.5	
	28 3 42 MA	0	01 N	58 Agr	6.4	2
Mai	2 23 23 MA	1	39 N	SAO 146296	7.3	
	10 1 01 MA	0	53 N	83 Agr	5.6	
	19 2 15 VE	2	37 N	77 Psc	6.7	
	26 23 26 SA	1	17 S	SAO 188580	6.7	
	31 21 58 UR	2	19 N	SAO 187080	5.7	

Datum	UT	Pla-	Ab-	Stern	m	Bemer-
1990		net	stand		(Stern)	kungen
Jun.	13 1 27 JU	1	04 NR	Gem	var.	
	13 23 13 VE	1	16	NSAO 93235	7.3	
	18 4 18 MA	3	25	SSAO 109507	6.5	
Jul.	4 2 29 VE	0	29 S	SAO 76680	5.7	
	5 12 04 MA	1	42	NSAO 110011	6.7	
	9 0 22 VE	1	53 S	Tau	4.7	
	9 23 05 VE	0	07 S	105 Tau	5.9	3
	21 12 49 VE	1	44	NSAO 77996	7.3	
	22 0 49 ME	1	29 S	SAO 98561	6.3	
	29 5 56 ME	2	17	Na Leo	1.3	
	31 3 58 VE	2	18	NSAO 78921	6.9	
Aug.	3 14 51 ME	3	45 S	49 Leo	5.8	
	8 0 52 MA	0	42	NSAO 93235	7.3	
	10 22 20 VE	1	17 S	SAO 79782	7.0	
	11 11 43 VE	0	35	NSAO 79818	7.1	
	15 7 53 ME	0	37 S	75 Leo	5.4	4
	15 23 38 ME	2	51	N76 Leo	6.0	
Nov.	19 18 40 MA	2	00 S	8 Tau	4.4	
	20 8 21 ME	0	05 N	18 Oph	7.0	5
	21 23 51 ME	0	25 S	26 Oph	5.8	
Dez.	3 23 31 ME	1	42	NSAO 186420	6.9	
	5 12 25 ME	1	02	NSAO 186629	6.4	
	7 23 03 ME	0	23	NSAO 186873	6.2	6
	14 14 32 UR	2	29	NSAO 187080	5.7	

Bemerkungen

- 1 Keine Bedeckung
- 2 Bedeckung des Sterns in Afrika, dem Indischen Ozean, Süd- und Ostasien und Indonesien.
- 3 Bedeckung in Australien, Neuguinea, Neuseeland und dem Pazifik.
- 4 Geringster geozentrischer Abstand 30° um 7:42 UT. Keine Bedeckung.
- 5 Bedeckung in Südosteuropa, Nordafrika, Asien, Indonesien.
- 7 Keine Bedeckung

*

Zur Lage der Ekliptikhauptpunkte

Am 22. Dezember 1989 wird der Sommerpunkt der Ekliptik die Sternbildgrenze der Zwillinge zum Sternbild Stier überschreiten. Das regte Jean Meeus (Belgien) an, eine Betrachtung zur Wanderung der Hauptpunkte der Ekliptik anzustellen. Unter Benutzung der neuen Präzessionsformeln der IAU berechnete er ihre Übergänge von einem Sternbild in ein anderes, wobei die Sternbildgrenzen zugrundegelegt wurden, die die IAU 1930 festgelegt hatte. Dadurch ergeben sich sehr unterschiedliche Aufenthaltszeiten, denn die Tierkreissternbilder enthalten unterschiedlich lange Ekliptikstücke, die in der Jungfrau zum Beispiel 44°, im Skorpion dagegen nur 7° lang sind. Überdies verbringt die Sonne jährlich 18 Tage im Schlangensterz, der, gewöhnlich überhaupt nicht zu den Sternbildern des Tierkreises gerechnet wird.

Hier nun die Zeiten der von Meeus berechneten Übergänge des Frühlings- (F.), Sommer- (S.), Herbst- (H.) und Winterpunktes (W.).

Jahr	Ergebnis
- 1865	F. Stier → Widder
- 1438	S. Löwe → Krebs
- 729	H. Waage → Jungfrau
- 130	W. Steinbock → Schütze
- 67	F. Widder → Fische
- 10	S. Löwe → Zwillinge
1989	S. Zwillinge → Stier
2269	W. Schütze → Schlangenträger
2439	H. Jungfrau → Löwe
2597	F. Fische → Wassermann
3597	W. Schlangenträger → Skorpion
4312	F. Wassermann → Steinbock
4609	S. Stier → Widder

Literatur: Heelal, Mai 1988, 100-101

(AD)

Frage und Antwort

Im Heft 6/1987 druckten Sie die Große Magellansche Wolke mit der Supernova 1987 A auf dem Titelblatt ab. Das gleiche Foto wurde nun im „Kalender für Sternfreunde 1989“ abgedruckt. Beide Fotos unterscheiden sich stark in der farblichen Wiedergabe. Können Sie mir mitteilen, welches Foto der Wirklichkeit nahe kommt?

U. Bach

Jürgen Rendtel hat unsere Antwort formuliert:

Kurz gesagt: Beide Farbdrucke sind nicht „real“. Es ist anzunehmen, daß beide Drucke auf dieselbe Aufnahme zurückgehen. Dabei wird die Farbaufnahme als Synthesebild aus drei Schwarz-Weiß-Aufnahmen in verschiedenen Farbbereichen hergestellt. Je nachdem, wie stark man im Labor die einzelnen Farbanteile kopiert, entsteht die „Endfarbe“. Dasselbe gilt schließlich noch einmal für den Druck. Einen Maßstab gibt es nicht, denn man hat es mit zahlreichen willkürlich wählbaren Faktoren zu tun (Empfindlichkeit des Empfängers in dem jeweiligen Farbbereich, Durchlässigkeit der Filter, Kopiermaterial, ...). Ein objektives Maß ist lediglich die Wellenlänge, die die größte Intensität erreicht. Jedoch hat man es bei einer Galaxis nicht mit monochromatischem Licht zu tun! So bleibt es am Ende dem persönlichen Geschmack des Produzenten überlassen, die „beste“ Farbe zu wählen. Farbaufnahmen vermögen somit nur einen groben Anhaltspunkt zu liefern bezüglich des farblichen Erscheinungsbildes irgendeines Objektes. (Man vergleiche dazu die „schönen“ Farbaufnahmen von den Planeten und ihren Monden!) So darf man im Falle der Magellanschen Wolken annehmen, daß rot tatsächlich in vielen Gebieten vorherrscht, was auf die in H-alpha leuchtenden Gasnebel zurückzuführen ist.

Suche Ib-Montierung o. ä. (auch Eigenbau) m. elektr. Nachführg. bis 1000 M. - J. Hannemann, Marienwerderstr. 24, Pinnowfurt, 1303

Verkaufe Rohr montierung 50/540, Okulare 25-H und 16-H. Wechsleinrichtung mit Wechselring für 170 M. - Patric Scharff, Waldstraße 3, Kuhfelde, 3561.

Probleme/Lösungen

Anwendung der ORWO-Entwicklerlösung E 102 im Fotolabor des Astroamateurs

MATTHIAS STARK

1. Einleitung

Unter den Freunden der Astrofotografie unserer Kulturbundfachgruppe Astronomie in Radeberg kam und kommt es mitunter zu Meinungsverschiedenheiten über die verschiedenen Technologien zur Verarbeitung von Schwarz-Weiß Material im Amateurlabor. Einige schwören auf kontrastreiche Entwicklung von Astroaufnahmen mit einem Positiventwickler und nehmen dabei eventuell in Erscheinung trendes Korn in Kauf, andere entwickeln lieber sehr feinkörniger aber mit sehr langen Entwicklungzeiten z. B. beim R 09.

Als wir in [1] auf Seite 21 den Hinweis: „Der Orwo E 102 eignet sich auch gut zum Entwickeln von Kleinbild- und Rollfilmen, was wenig bekannt sein dürfte. Die konzentrierte Lösung ist für diesen Zweck im Verhältnis 1 : 40 mit Wasser zu verdünnen. ... Die Entwicklungszeiten betragen bei einem Kipprythmus von 15 s und einer Temperatur von 20 °C für Orwo-Negativfilme NP 15, NP 20, NP 22 4 min, NP 27 6 min.“ fanden, konnten wir diesen Entwickler nicht in die uns bekannten Negativentwickler einordnen. Wir kannten ihn nur als Positiventwickler. Außerdem ist in seiner Gebrauchsanweisung für Negativentwicklung eine Verdünnung von 1 : 10 bis 1 : 12 bei gleicher Entwicklungszzeit wie oben angegeben. Das verwirrt uns zusätzlich. Ergänzend sei bemerkt, daß er laut Gebrauchsanweisung auch für Diapositivmaterial in der Verdünnung 1 : 6 und für die Verarbeitung von Fotopapieren in Verdünnungen 1 : 4 bis 1 : 7 anzuwenden ist.

Weiter war aus [1] zu entnehmen, daß der Entwickler in der Verdünnung 1 : 80 bei 12 min Entwicklungszzeit für NP 20/22 als regelrechter Feinkornentwickler benutzbar ist. „Das Korn ist sehr fein, der Detailreichtum der Negative außerordentlich hoch. Gleiche Ergebnisse können nur mit den besten Feinkorn-Ausgleichs-Entwicklern erreicht werden.“ heißt es auf Seite 22 in dem genannten Buch.

Ich möchte nun im folgenden versuchen, die Orwo-Entwicklerlösung in die bekannten Negativentwickler einzuordnen.

2. Anforderungen an Entwickler

Im Fotolabor des Astroamateurs kommt es in den meisten Fällen wohl auf eine steile Gradation bei möglichst geringem Korn, also auf hohen Kontrast und große Konturenabschärfe an. Diese Grundforderung ist selbstverständlich verbunden mit vielen äußeren Faktoren. Auf die Körnigkeit haben ja bekanntlich viele Faktoren Einfluß. Da wären zu nennen die verwendete Filmsorte, die Belichtungszeit, die Entwicklerkonzentration, die Bewegungsgeschwindigkeit (Kinematik) der Entwicklung sowie die Entwicklungslöszeit und eben die Entwicklersorte.

Letztgenannter, um hier interessanternder Faktor ist also nur ein Glied in der Kette der die Entwicklung beeinflussenden Größen.

4. Fazit

Der Orwo-E 102 ist eine konzentrierte, haltbare Entwicklerlösung, die sowohl für die Papier- wie auch die Negativ-Kontrast und Feinkornentwicklung anzuwenden ist. Der Entwickler ist dabei in der Verdünnung 1 : 40 gut steuerbar und der gewünschten Gradation anzupassen. Die Körnigkeit läßt dabei kaum Wünsche offen.

Noch feinkörniger arbeitet er in der Verdünnung 1 : 80, wenn längere Entwicklungszeiten in Kauf genommen werden.

Der Orwo E 102 verdient somit zu Recht die Bezeichnung Universalentwicklerlösung.

Literatur: [1] Werner Wunderlich „Finessen im Fotolabor“. Fotokinoverlag, Leipzig 1987, 4. Auflage. – [2] Egon Brauer „Foto Optik“. Eine Warenkunde für den Fachverkäufer und den Fotoamateur. Fachbuchverlag, Leipzig 1987, 8. Auflage. – [3] Norbert Göpel „Entwickeln“. Fotokinoverlag, Leipzig 1987, 7. Auflage. – [4] Wolfgang Schwinge „Fotografischer Mondatlas“. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1983.

gen Krzyzanowskis Deutung, daß zwischen dem Dabrow und der tschechischen Prinzessin Dabrowka (auch Dubrawka) eine Verbindung zu sehen wäre und die Copernicus-Spur in der Tschechei erhärtete.

Die „Urania“ schreibt nun: „Seit Jahren wissen wir doch, daß die Krakowschen Vorfahren von Copernicus aus Schlesien kamen, von woher im 14. Jahrhundert zahlreiche Menschen nach Krakow gelangten, um an der schon zu dieser Zeit berühmten Akademie zu studieren oder um am königlichen Hof dem erlernten Handwerk nachzugehen. Hierher kam auch der erwähnte Urgrößvater des bedeutenden Astronomen, der aus der Ortschaft Koperniki an der Neiße stammte. Zu jener Zeit war das ein großes Kirchendorf, dessen Bewohner gern in schlesische (Breslau, Neisse, Görlitz) und polnische Städte (Krakow, Olkusz, Lwow, Torun) umsiedelten. Seit mindestens dem 14. Jahrhundert befindet sich in diesem Dorf die Kirche zum 'Heiligen Nikolai', nach der sich sicherlich der Vorname in der Familie des Astronomen häufig wiederholt.“ Weiterhin versucht Brzostkiewicz den Ursprung des Dorf- und damit auch des Familiennamens herzuleiten: „Der Name des Dorfes ist bereits auf lateinischen Dokumenten aus dem 13. und 14. Jahrhundert, als dieses noch nach dem Slawischen 'Coprnik', 'Copirnik' oder 'Copernik' hieß, zu sehen. Das Stammwort dieses Namens führen einige auf das Wort 'Koper' (Küchengewürz Dill, Ann. Sch./He.) ... zurück. Höchstwahrscheinlich ist jedoch dieser Name etymologisch verbunden mit Handwerkern, die Kupfer bearbeiten ...“

Bliebe noch anzumerken, daß in Kopernik erst 1966 ein Gedenk-Obelisk errichtet wurde, der Copernicus als den Genius des polnischen Volkes würdigt.

BOGNA-KARINA UND JÜRGEN HELFRICH

Kurzberichte

Waren Copernicus' Vorfahren Tschechen?

Über die Nationalität von Copernicus streiten sich Historiker schon seit langer Zeit. Weniger bekannt ist vielleicht, daß auch zur Herkunft seiner Ahnen verschiedene Betrachtungsweisen existieren. In Heft 1/1989 der „Urania“ der polnischen Liebhaber der Astronomie erläutert dazu Stanislaw R. Brzostkiewicz die wohl von den meisten Historikern Polens heute vertretene Hypothese. Anlaß seines Beitrages waren Berichte in Zeitschriften der CSSR vom Jahre 1988, die auf die tschechische Abstammung der Familie des großen Astronomen verwiesen. Die Autoren in der CSSR stützten sich nach Brzostkiewiczs Ansicht auf den Copernicusforscher Adrian Krzyzanowski, der seit 1828 von einer Ortschaft namens Kopernik in der Mittel-Tschechei eine Beziehung zu Copernicus ableitete. Von dieser Ortschaft ist bekannt, daß sie einmal Eigentum der Familie Kopernik war und sich ein gewisser Ulrico de Kopernik noch vor 1391 als ihr Besitzer nachweisen läßt. Wie die polnische „Urania“ schreibt, wollte Krzyzanowski, der eigentlich als Fürsprecher einer polnischen Abstammung des Copernicus galt und vom Zaren Nikolaus I. dafür sogar geehrt wurde, mit seiner Tschechen-Hypothese die deutschen Opponenten von der slawischen Herkunft des Astronomen überzeugen. Durch Akten, die 1843 in Krakow gefunden wurden, fühlte sich Krzyzanowski noch bestätigt. Vor allem durch den Satz: „Nicolaus Kopernik habet ius Dabrowam fide iussit“ (Nicolaus Kopernik erlangte das Recht, Dabrowa zu bürge). Aus dieser Notiz entnahm der Copernicusforscher, daß ein Copernicus in Krakow eintraf (höchstwahrscheinlich ein Vorfahre des Astronomen) und durch die Bürgschaft jenes Dabrow im Jahre 1396 die Stadtbürgerschaft erlangte. Gegen diesen Zusammenhang gibt es seitens der polnischen Copernicus-Historiographie keine Einwände. Jedoch ge-

Was sprach Armstrong?

Im Juli 1989 jährte sich zum zwanzigsten Mal der Tag, an dem „Eagle“, die Landefähre von Apollo 11, auf der Mondoberfläche aufsetzte und zum ersten Mal zwei Menschen den Mond betraten. Dieses Jubiläum war für viele Zeitungen und Zeitschriften Anlaß, an dieses Ereignis zu erinnern, und in diesem Zusammenhang wurde auch immer wieder jener berühmt gewordene Satz zitiert, den Neil Armstrong beim ersten Schritt in den Staub des Mare Tranquillitatis aussprach. Zitiert? Wie man feststellen konnte, haben die vergangenen zwei Jahrzehnte dafür gesorgt, die genaue Erinnerung an diesen Satz zu trüben, so daß nun jeder Autor eine eigene Fassung zu vertreten scheint. Drei Beispiele:

1. **adn** aus Washington in indirekter Rede: „... Ein kleiner Schritt für den Menschen, ein riesiger Satz für die Menschheit.“
2. **Horst Hoffmann** in Wochenpost 29/89: „Für mich ist das nur ein kleiner Schritt, aber für die Menschheit ein gewaltiger Sprung.“
3. **Hans-Konrad Remane** in Das Volk v. 21. 7. 89: „Dies ist ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein großer Sprung vorwärts für die Menschheit.“

Die Liste verschiedener Fassungen könnte fortgesetzt werden. Wir erlauben uns, hier einmal den ersten Satz, den ein Mensch auf dem Mond stehend sprach, im Originalwortlaut wiederzugeben: „That's one small step for a man, one giant leap for mankind.“ Wie zu sehen ist, kommt von den o. g. Beispielen die adn-Meldung dem Original noch am nächsten.

Die Red.

Seminar des Arbeitskreises Meteore

Vom 17. bis 19. 3. 89 fand das 9. Seminar des AK Meteore in der Station Junge Touristen „Kurt Schlosser“ in Potsdam statt. 38 Mitglieder des AK von den Arbeitsgebieten visuelle Beobachtung und Feuerkugelüberwachungsnetz nahmen daran teil. Alle kamen mit hohen Erwartungen, die ein umfangreiches Programm versprach. Diese wurden durch das gute fachwissenschaftliche Niveau und die interessante Gestaltung der Vorträge weit übertragen. Es hat sich für jeden geholt, dabei zu sein!

Von einem Grundlagenvortrag über Meteorerscheinungen über Arbeitsberichte der Fachgruppen aus Radebeul (7 Jahre Sommerbeobachtungslager Lausche), Berlin (interessante Variante der fotografischen Überwachung) und Potsdam (Ergebnisse der Sommerexpedition nach Roshen/Bulgarien) bis zu Auswerteverfahren von Meteorfotos war das gesamte Spektrum der Beschäftigung mit Meteoren vertreten. Es ist erstaunlich, welches Niveau die Arbeit der Amateurastronomen erreichen kann, wenn Begeisterung, Interesse und Ausdauer vorhanden sind.

Die Meteorbeobachtung durch Amateure spielt auch international eine immer größere Rolle. Da die professionellen Radarmeteorüberwachungsprogramme sämtlich eingestellt sind, ist es nur noch durch die internationale Zusammenarbeit der Amateure möglich, eventuell neue Ströme zu entdecken bzw. bekannte schwache Ströme genauer zu untersuchen. Dieses Ziel stellt sich auch die Internationale Meteororganisation IMO, in der der AK Meteore eine aktive Rolle spielt. Auf dem Seminar des AKM wurde die Aufgabenstellung für diesen Sommer abgestimmt. Ziel ist es, während der Sommerlager 1989 (Roshen, Lausche, Ohorn und Krampfer) fotografisch die Aquareiden zu überwachen und erfahrene Beobachter auch visuell auf diesen schwachen Strom zu konzentrieren, um genauere Aussagen über die Radianten dieser Meteorstromgruppe zu gewinnen. Abgestimmt durch die IMO wird auch in anderen Ländern dieser Meteorstrom intensiv überwacht. Er dient sozusagen als Testobjekt, um in den nächsten Jahren durch internationale Zusammenarbeit weitere schwache Meteorströme zu untersuchen. Eine weitere wichtige Aufgabe in den Sommerlagern besteht darin, neue Meteorbeobachter so zu befähigen, daß auch ihre Ergebnisse international mit ausgewertet werden können. Absprachen zu einheitlichen Auswerteverfahren der einzelnen Beobachtergruppen wurden schon auf den letzten Seminaren getroffen und hier nochmals konkretisiert. Zum Abschluß möchte ich noch auf zwei besondere Vorträge hinweisen: Frau E. Pätzner sprach in einem historischen Vortrag über frühe Höhenberechnungen von Feuerkugeln durch Georg Samuel Dörfel sowie über die zahlreichen Aktivitäten zur Dörfelreise in Plauen. Man merkte ihr die Begeisterung und das Engagement an, mit der sie einen wichtigen Beitrag zum Dörfelbeispiel unserer Tage leistet.

Den Bogen von der Geschichte zur aktuellen modernen Wissenschaft spann am Sonntagvormittag Prof. Bautsch vom Berliner Naturkundemuseum, als er über die Forschungsergebnisse bei der Untersuchung des Meteoriten von Hohenlangenbeck sprach. Hinter der wissenschaftlichen Bezeichnung „gewöhnlicher Chondrit LL 6, SB:a-b“ mit 43 g Fallmasse verbargen sich etwa 40 chemische Verbindungen, die man in den etwa 10 g untersuchter Materie durch modernste Untersuchungen nachweisen konnte. Einige Untersuchungen stehen noch aus, so zum Beispiel eine Altersbestimmung im Max-Planck-Institut von Heidelberg und Elektronenstrahl durchleuchtungen einzelner großer Kristalle. Inwiefern die Zielstellung dieses Seminars erreicht wird, hängt in hohem Maße von den Aktivitäten der Beobachter im Sommer ab.

Anregungen gab es genug. Wenn dieser Artikel erscheint, sind die Beobachter sicherlich schon mit der Auswertung ihrer Beobachtungsergebnisse beschäftigt und können vielleicht schon genauere Radianten der Aquareiden angeben. Die Voraussetzungen sind geschaffen. Die Arbeitsbedingungen während des Seminars waren ideal, auch dank der guten Betreuung durch Koll. Paulick von der Touristenstation, dem wir an dieser Stelle unseren Dank sagen wollen!

AXEL HAUBEISS

*

25. Bezirksastronomietagung in Radeberg

Gleich zwei Jubiläen führten etwa 90 Sternfreunde des Bezirkes Dresden am 3. Juni 1989 in der Exportbier-Brauereistadt Radeberg zusammen: Einerseits hatten sich die Astro-Amateure, unter ihnen erfreulich viele Jugendliche, hier zu ihrer 25. Bezirksastronomietagung versammelt. Andererseits konnte die gastgebende Radeberger Sternwarte auf 25 Jahre ihres Bestehens verweisen. Mit einem Exkurs durch die wechselvolle Geschichte der Sternwarte, die in den letzten Monaten durch das rührige neue Kollektiv innen wie außen komplett renoviert worden war, begann dementsprechend auch die Tagung. Sternwarteneleiter M. Stark sprach über den Enthusiasmus der Liebhaber von Muse Urania vor 25 Jahren, die geführt durch den Nestor der Astronomie Radebergs, Erich Bär, dieses Schmuckstück einst in Freizeitarbeit errichtet hatten. Er ließ jedoch auch die Praktiken des örtlichen Astronomielehrers nicht unerwähnt, der die Bauherren vertrieb, nachdem ihm das Schlüsselgewalt übertragen worden war. Erst in den achtziger Jahren begann wieder ein frischer Wind zu wehen, entriß eine Gruppe jugendlicher Sternfreunde das nur noch wenige Stunden im Jahr schulisch genutzte Observatorium seinem Dornröschenschlaf. So wie Erich Bär vor 30 Jahren seine Ideen eisern und beharrlich vor den zuständigen Stellen vertreten hatte, begannen sie ihr Anliegen zu verwirklichen. Die Früchte der Radeberger Kulturbund-Fachgruppe können sich heute sehen lassen. Gern unterstützen die Herren des Bezirksfachausstausch Astronomie und Raumfahrt (Vorsitzender W. Knobel) deshalb den Gedanken dieser Sternfreunde, ihrer Warte zum 40. Jahrestag der DDR den Namen des Wegbereiters der lokalen Amateurastronomie Erich Bär (1905–1981) zu verleihen.

Während der Tagung, die thematisch der Astrofotografie gewidmet war, kamen viele erfahrene Amateure des Bezirkes zu Wort. Unter ihnen auch W. Schwings von der Sternwarte Bautzen, der Methoden zur Kontraststeigerung von Astroaufnahmen empfahl und A. Grünberg von der Sternwarte Radebeul, der sein Spezialgebiet, die fotografische Sonnen- und Protuberanzenbeobachtung, vorstelle. W. Fischer, Musiker am Gewandhaus zu Leipzig, referierte u. a. über seine Erfahrungen mit den Filmen ORWO NP 27, ORWO ZU 21 und den gashypersensibilisierten Kodak TP 2415 bei Himmelsaufnahmen an der Sternwarte Söhlrand. Der Chefredakteur von ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT Prof. Dr. sc. S. Marx war extra von Tautenburg angereist, um über Verfahren und Ergebnisse der Fotografie an der größten Schmidtikone der Erde zu berichten. Mit der Gründung eines bezirklichen Arbeitskreises Astrofotografie (Sitz in Radeberg, Leitung F. Schäfer) und der Besichtigung der Jubiläumssternwarte fand die Tagung am späten Nachmittag ihren Abschluß.

Dieses gelungene Treffen der Amateurastronomen, an dem auch der Vorsitzende der Bezirksleitung des Kulturbundes Prof. Strie-

bing, der Leiter des Lohrmann-Observatoriums der TU Dresden Prof. Stethert, ein Guest aus der CSSR, Sternfreunde aus den Bezirken Cottbus, Karl-Marx-Stadt und Halle teilnahmen, war ein Beleg für die wieder wachsende Attraktivität und Ausstrahlungskraft des Hobbys Astronomie im sächsischen Bezirk.

JÜRGEN HELFRICHT

*

Ungewöhnliche und interessante Erscheinung

Am 26. Februar 1989 gab es in Medzov, Landkreis Košice (Ostslowakei), ein ungewöhnliches Schauspiel am Firmament. Der Himmel wurde staffelförmig durch Wüstenstaub gänzlich gelb-braun gefärbt und die Landschaft in diesen gelb-braunen Nebel gehüllt. Zeitweise war es noch dunkler als bei einer totalen Sonnenfinsternis. Das Schauspiel dauerte den ganzen Sonntagvormittag an, bis dann um die Mittagszeit auch Regenwolken mit aufzogen und der ganze Staub mit dem Regen niederging. Da der Regen aus Süden kam, wurden die Fronten vieler in dieser Richtung stehenden Häuser „schön“ braun gefärbt. Auch Leute, die sich gerade unterwegs befanden, mußten eine unfreiwillige Färbung ihrer Kleidung hinnehmen.

Wüstenstaub in dieser Gegend gibt es schon ab und zu einmal. Wenn man eine Häufigkeit anzugeben versuchen will, so ist eine Periode von 10 bis 15 Jahren zu nennen. Der Wüstenstaub wird dabei zu verschiedenen Jahreszeiten mit Südwinden herangeführt. Im Winter steigen dann die Temperaturen über +10 °C, und es gab dabei auch schon mit gelb-braunem Schnee bedeckte Wiesen und Felder.

(Anm. d. Red.: Wegen des zu geringen Kontrastes konnten wir das mitgelieferte Farbfoto nicht wiedergeben.)

MATHIAS SCHMÖGNER

*

Riesige Sonneneruption fotografiert

Am 20. Juni 1989 um 17.00 MESZ entdeckten Michael Delfs und Martin Dillig (Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin-West) eine ungewöhnlich große Sonnenprotuberanz. Der Beginn der Eruption, der nicht beobachtet wurde, wird auf ca. 16.30 MESZ geschätzt. Bei der Entdeckung war die Protuberanz etwa 300 000 km hoch. Die sichtbare Sonnenmaterie stieg zu diesem Zeitpunkt mit der Geschwindigkeit von rund 10^6 km/h = 280 km/s. Diese extreme Geschwindigkeit reicht jedoch noch nicht aus, um das Schwebefeld der Sonne zu verlassen. (Die Entweichgeschwindigkeit von der Erde dagegen beträgt nur 11,3 km/s.)

Gegen 19.00 MESZ erreichten die höchsten Ausläufer der Protuberanz rund 1.5×10^6 km Höhe über der Sonnenoberfläche und fielen im Verlauf der nächsten zwei Stunden wieder auf die Sonne zurück. Oft lösen solche Erscheinungen der Sonnenaktivität im erdnahen Raum Polarlichterscheinungen aus, von deren Sichtbarkeit zwischen dem 21. und 23. Juni (Erwartungszeitraum) in

unserem mitteleuropäischen Raum nichts bekannt wurde. Die Sonne befindet sich wenige Monate vor ihrem Aktivitätsmaximum (vgl. die Übersicht „Sonnenfleckenrelativzahlen“ in diesem Heft), das diesmal mit besonders großen Fleckengruppen auftritt. Daher ist zu erwarten, daß Eruptionen – ähnlich der beobachteten – in nächster Zeit häufiger auftreten und auch noch an Intensität zunehmen können. Für das Leben auf der Erde stellen solche Ausbrüche keine Gefahr dar, solange die natürliche Schutzwirkung der Erdatmosphäre intakt ist.

Hinweis: Protuberanzen sind am Sonnenrand nur mit einem sog. Protuberanzansatz am Fernrohr oder mit speziellen Filtern im Strahlengang des Fernrohrs sichtbar. Vgl. dazu die Fotos auf Bildseite X dieses Heftes. (HA)

Lit.: Wilh.-Foerster-Sternwarte Berlin-West, Presse-Mitt. 45.

*

Sculptetus-Kolloquium Mai 1990

Aus Anlaß des 450. Geburtstages des Astronomen, Kalenderreformators, Mathematikers, Kartographen und Bürgermeisters von Görlitz Bartholomäus Sculptetus (1540–1614) veranstalten die Kunstsammlungen der Stadt Görlitz zusammen mit dem Arbeitskreis, Astronomiegeschichte und der Archenhold-Sternwarte am Sonnabend, dem 26. Mai 1990 ein astronomie-historisches Kolloquium. Die Tagungsstätte befindet sich in den Räumen der ehemaligen Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Görlitz, Neißstr. 30. Es sind folgende Referate vorgesehen: Görlitz und sein Bürgermeister Sculptetus (Frau Dr. Klammt, Görlitz). Astronomie und Astrologie im 16. Jahrhundert (Herr Dr. Hamel, Berlin). Bartholomäus Sculptetus – Astronom, Kalenderautor, Kartograph und Mathematiker des 16. Jahrhunderts (Herr Dipl.-Journ. Helfricht, Berlin). Sculptetus Schrift „Descriptio cometae“ von 1578 in der Kritik Tycho Brahes (Herr Dipl.-Lehrer Fürst, Berlin).

Das Kolloquium wird 10 Uhr beginnen und gegen 15³⁰ Uhr mit der Eröffnung einer Sculptetus-Ausstellung enden. Imbiß und Mittagessen werden gereicht. Übernachtungen können von den Veranstaltern nicht vermittelt werden. Teilnahmemeldungen sind bis 30. 4. 1990 an die Oberlausitzische Bibliothek der Wissenschaften (Neißstr. 30, Görlitz, 8900) zu richten.

*

Erster Präsident der IMO

Vom 5.–8. 10. 1989 fand in Balatonföldvár (Ungarn) die International Meteor Conference (IMC) 1989 statt, die mit der Gründungs-Generalversammlung der International Meteor Organization (IMO) verbunden war. Daraan nahmen auch vier Vertreter des Arbeitskreises Meteore (AKM) der DDR auf Eigeninitiative teil, da es dem Bundessekretariat des Kulturbundes (Abt. Internationale Arbeit) seit 1988 nicht möglich gewesen war, die Anmeldung des AKM zur Teilnahme und Mitwirkung an der IMC 1988 zu bewerkstelligen.

Als erster Präsident der IMO wurde Jürgen Rendtel (DDR) gewählt. Die IMO gliedert sich in sechs fachliche Kommissionen. Zwei davon werden ebenfalls von DDR-Vertretern geleitet: Ralf Koschack und André Knöfel. (H. A.)

Aus der Literatur

Stickstoff und Methan auf Triton

Nach infrarotspektrometrischen Messungen enthält der große Neptunmond Triton Stickstoff und Methan in kondensierter Form. Der bekannte Planetologe Dr. D. P. Cruikshank (Universität Hawaii) schloß aus diesem Befund und aus saisonalen Veränderungen der Ausdehnung der Stickstoffatmosphäre des Triton auf die Existenz eines riesigen Ozeans aus flüssigem Stickstoff mit Kontinenten aus Methan- und Wassereis – ein Ozean mit einer Temperatur von -210°C .

Thermodynamische Erwägungen sprechen jedoch gegen diese Hypothese: Nur in einem kleinen Bereich der Temperatur und des Mengenverhältnisses Stickstoff zu Methan können flüssige neben festen Phasen von Stickstoff und Methan in stabilen Gleichgewicht existieren. Ein wahrscheinlicheres Modell ist, daß Triton keinen flüssigen Stickstoff enthält, sondern große (kältere) Arealen aus reinem Stickstoffeis und andere (wärmere) aus Mischkristallen des Stickstoffs mit anderen flüchtigen Komponenten seiner Kruste, wie Methan, Kohlenmonoxid, Argon, Ammoniak und Wasser.

Dies ist ein bisher wenig bearbeitetes Gebiet der Tieftemperatur-Thermodynamik, aber ohne die Stoffdaten der atmosphären- und krustenbildenden chemischen Spezies können keine astronomischen Meßdaten aus dem fernen Randgebiet unseres Sonnensystems interpretiert werden; handelt es sich doch um eine sehr fremde Welt.

Lit.: J. I. Lunine und D. J. Stevenson,
Physical stat of volatiles on the surface of Triton,
Nature 317, No. 6034, 238 – 240 (1985)

L. TILL

*

(2060) Chiron hat eine Koma

Der 1977 von Kowal entdeckte Kleineplaneten (2060) Chiron bewegt sich zwischen 8,5 und 18,5 AE mit rund 51 Jahren Umlaufzeit um die Sonne. Seine Bahn mit der numerischen Exzentrizität 0,38 ist rund 7° zur Erdbahnebene geneigt. Diese so sonnenferne Bahn macht ihn zum besonderen Objekt unter den Kleinenplaneten. Nun bietet er eine Überraschung:

K. Meech (Universität Hawaii) und M. Belton (Kitt Peak National Observatory) fanden aus Beobachtungen im Primärfokus des 4 m-Teleskops auf dem Kitt Peak, daß (2060) Chiron eine Koma besitzt. Die CCD-Kamera zeigte um das 0,9° große Bild Chirons eine äußerst lichtschwache Koma, die am 10. April, hauptsächlich gegen Südwesten, 5° weit reichte. Das im Oktober bis Dezember 1989 und im Februar 1990 in den Zwillingen rückläufige Objekt +17^{mag} wird Anfang 1990 in Opposition zur Sonne stehen.

(aus: Der Sternenbote 1989/5 S. 95)

Strahlungsgefährdung bei Langzeit-Raumflügen

Wie groß ist die Strahlungsgefährdung bei jahrelangen Raumflügen oder in den Niederlassungen auf dem Mond oder Mars des Jahres 2050? Science fiction-Autoren gehen über dieses Problem elegant hinweg, gegenüber anderen Gefahren ist es von untergeordneter Bedeutung, und die Rekordauftenthalte in Erdorbitstationen können hierüber keinen Aufschluß geben, da die Besatzungen durch das Magnetfeld der Erde geschützt werden.

Zu den wichtigsten Voraussetzungen von Langzeit-Raumflügen zählt der Schutz der Besatzung vor der solaren und kosmischen Strahlung. Verglichen mit dem Grenzwert für die Strahlungsbelaufung auf der Erde von 0,5 rem/Jahr würden Raumfahrer je Jahr bis zu 50 rem absorbieren und die zum Glück seltenen Ausbrüche solarer Partikelstrahlung erreichen kurzfristig die lethale Dosis von 1000 rem/Tag! Der bisher stärkste registrierte Ausbruch solarer Partikelstrahlung fiel genau in den Zwischenraum zwischen der Apollo-16 und 17-Mondlandemission. Er hätte damals den sofortigen Abbruch des Mondaufenthaltes der Astronauten erfordert, und selbst das Raumschiff hätte sie nur unvollkommen schützen können.

Schwere Ionen und Neutronen haben schädigende biologische Effekte, die jene von Protonen um das mindestens 20fache übersteigen. Ein kosmisches Eisen-Ion setzt die 676fache Energie eines kosmischen Protons frei, wenn es auf beliebige Atome trifft; d. h., die biologische Gefährdung liegt um das 13 500fache höher als beim Auftreffen eines Protons. Daher sind die schweren Ionen dem Raumfahrer weitaus gefährlicher als die Protonen, auch wenn sie weit sel tener auftreten.

Die kosmischen Teilchen bewegen sich fast mit Lichtgeschwindigkeit im freien Raum. Treffen sie z. B. auf Aluminiumatome der Abschirmung eines Raumschiffes, lösen sie Kaskaden von Folgereaktionen und Schauer hochenergetischer leichten Kerne, Neutronen und Pionen aus, letztere zerfallen rasch in Photonen (sichtbares Licht) und Gammastrahlung. Sie alle (außer die weniger energiegeladenen Photonen) zerstören beliebige Moleküle und auch das Wasser der Zellen.

Selbst bei Akzeptierung der Hunderfachen irdischen Strahlungsdosis ist eine Abschirmung bemannter Raumschiffe von mindestens 7,5 cm Aluminium nötig. Ein Modul mit den Abmessungen des Space Shuttle erfordert dann eine zusätzliche Masse von 33 t, und die Verstärkung der Panzerung ergibt keinen nennenswerten Effekt: Zusätzliche 20 cm Aluminiumpanzerung vermindern die Strahlungsdosis nur um 20 %.

Mehrschichtige Abschirmungen aus Metallen und starken Neutronenabsorbern (z. B. Wasser) sind effektiver und leichter zu dem.

Ungeschützte Astronauten hätten beim Ausbruch der hochenergetischen Partikelstrahlung der Sonne im August 1972 960 rem absorbiert – eine lethale Dosis, und bei Abschirmung mit einer 9 cm-Aluminiumpanzerung noch 40 rem. Solche Ereignisse treten etwa einmal im Jahrzehnt auf, und sie können zur Aufnahme von 22 rem/Stunde sogar bei 30 cm Al-Abschirmung führen. Alle bisherigen Modellrechnungen leiden an der Ungewißheit der Verträglichkeit solcher Dosen von Partikelstrahlung, und sie basieren auf Extrapolationen aus den uns zugänglichen Quellen irdischer Strahlung, die weit weniger energetisch sind, als unter den Bedingungen des Hochvakuums des interplanetaren Raumes. Solange keine wirksamere Lösung als die der Abschirmung mit den konventionellen Mitteln gefunden wird, werden Langzeitraumflüge Perioden unwägbarer potentieller Gefährdung der Besatzungen durch Ausbrüche solarer Partikelstrahlung bleiben.

Lit.: John R. Lewis, R. Silberberg und C. H. Tsao, Radiation hazards on space missions, *Nature* **330**, No. 6150 (1987), 709–710

L. TILL

*

Modellrechnungen zur Entstehung von Planeten

Prozesse der Planetenentstehung werden gegenwärtig theoretisch intensiv untersucht. Ausgangsszenario ist entweder ein größerer ($M \geq M_{\odot}$), gravitativ instabiler Gasnebel oder ein kleiner ($M < M_{\odot}$), gravitativ stabiler, der erst bei seiner Verdichtung instabil wird und in Fragmente zerfällt. Dieses Interesse wurde durch die Entdeckung von Staubwolken rings um α Lyrae und β Pictoris (1984) noch verstärkt.

Die neuen theoretischen Ansätze bringen wenigstens schon einiges Licht in das Dunkel der Planetenentstehung. Eine wichtige Folgerung ist, daß nur Sterne mit $M \leq 3 M_{\odot}$ Planetensysteme entwickeln können; sehr schwere Sterne durchlaufen ihre heiße Anfangsphase so rasch, daß Planeten keine Zeit haben, sich zu bilden, bevor die Protostern einhüllende Gas- und Staubwolke weggeblasen wird. Ferner hängt die Bildungsdauer von Planeten stark vom Abstand zum Zentralgestirn ab. Für einen Stern mit Sonnenmasse z. B. liegt die Grenze der Planetenbildung bei 46 AE (Pluto: 39 AE) – jenseits der Distanz beträgt die Bildungsdauer bereits 10 Md. Jahre.

Die numerischen Ergebnisse der Planetenentstehung für einen Stern mit Sonnenmasse sind: Angenommen wird, daß die Planetesimalen der inneren Region aus Gestein, der äußeren aus Eis und Gestein bestehen. Der Stern verläßt seine stürmisch verlaufende Bildungsphase nach 12 Mill. Jahren und erreicht die Hauptreihe nach weiteren 70 Mill. Jahren. Zum Schluß dieser Periode haben derstellare Wind und die UV-Strahlung die Umgebung des Sterns gas- und staubfrei geblasen. In einer Entfernung von 1 AE (Erde) vollzieht sich die Bildung eines Planeten innerhalb von 170000 Jahren, Jupiter benötigt 30 Mill. Jahre. Saturn braucht länger, selbst bei gleichschwerem Gesteinkern wie Jupiter muß seine Gashülle zwangsläufig kleiner ausfallen, denn während seiner Bildungsphase beginnt sich das Wegblasen der präisolierten Wolke auszuwirken. Die Bildungszeiten für Uranus und Neptun betragen bereits 1,3 bzw. 3,9 Md. Jahre; ihre flüchtigen Bestandteile sind solche, die entweder Verdampfung eingehen oder kondensiert waren. Plutos Bildungsdauer beträgt theoretisch 7,2 Md. Jahre. Er muß also in Neptunnähe entstanden sein, wofür seine ungewöhnlichen Bahnelemente ja auch sprechen.

L. TILL

Lit.: Takenori Nakano, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **224**, 107–130 (1987). – Takenori Nakano, Star Forming Regions, IAU-Publ. 1987, 301–313, (M. Peimbert u. J. Jugaku, Eds.)

*

Leben – ein gewöhnliches kosmisches Phänomen?

Der vielseitig begabte, scharfsinnige wie streitlustige berühmte Astrophysiker Fred Hoyle ist gegenwärtig einer der wenigen Physiker, die Anhänger der alten Arrhenius'schen Hypothese von der kosmischen Allgegenwart des Lebens sind.

Nach dieser These sollen widerstandsfähige Keime von Mikroorganismen mit dem kosmischen Staub auf die Erde gelangt und hier günstige Bedingungen zur Entfaltung des riesigen Lebensbaumes unseres Planeten gefunden haben.

Professor Hoyles wesentliches Argument ist, daß die Zeitspanne zwischen dem Entstehen und Erkalten der Erde und dem Auftauchen der ersten Mikroorganismen viel zu kurz war, um das Überwinden der hohen Hürden zwischen unbelebter und belebter Natur glaubwürdig erscheinen zu lassen. (Diese Stufe der Evolution dauerte knapp 500 Mill. Jahre, die vom Einzeller- zum Vielzeller-Leben jedoch mehr als zweieinhalb Jahrhunderten.)

Ansatzpunkt der hoyle'schen Hypothese ist der ungewöhnlich kleine Brechungsindex des interstellaren Staubes, der niedriger als der von Wassersee ist. Auch läßt sich das Infrarotspektrum des Staubes nicht überzeugend erklären. Es ähnelt überraschend dem von Bakterienassoziationen. Nach Hoyle sind Bakterien im Universum allgegenwärtig, und die zahllosen kleinen kohlenstoffhaltigen Staubteilchen des Ails sollen zum großen Teil aus organischen Polymeren bestehen – Biopolymeren. Mit den einzigen Tausend Tonnen kosmischen Staubes, den die Erde jährlich einfängt, sollen auch heute noch Bakterien und Viren nach weicher Landung funktionsfähig die Erdoberfläche erreichen. In der Tat erwiesen sich kosmische Teile, die in der Stratosphäre eingefangen wurden, als mit Bakterien kontaminiert, aber es liegt nahe zu vermuten, daß es sich um irdische Mikroorganismen handelte.

L. TILL

Lit.: F. Hoyle und N. C. Wickramasinghe, *Nature* **322**, No. 6079, 509–511 (1986)

*

Ein Loch im „Hut“?

Während des letzten Jahrzehntes richtete sich steigendes Interesse auf die Kerne gewöhnlicher Galaxien. Detaillierte Untersuchungen am M 87, M 31 und M 32 ergaben, daß die Kerngebiete dieser Sternsysteme, verglichen mit den angrenzenden Bereichen, Regionen sehr ungewöhnlichen kinematischen und photometrischen Verhaltens sind.

B. J. Jarvis und R. Dubath vom Observatoire de Genève befaßten sich jetzt mit NGC 4594 (M 104), dem Sombrero Nebel. Bei Beobachtungen mit dem 3,6-m-Teleskop der ESO fand man fast erwartungsgemäß, daß es in unmittelbarer Nähe des Kerns zu geradezu sprunghaften Änderungen – der Geschwindigkeiten kommt. Die spektroskopischen Befunde zeigen, daß 15° um den Kern ein Umschlag der Geschwindigkeit von etwa 250 km s^{-1} erfolgt. Dabei entfällt allein auf die zentralen 3,5' eine Änderung von knapp 60 km s^{-1} . Wie ist das zu deuten?

Es ist offenbar so, daß auch der Kern des Sombreronebels ein rasant rotierendes Gebilde ist. Und hier wie bei den oben genannten Galaxien erhebt sich die Frage, welcher Art die zentrale Masse ist, die die Sternmaterie in derartige Bewegungen zwingt.

Zur Zeit werden hier zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen: Für besonders wahrscheinlich wird ein zentrales schwarzes Loch mit ca. 10^9 Sonnenmassen gehalten. Es ist jedoch noch nicht auszuschließen, daß sich dort nicht stattdessen ein sehr massereicher Sternhaufen befindet. Die Entscheidung zwischen beiden Alternativen könnte dann erfolgen, wenn photometrische und spektroskopische Untersuchungen höherer Auflösung durchgeführt würden. Ein zentraler Sternhaufen müßte sich nämlich dabei durch eine scharfe Helligkeitsspitze verraten, auf die es aus (unsiheren) visuellen Beobachtungen sogar Hinweise geben soll.

(AD)

Lit.: The Messenger No. 52, S. 19–21

Den Mond trifft keine Schuld

In einer umfangreichen Arbeit kommen Culver, Rotton und Kelley zu dem Ergebnis, daß direkte und indirekte Einwirkungen des Mondes auf menschliches Verhalten nicht nachweisbar sind. Dazu wurde eine Vielzahl von Untersuchungen ausgewertet, bei denen es sowohl um medizinisch-physiologische als auch vergleichende statistische Betrachtungen ging. Insbesondere wurden folgende Umweltfaktoren einbezogen, die Einflüsse auf den Menschen haben und eine an den Mondlauf gekoppelte Variabilität besitzen, oder von denen das behauptet wurde: Ozongehalt der Atmosphäre, Gravitation, Wirkung des Mondlichtes, Wetter, Ionengehalt der Luft, geomagnetische Kräfte, Elektromagnetismus, extrem niederfrequente Wellen.

Bei all diesen Faktoren konnte zweifelsfrei ausgeschlossen werden, daß sie, gesteuert durch die Mondstellung, in irgendeiner Weise die Auslösung der „Mondstürigkeit“ oder anderer Verhaltensanomalien des Menschen bewirken.

Es sich um die erneute Falsifikation lunarer Effekte auf den Menschen handelt, vor allem verbunden mit der kritischen Sichtung älterer Untersuchungen, empfehlen die Autoren abschließend, weiter naturwissenschaftlich-medizinische Prüfungen hierzu sehr zurückhaltend in Angriff zu nehmen oder besser ganz fallenzulassen.

(AD)

Lit.: Psychological Reports, 1988, 62, 683 – 710



Astronomie im Nebel

Immer wieder gibt es Gelegenheiten, darüber zu staunen, eine wie unbekannte Wissenschaft die Astronomie doch allgemein ist. Einen neuen Beleg dazu lieferten jetzt die Kollegen vom Zentralantiquariat Leipzig in ihrem Angebotskatalog Nr. 1943 (Astronomie – Geophysik). Dort wird das berühmte populäre Galaxienbuch „Das Reich der Nebel“ von Edwin P. Hubble mit der Nummer 578 in das Sachgebiet Meteorologie/Hydrologie eingeordnet. Und das trotz der darin enthaltenen zahlreichen Abbildungen mit zweifelsfrei astronomischen Inhalten. Es ist eben tatsächlich so, daß „jeder von Zeit zu Zeit sein Opfer am Altar der Dummheit darbringen muß“, wie Albert Einstein einst seufzte.



Krater auf dem Meeresboden

Der bereits 1974 auf dem Festlandschelf vor Nordamerika entdeckte Krater – Montagnais getauft – konnte nach umfangreichen Untersuchungen erst jetzt als Meteoritenkrater identifiziert werden. Die Entdeckung dieses ersten Meteoritenkraters auf dem Meeresboden war statistisch gesehen längst überfällig, denn die Wasseroberfläche erfaßte zu allen Zeiten etwa 70 % der Erdoberfläche und Meteoritenkrater auf dem Festland sind schon lange als solche bekannt.

Das Auffinden solcher Krater im Meer ist sehr unwahrscheinlich, denn ab Durchmessern von mehr als einigen 100 Metern lassen sich am besten aus großer Höhe ausmachen, was aber wegen der Lichtabsorption im Wasser sehr schwierig ist.

Montagnais hat die Position $42^{\circ}53'N$, $64^{\circ}13'W$, befindet sich in nur 113 m Wassertiefe, ist kreisrund und hat einen Durchmesser von 45 km. Aus physikalischen und chemischen Gesteinsuntersuchungen geht hervor, daß das Gesteinsmaterial Druckstößen von 10 GPa ausgesetzt war. Die höchsten beim Aufschlag entwickelten Drücke wurden zu 50 – 60 GPa, die Temperaturen zu $1300 - 1600^{\circ}C$ abgeschätzt, woraus man auf eine Größe des aufgetroffenen Objektes von 2 – 3 km schließen kann. Aus Strukturen in den Sedimenten der Umgebung leitet man ab, daß die Einschlagstelle kontinuierlich mit Wasser bedeckt war. Die Altersbestimmung, von zwei verschiedenen Laboratorien nach der K-Ar-Methode durchgeführt, ergab 49.9 ± 2.1 bzw. 55.8 ± 0.9 Mill. Jahre. Auch die für meteoritische Einschlagkrater typische Iridiumanomalie konnte nachgewiesen werden. Die Iridiumkonzentration liegt um den Faktor 10 höher, als im darunterliegenden Gestein. Da die umliegenden Sedimentgesteine ungestört sind, werden viele Untersuchungen von allem im Zusammenhang mit der Iridiumanomalie und der damit möglicherweise korrelierten partiellen Ausrottung der Pflanzen- und Tierwelt geführt werden können.

(MW)

Literatur: Physik in unserer Zeit, 18 (1987) 6, A 46



Nun auch Kochsalz

Im Jahre 1987 gelangen wieder wichtige Erstentdeckungen chemischer Substanzen im Kosmos, wie gewohnt zumeist in den riesigen Molekülwolken des Orion, Adler und Schützen. Einer Gruppe des National Radio Astronomy Observatory (USA) war es zum ersten Mal möglich, ein phosphorhaltiges Molekül (Phosphornitrit PN) nachzuweisen. Damit wurde erneut ein weiterer sehr wichtiger Lebensbaustein auch im Kosmos gefunden. Einer der ersten großen Erfolge bei der Arbeit mit einem neuen 30-m-Radioteleskop für Millimeterwellen in Südspainien war die Entdeckung von Kochsalz (NaCl) im Weltall. Gemeinsam mit anderen Salzen (Aluminiumchlorid AlCl, Kaliumchlorid KCl) wurde es in der zirkumstellaren Hülle von IRC + 10216 identifiziert.

Literatur: Sky. Telesc. 74 (1987) 463
Bild. Wiss. 24 (1987) 12, 131



Das Universum gewinnt dreidimensionale Züge

Eine Arbeitsgruppe von Astronomen des Harvard College Observatorys und des Smithsonian Astrophysikalischen Observatorys (J. P. Huchra, V. de Lapparent und M. J. Geller) haben aufgrund sorgfältiger Entfernungsbestimmungen von rund 1000 Galaxien das dreidimensionale Bild eines Raumausschnittes von 120 mal 6 Grad konstruiert. Diese Galaxien sind maximal 300 Mill. Lichtjahre entfernt. Das Bild zeigt riesige Leerräume und „Blasenwände“. Die Blasen haben 60 bis 130 Mill. Lichtjahre Durchmesser. (Der Durchmesser der Milchstraße beträgt 60 000 Lichtjahre.) Das ältere Bild der Gleicher-

teilung der Galaxien entsteht zwangsläufig, wenn nur kleinere Raumausschnitte betrachtet werden, abgesehen von der Schwierigkeit genauer Entfernungsbestimmungen.

Die Blasentheorie der Struktur des Universums entstand 1981 im Rahmen eines Modells zur Aufhellung der frühen Entwicklungsgeschichte des Alls, als es etwa eine Milliarde Jahre alt war. (Jere-miah Ostriker, Princeton-Universität).

Wir (d. h. unser Cluster von Galaxien) befinden uns auf der Oberfläche einer Blase. Wir können andere Blasen erst dann sehen, wenn wir tief genug in den Raum blicken. Offensichtlich spielen also neben der Gravitation noch andere Kräfte eine wesentliche Rolle bei der Ausbildung der großräumigen Strukturen des Alls. (Scient. Amer. 254, (3), 49 - (1986)

L. TILL

*

FUGUE - Sphärenklänge aus dem All?

Frankreich scheint sich zum Ursprungsland Nummer 1 für exotische Raumfahrtprojekte zu entwickeln. Nach dem - inzwischen aufgegebenen - „Lichtstrahlvorschlag“ (s. AuR 1/88, S. 28) wurde nunmehr unter der Bezeichnung FUGUE von drei jungen Raumfahrtexperten und einem bekannten Musiker ein Raumfahrtprojekt vorgeschlagen, mit dem der Menschheit nicht nur kosmische Leuchtefeuer, sondern auch synthetisierte und weltraumgesteuerte Sphärenklänge präsentiert werden sollen. Das Projekt soll mit seiner „weltumspannenden künstlerischen Absicht“ aus Anlaß des Internationalen Weltraumjahres realisiert werden.

Der Satellit FUGUE soll die Erde auf einer sonnensynchronen Bahn umkreisen. Kernstück an Bord soll ein frei programmierbarer Synthesizer sein, der vom Boden für 24 Stunden im voraus „bespielt“ werden kann. Über unterschiedliche Sensoren, z. B. eine Antenne für die 21-cm-Strahlung, Kameras, IR-Detektoren, Alphatelechinen-Zähler und CCD-Sensoren werden die Klänge außerdem direkt von kosmischen Einflußgrößen gesteuert, womit „eine neue Harmonie zwischen Mensch und Weltraum“ hergestellt werden soll. Die Klänge werden auf 136 MHz mit 6 W Sendeleistung abgestrahlt und können mit Geräten, die heutigen Taschenempfängern vergleichbar sind, durch jedermann empfangen werden.

Das äußere Bild des $2.1\text{ m} \times 2.2\text{ m} \times 1.0\text{ m}$ großen und 370 kg schweren Satelliten wird durch vier 55 m lange und 1,3 m breite Sonnensegel geprägt, die mit dem Satelliten ein Kreuz von 115 m Spannweite bilden. Sie bestehen aus einseitig mit Aluminium beschichteter Karpofolie von 25 m Stärke und dienen nach Entfaltung als „Sonnenwindmühle“ zur Lagestabilisierung. Durch die guten Reflexionseigenschaften dieser großen Flügel würde der Satellit trotz der großen Bahnhöhe auch mit bloßem Auge sichtbar sein.

Zweifelsfrei handelt sich hier um ein in technischen und technologischen Details durchaus interessantes Projekt. Ob jedoch 4 bis 5 Jahre vorgesehene kosmische Synthesizerklänge, gesteuert von Pulsarfrequenzen und solaren Strahlungsausbrüchen dem Ziel der FUGUE-Schöpfer dienlich sind, „den hör- und sichtbaren Kontakt mit einer Technik wiederherzustellen, die sich in ihrer Erdenferne dem Verständnis und der Erfahrung des Einzelnen immer mehr entzieht“, bleibt fraglich. Es wäre anzuraten, auch eine mögliche gegenteilige Wirkung einzukalkulieren.

Literatur: mikrowellen-magazin 13 (1987) 6, S. 734 - 735 (daraus auch Zitate)

Indisches Radiointerferometer

Auf einem 25 km² großen Gelände 200 km östlich von Bombay erichtet Indien ein gigantisches Radiointerferometer, das 1992 in Dienst gestellt werden soll. Es wird aus 34 Parabolantennen von je 45 Metern Durchmesser bestehen, die Y-förmig angeordnet sind. Die Anlage wird vor allem im Meterwellenbereich arbeiten, der in dieser Region noch nicht in dem Maße anderweitig technisch genutzt wird wie beispielsweise in Europa und den USA. So sind geringere terrestrische Störungen einzukalkulieren. Die Kosten des Projektes betragen etwa 20 Millionen US-Dollar.

*

Windhosen auf dem Mars

Vor zwei Jahren gelang es, auf Fotos der Mariner 9 und Viking-Sonden Spuren gewaltiger Staubtromben zu finden. Besonders auf der Südhalbkugel des Mars sind ganze Regionen von kilometerlangen Streifen überzogen, Zonen größerer Materials, die durch die Wirbel von feinem hellen Sand befreit werden sind. Diese Phänomene müssen enorme Ausmaße erreichen, um diese dutzende von Kilometern langen Linien zu erzeugen.

Literatur: Sky Telesc. 74 (1987) 580

*

Pluto und Charon

Neueste Durchmesserverte für Pluto und Charon lauten 2245 und 1200 km. Sie wurden aus Beobachtungen der gegenseitigen Verfinsternungen der beiden Himmelskörper abgeleitet.

Literatur: Sky Telesc. 74 (1987) 581

*

Erster Einstein-Ring

Die Anwendung von Höchstleistungsempfängern ließ 1986 in einigen großen Galaxienhaufen merkwürdige Strukturen hervortreten: Einige Galaxien sind von sehr leuchtschwachen, aber gewaltigen Lichtbögen umgeben, deren Länge selbst die Ausmaße von Riesengalaxien in den Schatten stellt. Unter den Hypothesen, die zur Erklärung dieser Erscheinungen vorgestellt wurden, erfreut sich einer besonderen Attraktivität: Die Bögen werden als Abbildungen von Hintergrundgalaxien interpretiert, deren wahres Erscheinungsbild von der „Zentralgalaxie“ des Bogens durch Gravitationslinsenwirkung extrem verzerrt wird. Von Theoretikern war bereits genügend Voraarbeit geleistet worden, die zeigte, daß sich tatsächlich solche Anblicke ergeben können. Voraussetzung ist, daß exakt in der Blickrichtung zu besagter Hintergrundgalaxie ein massreiches Objekt wie eine Riesengalaxie steht, das die Linsenwirkung ausübt.

Es galt nun, die Hypothese an solchen Bögen zu prüfen und zu zeigen, daß es sich nicht etwa um ein Zentralobjekt ausgestoßene Materiemassen handelt. Ein Schlüssel zur Bewältigung dieser Aufgabe ist die Untersuchung der Rotverschiebung im Spektrum der Bögen. Der Gravitationslinseneffekt müßte sich dadurch verraten, daß der Bogen eine gleichmäßig andere (höhere) Rotverschiebung (nämlich die der Hintergrundgalaxie) aufweist, als die Zentralgalaxie. Ausgestoßene Materiemengen müßten dagegen differentielle Rotverschiebungen zeigen.

Mit dem 3.6-m-Teleskop des ESO konnte im vergangenen Jahr ein Leuchtbogen im Galaxienhaufen Abell 370 detalliert untersucht werden. Der Bogen gehört in diesem Fall zum Zentralobjekt dieses Haufens, der elliptischen Riesengalaxie CL 2244-02, die mit einer Rotverschiebung von $z = 0.329$ etwas unter dem Haufenniveau von $z = 0.374$ liegt. Schon im November 1986 waren Beobachtungen durchgeführt worden, die sich auf den östlichen Teil des Bogens beschränkt und nur ein sehr schwaches Spektrum ergeben hatten. Mehr als eine einfache Betrachtung der Energieverteilung war darin nicht möglich, doch schon diese erinnerte an eine Galaxie oder an einen Quasar mit einer Rotverschiebung von ungefähr $z = 0.6$. Im Oktober 1987 gelang die spektrale Untersuchung großer Teile des Bogens, wobei nun auch Spektrallinien aufgenommen werden konnten, an denen die Rotverschiebung exakter zu vermessen war. Mit dem Ergebnis konnten die Mitglieder des französischen Forscherteams ihren zweifelnden Kollegen gewichtige Argumente entgegensetzen. Sowohl der zentrale als auch der östliche Teil des Bogens zeigt das gleiche Spektrum mit einer Rotverschiebung von $z = 0.724$. Das spricht sehr für die Annahme, daß dieser Lichtbogen einen Gravitationslinseneffekt entspricht. Man wird sich nun sehr intensiv mit diesen Bögen befassen. Darüber und über die möglicherweise sehr weitreichenden Konsequenzen für unsere kosmologischen Modelle werden wir hier weiter berichten.

Literatur: Messenger No. 50 (Dezember 1987) 5 - 6

*

NASA-Studie für bemannte Mond- und Marsvorhaben

In einer Studie des 1987 neu gründeten OFFICE OF EXPLO-
RATION (Büro für Forschung) der NASA werden für bemannte
planetare Missionen, die nach dem Jahr 2000 realisiert werden
können, vier Projekte zur Diskussion gestellt:

1. Eine einmalige bemannte Mission zum Marsmond Phobos bis zum Jahr 2003.
2. Drei bemannte Marslandungen ab dem Jahr 2005.
3. Errichtung einer ständigen, unbemannten Forschungsstation auf der Mondrückseite etwa 2005; die periodisch von Astronauten besucht wird.
4. Errichtung einer ständig bemannten Mondstation bis etwa 2010, die vor allem als Basis bemannter Marsmissionen dient.

Für einen bemannten Flug zu Phobos wird eine zweigeteilte Mission vorgeschlagen, die ein unbemanntes Transportraumschiff mit Ausrüstungen und Treibstoff vorsieht, das den Mars nach neun Monaten erreicht und in eine Parkbahn gebracht wird. Erst dann startet ein bemanntes Raumschiff mit vier Astronauten, das im Marsorbit mit dem ersten koppelt. Zwei der Astronauten steigen mit einer Landefähre auf Phobos ab, wo sie 20 Tage arbeiten und danach zum Mutterschiff zurück kehren. Die Mission würde 14 Monate dauern.

Zweigeteilt wird auch eine bemannte Marsmission sein, wobei das unbemannte Transportraumschiff neben Landefähre, Treibstoff und Ausrüstungen einen Wohnbereich enthält. Das bemannte Raumschiff mit acht Astronauten folgt drei Monate später und dockt nach acht Monaten an den Frachter an. Vier Astronauten landen auf dem Mars, während vier in Orbit verbleiben und die Rückkehrvorbereitungen vornehmen.

Ein weitaus höherer wissenschaftlicher Wert wird allerdings der Errichtung einer Mondstation beigemessen. Ein Observatorium auf der Mondrückseite, das den Mond selbst als Abschirmung gegen Störungen von der Erde her nutzen kann, könnte das gesamte optische und radiofrequente Wellenspektrum abdecken. Zur Errichtung werden vier Mondflüge veranschlagt, die jeweils einen unbemannten Frachter und ein bemanntes Raumschiff mit vier Mann Besatzung umfassen. Jede Mission dauert 20 Tage. Nach Inbetriebnahme der Station sollen Wartungsflüge mit zwei bis drei Jahren Abstand genügen.

Das Projekt einer bemannten Mondstation schließlich wird vorrangig als Zwischenstufe für den bemannten Marsflug gesehen. Der Aufbau soll mit einer Serie bemannter und unbemannter Flüge ab 2004 beginnen. Die Station soll weitestgehend autark und unter Nutzung natürlicher Ressourcen des Mondes betrieben werden, worin auch ein Test für den Betrieb ähnlich konzipierter Stationen auf dem Mars geschenkt wird.

Aussagen über Kosten, Voraussetzungen und Finanzierungsregimes werden in der Studie nicht gemacht. Klar dürfte sein, daß keines der Projekte parallel zu SDI zu verkräften ist. Betrachtet man vergleichend die Probleme, die die USA mit der Errichtung ihrer Raumstation Mitte der 90er Jahre hatten und haben, erscheinen Vorhaben und terminliche Zielstellungen der o. g. Projekte geradezu illusionär, denn gleich, welches eventuell zur Realisierung entschieden wird, die Einhaltung der terminlichen Zielstellungen setzt für alle vier Varianten spätestens 1990 bereits einen fortgeschrittenen Vorbereitungsstand voraus.

H.-D. NAUMANN

*

Phobos-Sonden-Konzept hat sich nicht bewährt

Der vorzeitige Ausfall der Marssonde „Phobos 2“ ist auf einige Fehler in der technischen Konzeption der Raumsonden zurückzuführen. Ursache war mit hoher Wahrscheinlichkeit der Einfluß einer solaren Plasmawelle, die die Sonde aus ihrer Orientierung gebracht hat. Entsprechend der Programmierung sucht sich die Sonde innerhalb von fünf bis sechs Stunden selbst eine stabile Lage, was allerdings dazu führte, daß die Antenne aus der Richtung zur Erde herausgedreht wurde. Neben diesem Software-Fehler werden die zu geringe Energiereserve an Bord sowie die gesamte integrierte Telemetrie-/Kommando-Komplex als wesentliche Mängel genannt, die dazu führten, daß das Grundkonzept der Sonden für künftige Missionen generell überarbeitet werden muß. In diesem Zusammenhang wurde von Mitarbeitern bzw. Leitern des Instituts für Kosmosforschung der AdW der UdSSR (IKI) scharf kritisiert, daß von den Konstrukteuren der Sonden in der Industrie Forderungen und Hinweise der IKI-Wissenschaftler nicht berücksichtigt wurden. So wurden wichtige Notsysteme weggelassen, die beide Sonden hätten eventuell retten können.

R. Sagdejew nannte das „Phobos 2“-Ende einen „Unfall auf Abruf“ und Gringauz sprach von „Inkompetenz und Verantwortungslösigkeit“. Bei allem sollte nicht übersehen werden, daß gerade „Phobos 2“ durchaus eine Reihe wertvoller Ergebnisse erbracht hat, so aufnahmen von Mars und Phobos sowie die erstmalige Feststellung eines Magnetfeldes.

Das Projekt „Mars 94“ wird auf der Basis eines generell überarbeiteten Sondenkonzepts realisiert werden. Seine Vorbereitung hat begonnen. Bestädt sind bisher ein Orbiter mit 200 kg wissenschaftlicher Nutzlast, darunter Kamera-, Radar- und IR-Komplexe und ein Fourierspektrometer sowie ein meteorologischer Komplex vom Orbiter und vom Boden aus. Er umfaßt u. a. Ballondonden, Oberflächendonden und Penetratoren mit Kameras, Seismometern und meteorologischen Geräten. Hauptziele der Mission „Mars 94“ sind insgesamt Topologie und Morphologie der Marsoberfläche.

Übrigens: Eine gelegentlich diskutierte Mission „Phobos 3“ mit der noch am Boden vorhandenen Sonde steht nicht auf dem Programm.

H.-D. NAUMANN

(aus: ZFR-Inform. Raumfahrt, 4 (1989) 7-8, S. 32)



Das Ende der Erde

In etwa 5 Milliarden Jahren wird sich unsere Sonne für rund 100 Millionen Jahre in einen Roten Riesen verwandeln. Ihr Maximalradius wird dabei 1.1 AE erreichen, so daß auch die Erde in die Sonne hinabtauchen wird. Der Frage nachzugehen, was dann mit unserem Heimatplaneten geschehen wird, ist sicher keine dringende Notwendigkeit. Trotzdem hat J. Goldstein (University of Pennsylvania) darüber nachgedacht. Etwa gehegte Hoffnungen, die Erde könnte die Tortur in irgendeiner Form überstehen, weil die Dichte der äußeren Hülle eines Roten Riesen extrem gering und die Temperaturen relativ niedrig sind, zerstören rasch. Indem Goldstein vor allem Temperaturreinflüsse berücksichtigte, gewann er folgendes Bild: Nach Eintritt in die Sonnenatmosphäre kommen intensive Verdampfung und Ablösungsprozesse in Gang. Gleichzeitig wird die Erde merklich abgebremst, ihr Bahnradius verkleinert sich und sie bewegt sich in Spiralen ins Sonneninnere. Spätestens nach 300 Jahren dürfte dann nichts mehr von der Erde übrig sein.

(AD)

Literatur: Sky Telesc. 74 (1987) 575



Astronomie am Südpol

„Großer Gott, welch ein schrecklicher Ort“; dies waren die Worte des Polarforschers Scott, als er den Südpol erreicht hatte. Noch heute gilt die Antarktis als einer der unwirtlichsten Plätze unserer Erde. Und doch zieht ihre ausgezeichnete geografische Lage seit Jahrzehnten zahlreiche Wissenschaftler an.

Daß seit mehr als einem Jahrzehnt auch Astrophysiker unter ihnen sind, dürfte wenig bekannt sein. Was zieht sie an den Südpol? Es sind die für viele astrophysikalische Zwecke excellenten Beobachtungsbedingungen. Polarnacht und Polartag dauern ein halbes Jahr (Dämmerung nicht berücksichtigt). Alle Himmelsobjekte sind am Pol zirkumpolar, weshalb ihre Beobachtung über mehrere Tage ununterbrochen möglich ist. Die Nachführung ist mit-

tels eines Polarcoelostaten leicht möglich. Auf Grund der Schneeverlagerung ist die Albedo einheitlich, es gibt kaum Temperaturschwankungen innerhalb 24 Stunden. Die Windrichtung ist meist stabil und ändert sich nur sehr langsam. Die Höhe der Antarktis beträgt 2 bis 3 km (am Südpol 2835 m). Die Luft ist sehr rein und extrem trocken. Diese Eigenschaften der antarktischen Atmosphäre prädestinieren den Südpol geradezu als Standort für astronomische Beobachtungen.

Den Anstoß erhielt die antarktische Astrophysik zunächst in der Nähe des *Nordpoles* bei der Durchführung von H-alpha-Aufnahmen der Sonne, die man mittels einer Filmkamera 62 Stunden lang ununterbrochen fortführen konnte. Damals gelang erstmals die vollständige Aufzeichnung der Supergranulation der Sonne. Die ersten Bestrebungen, direkt am Südpol auf der amerikanischen Amundsen-Scott-Station astronomische Beobachtungen anzustellen, waren bereits Mitte der siebziger Jahre zu verzweigen. Nach ersten Seeing-Tests und der Auswertung klimatologischer Statistiken wurde das erste kleine Sonnen-teleskop aufgestellt, ein 5-cm-Refraktor für H-alpha-Beobachtungen, mit dem 1979 unter anderem die Sonne 120 Stunden lang ununterbrochen beobachtet werden konnte. Den ersten großen Erfolg erzielte eine amerikanisch-französische Gruppe, die aus genauen spektrofotometrischen Messungen der Dopplerverschiebung der Na-D-Linie über einen Zeitraum von fünf Tagen wesentliche Erkenntnisse zur Sonnenseismologie lieferten. Sie brachten den Nachweis, daß die seit den sechziger Jahren bekannten Oszillationen kohärent sind. Auf Grund dieser Einsicht mußten Strömungsmodelle für das Sonneninnere verändert werden. 1981/82 kam in amerikanisch-schwedischer Gemeinschaftsarbeit ein 20-cm-Sonnenteleskop mit 30-cm-Coelostaten zum Einsatz, der die Messung der Oszillationen an diskreten Punkten der Sonnen-scheibe ermöglichte. In den nachfolgenden Jahren wurden Beobachtungen zur differentiellen Rotation der Sonne mit einer Festkörperkamera (512x512 Pixel) durchgeführt.

Astronomische Beobachtungen am Südpol beschränken sich aber nicht nur auf die Sonne. 1987 wurden erste Messungen zur Gamma-Astronomie sowie Beobachtungen der optischen Čerenkov-Strahlung realisiert. Die sehr trockene Atmosphäre über der Antarktis bietet sich für Arbeiten im Infraroten und im Submillimeterbereich (Radioastronomie) an. Eine französische Forschergruppe installierte 1987 ein 45-cm-Submillimeter-teleskop, mit dem zuvor auf dem Mauna Kea (Hawaii) experimentiert worden war. Ein Vergleich der Ergebnisse zeigte ihnen, daß der Himmel über der Anarktis 10 mal rauschärmer ist, als der über Hawaii.

Astronomische Beobachtungen von Sternen im sichtbaren Spektralbereich waren bisher weniger erfolgreich. Ein 1984 speziell dazu aufgestelltes Teleskop SPOT 1 (South Polar Optical Telescope) wurde den extremen Witterungsbedingungen nicht gerecht. Erst mit SPOT 2, einem 7.8-cm-Refraktor, war man 1986 erfolgreich. Mit diesem wurden vor allem veränderliche Sterne über lange Zeiträume hinweg beobachtet, aber auch Messungen zu den astronomischen Beobachtungsbedingungen (Seeing) angestellt. Bisher konnten mehr als 60000 fotometrische Daten gewonnen werden. Die Meßwerte wurden mittels eines Kommunikationssatelliten zur Auswertung an die University of Florida übermittelt.

Die Anfänge der astrophysikalischen Beobachtungen vom Südpol aus sind bescheiden, die erzielten Ergebnisse aber vielversprechend, insbesondere was Solar- und Submillimeterbeobachtungen betrifft. Bereits für 1990 ist die Aufstellung eines 1.2-m-Submillimeter-teleskopes geplant. Zur Koordinierung der astronomischen Beobachtungen am Südpol arbeitet man gegenwärtig an Vorschlägen zur Gründung eines Antarktischen Astronomischen Instituts.

(MW)

Lit.: Sky and Telescop 64 (1982) 520, 74 (1987) 470, 76 (1988) 351, 78 (1989) 598.

Unsere Bildseiten

Titelbild: Eines der ersten von MOS-1 (Marine Observation Satellite) der NASDA übermittelten Bilder zeigt die Ohmura Bucht mit Nagasaki-Flughafen. Die Ost-West-Ausdehnung des Bildausschnitts beträgt etwa 40 km, die Nord-Süd-Passage ca. 36 km. Aufnahmedatum 23. 2. 1987.

4. Umschlag.-S. (Abb. 2 z. Beitrag S. 163): Durch Zufall wurde diese Feuerkugel auch auf einem Placeo paar der Himmelsüberwachung der Sternwarte Sonneberg abgebildet. Hier sind eindrucksvoll der Helligkeitsausbruch sowie weitere Fluktuationen zum Bahnende erkennbar.



Zum Beitrag S. 143; Abb. + Texte der BS I – V von W. Fischer. Die Aufnahmen wurden in Buenos Aires mit einer EXAKTA VX 500 auf gashypersensibilisierten Kodak TP 2415-Film belichtet. Entwicklung: 5 min bei 20 °C in Kodak D 19. Die Nachfahrt erfolgte auf einer modifizierten T-Montierung mit elektrischem Antrieb und Leitrohr 50/540. Runde Bildbegrenzungen bei einigen Abb. entstanden durch provisorischen Filtervorsatz. Bei allen Bildern (außer BS. III oben) wurde ein Luminic-H-α-Passfilter verwendet. Die Abb. der BS. I und V o. wurden mit einem Lydith 3,5/30, die anderen mit Sonnar 2,8/180 gemacht. Alle Zeitangaben in argentinischer Zeit; die Differenz zur MEZ beträgt – 4 h.

Bildseite I oben: Die Milchstraße um den η -Carina-Nebel im Ha-Licht. Links Sternbild Kreuz mit Kohlensack, darunter die Fliege, rechts unten Teil von Carina (Kiel), li. o. Teil des Centaurus, re. o. Teil des Sternbildes Segel (Vela). Neben dem η -Carina-Nebel (s. BS II o.) fällt links darunter der Wasserstoffemissionsnebel IC 2944 auf (s. BS II u.). Aufn. vom 17. 4. 1988 von 21.42 bis 22.22 Uhr.

Bildseite I unten: Milchstraße zwischen Centaurus und η -Carina-Nebel im Ha-Licht. Von li. nach re. α und β Centauri. Bildmitte ausgedehnter schwacher Gasnebel (s. BS III u.), daneben der Kohlensack, das „Kreuz“ (Crux), IC 2944; rechter Rand η -Carina-Nebel; li. u. Südl. Dreieck, daneben Zirkel, Fliege und Chamaeleon, ganz oben der helle Kugelsternhaufen ω Centauri. Aufn. 17. 4. 88 (22.32 – 23.12 Uhr).

Bildseite II oben: Der η -Carina-Nebel (NGC 3372) im Ha-Licht (vgl. AuR 5/1981). Dieser hellste Gasnebel des Himmels erstreckt sich über rund 2°5 und ist damit für den Amateur ein dankbares Objekt. Er ist 9000 ly entfernt und hat 300 ly Durchmesser, das Zwanzigfache des Orionnebels. Bedingt durch seine Größe ist er eine Geburtsstätte extrem massereicher Sterne. Der helle Sternhaufen li. im Bild ist NGC 3532 (3°3; \varnothing 1°; $r = 1700$ ly), darunter weitere Wasserstoffemissionsnebel, ganz unten der Komplex NGC 3584 – 3586. Rechts oberhalb des η Car-Nebels der dichte offene Haufen NGC 3293 (7°5; \varnothing 8'; $r = 1500$ ly). Der schwache Nebel re. o. am Bildrand ist NGC 3199. Aufn. vom 15. 4. 1988 (22.54 – 23.23 Uhr)

Bildseite II unten: Wasserstoffemissionsnebel der südlichen Milchstraße im Grenzgebiet zwischen Centaurus und Carina (Kiel) im Ha-Licht. Der ausgedehnte Nebel unten ist IC 2944 mit dem offenen Haufen 2948 (s. 2. Bild), etwas oberhalb daneben IC 2872, re. davon der Sternhaufen IC 2714. Unterhalb der Bildmitte der helle Sternhaufen NGC 3786. Rechts der Sternhaufen-Komplex NGC 3584 – 3586. Der kleine helle Fleck (Nebel?) nahe am oberen Bildrand (ungefähre Koordinaten $\alpha_{1950} = 11$ h 24 min; $\delta_{1950} = -56^{\circ}3'$) ist im Atlas von A. Bečvar nicht verzeichnet. Aufn. vom 17. 4. 1988, 0.07 – 0.47 Uhr.

Bildseite III oben: Kreuz des Südens (Crux) mit umliegenden Sternhaufen und Teil des Kohlensacks. Am li. Bildrand NGC 4755 ($r = 980$ ly), über α Crucis NGC 4349 ($r = 5000$ ly), re. Bildrand NGC 4103 ($r = 3100$ ly). Aufn. abgeblendet auf 5.6 am 14. 4. 1988 von 23.39 bis 23.49 Uhr.

Bildseite III unten: Als Sternwolke getarnt, der großflächige lichtschwache Gasnebel westlich von β Centauri im Ha-Licht (vgl. BS. I u.). Aufn. vom 18. 4. 1988 um 0.15 bis 0.55 Uhr.

Bildseite IV oben: Die Große Magellansche Wolke mit SN 1987 A (s. Kiel) im Ha-Licht. Die etwas müßigene Aufn. zeigt neben dem hellen Tarantelnebel eine Vielzahl von Wasserstoffemissionsnebeln (verwaschene kleine Flecke) der LMC. Die SN ist, knapp 14 Monate nach ihrem Ausbruch, noch einer der hellsten Sterne dieser Himmelsregion. Aufn. vom 17. 4. 1988 von 20.53 bis 21.23 Uhr.

Bildseite IV unten: Kugelsternhaufen und Gasnebel um Antares im Ha-Licht. Un Antares leuchtet IC 4606 mit einem besonders hellen Teil am li. Bildrand. Der Nebel um α Sco (etwa Bildmitte) ist sehr schwach. Zwischen α Sco und Antares steht der helle Kugelhaufen M 4 und NGC 6144 (schwach). Am re. Bildrand (oberes Drittel) ist M 80 auf dem Negativ. Aufn. 18. 4. 1988 von 2.10 bis 2.40 Uhr.

Bildseite V oben: Das Milchstraßenzentrum im Ha-Licht. Der Himmelsausschnitt umfasst den Nordteil des Sternbildes Altar (unten), darüber den Schwanz des Scorpions und ein Großteil des Sternbildes Schütze. Am li. Rand Teile der Sternbilder Teleskop und Südliche Krone. Während der Aufn. am 23. 4. 1988 von 4.22 bis 5.02 Uhr stand diese Himmelsregion im Zenit.

Bildseite V unten: Die Milchstraße im Schwanz des Scorpions. Aufn. vom 23. 4. 1988 von 3.23 bis 4.03 Uhr im Ha-Licht. Der helle Stern am re. Bildrand ist λ Sco. Der scheinbare Doppelstern (Bildmitte) ist γ Sco zusammen mit dem Kugelsternhaufen NGC 6441. Zwischen γ und λ Sco der offene Haufen NGC 6400. Li. oberhalb der Bildmitte der offene Haufen M 7, re. o. die Hauen um M 6, während der Aufn. in Zenitnähe.



Bildseiten VI und VII: Die zwei Probeseiten eines in Vorbereitung – so oder in ähnlicher Art – befindlichen Sternatlas für Amateure, geschaffen von dem allen Lesern bekannten DDR-Amateurastronomen Wolfgang Roloff aus Birkholz, stellen wir unseren Lesern deshalb jetzt vor, um zu erfahren, ob unter ihnen sich genügend potentielle Interessenten befinden. Obwohl über die endgültigen Daten dieses Atlas noch nichts Genaues bisher bekannt ist, würden wir uns dennoch über viele Meinungsäußerungen zu diesem Vorhaben freuen. Postkarte an die Redaktion genügt schon.

Bildseit IX: Mondfinsternis vom 17. August 1989. Aufnahmzeiten in MESZ (Bildfolge zeilenweise), jedes Bild ist 1 s lang belichtet worden.

3.10 – 3.20 – 3.25 – 3.30 –
 3.35 – 3.40 – 3.45 – 3.48 –
 3.56 – 3.58 – 4.02 – 4.03 –
 4.04 – 4.06 – 4.08 – 4.10 –
 4.12 – 4.16 (Die Pause zwischen Bild 8 und Bild 9 ist durch Wolkendurchzug bedingt.)

essant sind auch die Berichte über die Verwendung von Kopien, die für viele Zwecke in gleicher Weise wie die Originale ausgewertet werden können.

Offensichtlich ist die Entwicklung der Fotoemulsionen noch nicht abgeschlossen.

HANS G. BECK

Marx, Siegfried (Ed.): *Astrophotography/Proceedings of the IAU-Workshop, Jena/GDR, April 21 – 24, 1987.*

Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1988, X, 241 Seiten, 125 Abbildungen, 170 x 240, Leinen, DM 75,-, ISBN 3-540-18498-8/ ISBN 0-387-18498-8.

Rezensionen

Astrophotography

Auf dem von dem Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR im April 1987 veranstalteten Workshop „Astrophotography 87“ wurden die neuesten Ergebnisse und Erkenntnisse von 62 Teilnehmern diskutiert (26 aus der DDR und 36 aus 13 anderen Ländern). Die 46 Vorträge und Poster-Beiträge sind als Manuskripte wiedergegeben, was den Druck beschleunigte.

Im Kapitel I gibt D. Malin, der Vorsitzende der Arbeitsgruppe „Astrophotography“ der Internationalen Astronomischen Union einen Rückblick auf die Entwicklung der Astrophotographie in den letzten Jahrzehnten, in dem er besonders auf die notwendige Spezialisierung hinweist. Die photographische Technik wird in absehbarer Zeit ihre Bedeutung behalten. Wenn man aber mit den modernen elektronischen Flächenempfängern (CCD) Schritt halten will, muß man jeden Prozeßschritt optimieren und dafür Spezialisten einsetzen, wie es in der Elektronik und der Rechen-technik unumgänglich ist.

Dies ist klar aus den Beiträgen in den weiteren Kapiteln erkennbar. II: Photographische Emulsionen, III: Hypersensibilisierung, IV: Kalibrierung und Sensitometrie, V: Photographische Techniken, VI: Messung und Auswertung, VII: Astronomische Anwendungen.

Die bestgeeigneten Emulsionen, z. B. KODAK IIIa-J, haben an sich keine hohe Empfindlichkeit, dafür aber hohe Auflösung und hohen Kontrast. Die Quantenausbeute kann durch verbesserte Entwicklungstechnik mittels einer automatischen Entwicklungsmaschine gesteigert werden, bei der ein Gitter nahe der Emulsion bewegt wird und damit den Entwickler besser als bei den bisherigen Schüttelmechanismen durchmischt (ESO-Entwicklung, berichtet von Dumoulin).

Die Hypersensibilisierung ist nun auch zu einem wissenschaftlich fundierten Verfahrensweig geworden, der eines nicht unbedeutenden Aufwands bedarf. Dazu gehört auch die Anwendung von störenden Einflüssen aus der Umgebung während der oft mehrstündigen Belichtungen, z. B. durch eine gasdichte Kassette mit Stickstoffdurchflutung. Sehr viel Aufwand ist auch für die Kalibrierung erforderlich, um vor dem Einsatz der Hypersensibilisierung die charakteristischen Parameter der Emulsion zu bestimmen.

Die besten Erfolge sind zu erwarten, wenn man konsequent ein Speziallabor für Astrophotographie in jedem Observatorium aufbaut, in dem die Spezialisten die Aufnahmen verarbeiten. Inter-

Lebenslauf der Sterne

Der vor allem durch Sachbücher für Kinder und Jugendliche bekannte Autor Hans Kleffe hat sich hier einem astrophysikalischen Thema angenommen. Für Leser von 12 Jahren an bereitete er das Kapitel der Entstehung und Entwicklung der Sterne auf. Damit mußte der Verfasser auf das physikalische Wissen eines Schülers der 6. Klasse aufbauen. Das erforderte nicht nur zahlreiche Vereinfachungen und daraus resultierende Ungenauigkeiten, immer wieder waren Abweichungen von der Linie der Darstellung nötig, um die jungen Leser mit bestimmten grundlegenden physikalischen Sachverhalten bekanntzumachen. Dieses Buch zu schreiben, war also ein nicht geringes Wagnis. Der Erfahrung des Autors ist es zu danken, daß der Versuch glückte.

Die Praxis zeigt, daß gerade Kinder dieser Altersklasse schon mit speziellen Themen der Astronomie zu interessieren und zu faszinieren sind; das vorliegende Buch liefert dazu eine sehr begrüßenswerte Gelegenheit. Natürlich müssen und werden den Lesern viele Details der Sternenentwicklung (darunter auch im Buch beschriebene) unverständlich bleiben. Der Anfang ist jedoch gemacht, und viele junge Menschen entdecken vielleicht gerade durch dieses Buch, daß „Sternentwicklung“ überhaupt ein Thema ist.

Das Buch ist in beim Kinderbuchverlag gewohnter Weise gut ausgestattet, wenn auch einige merkwürdige Mängel in der Verteilung der Abbildungen zu erkennen sind. Mehrfach werden Abbildungen bestimmten Kapiteln völlig abwegig zugeordnet, was nur Verwirrung stiften kann. Eine realitätsferne und wohl etwas makabre Zeichnung findet sich auf Seite 29. Dort soll der Zustand der Erde während des Roter-Riese-Stadiums der Sonne dargestellt werden. Ein riesiger rotglühender Ball erhebt sich da über dem Horizont und beleuchtet eine gespenstische Ruinenlandschaft...

Kleine Mängel im Text können leicht beseitigt werden. So wird auf S. 42 die Durchmesseränderung von δ Cep allein in Kilometern angegeben, wobei hier doch sicher von Interesse wäre, auf welchen Gesamtdurchmesser sich dies bezieht. Der Zentralstern des Ringnebels wird fälschlich als Weißer Zwerg gekennzeichnet (S. 48).

All dies kann jedoch nicht den positiven Gesamteindruck des Buches schmälern. Dem Autor ist für seine Initiative zu danken.

ANDREAS DILL

Kleffe, Hans: *Lebenslauf der Sterne.* Kinderbuchverlag Berlin 1988, 79 S., m. zahlr. Abb., Ill. von Gerd Ohnesorge, Preis 8,50 M, Bestell.-Nr. 6329450, –ISBN 3-358-00361-2

Beiträge zur Geschichte der Astronomie in Berlin

Der Sammelband enthält folgende Beiträge:

J. Hamel, K.-H. Tiemann, Die Vertretung der Astronomie an der Berliner Universität in den Jahren 1810 bis 1914: Es werden die Professoren, ihre Vorlesungen sowie die astronomischen Promotionen untersucht. Im Übersichtsteil sind vollständige Verzeichnisse der Lehrkräfte mit ihren Vorlesungen sowie die hierher gehörigen Promotionen enthalten. Spezielle Übersichten sind der Lehrtätigkeit von 1810 – 1836 und 1895 – 1905 gewidmet.

D. B. Herrmann, Berliner Aktivitäten für die Entwicklung der Astrophysik: Der Beitrag zeichnet den Weg der Gründung des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam (1871 ff.) nach, an der Berliner Gelehrte bestimmenden Anteil hatten sowie die Geschichte des ersten Lehrstuhls für Astrophysik an der Berliner Universität (1894/95) unter J. Scheiner.

U. Wutzke, Der Forscher von der Friedrichsgracht. Die wissenschaftlichen Leistungen Alfred Wegeners mit bes. Rücksicht auf die Astronomie: Der Autor schildert die hierher gehörenden, beachtenswerten Leistungen des Polarforschers eingebunden in seinen Lebensweg und gibt die erste vollständige Bibliographie der Arbeiten Wegeners.

Drei Aufsätze von J. Hamel, D. B. Herrmann, K.-H. Tiemann, U. Wutzke: Vorträge u. Schriften der Archenhold-Sternwarte Nr. 69. Berlin-Treptow 1988. 78 S., 26 Abb., Preis 7,50 M. ISBN 3-86021-006-8

*

Mikrokosmos-Makrokosmos

Mit dieser Monographie haben der Autor und der Verlag erneut ein theoretisch fundiertes und gleichzeitig sprachlich und optisch anspruchsvolles Buch auf den Markt gebracht. Vor allem ist es der Inhalt, der dem wachsenden Interesse an einer naturwissenschaftlich begründeten Untersetzung der Genesis des gegenwärtig zugänglichen Universums Rechnung trägt. Neben notwendigen physikalischen Grundlagen und der Geschichte der Entwicklung des naturwissenschaftlichen Weltbildes erklärt Lanius nicht nur die Bausteine des Kosmos, sondern auch ihre Wechselwirkung, ihre Umwandlung und Entwicklung, angefangen von Sekundenbruchteilen nach dem Urknall vor maximal 2×10^7 Jahren bis zur Gegenwart, vom unvorstellbaren Wirbel der Elementarvorgänge bis zu der uns bekannten gegenwärtigen Struktur des überschaubaren Alls, vom Licht zur Dunkelheit usw. Durch die Aufnahme auch der Problematik des Lebens als eine reale Möglichkeit im Prozeß der sich strukturierenden Materie in endlicher Zeit – alles auf der Grundlage naturwissenschaftlich nachweisbarer Fakta – erhält die Gesamtkonzeption des Buches auch einen hohen philosophisch-weltanschaulichen Stellenwert, da bei aller Diskontinuität in der Entwicklungsgeschichte des Kosmos die Invarianz, die materielle Einheit der Welt, deutlich wird. Aber auch, weil an vielfältigen Stellen Philosophisches angelegt ist oder selbst geschlußfolgert werden kann, ein Vorzug des Buches, der die Interdisziplinarität fördert und die Kreativität des Lesers herausfordert. Das wird heute nicht nur zur Schulung des Denkens gebraucht, sondern auch von jungen, an Wissenschaft interessierten Lesern (Schüler, Studenten, Lehrer, Wissenschaftler) gewollt, die fertige Antworten nicht mögen. Nur so entstehen u. U. auch neue Paradigmen, die sich schon bei manchem, von Lanius aufgeworfenen Problemen als notwendig andeuten.

Unerklärlich bleibt allerdings die Unterbelichtung der Leistungen des Nobelpreisträgers Steven Weinberg, der nur beiläufig zitiert worden ist, obwohl er Wesentliches zur theoretischen Erklärung der Prozesse in den ersten Minuten nach dem singulären Punkt (big bang) geleistet hat. Auch scheint die Diskussion zur Problematik der Zeit im Sinne einer philosophischen Kategorie im Zusammenhang mit der Symmetrie nochmals durchdenkenwerts zu sein. Dabei geht es nicht um Zweifel an der Problematik der Zeit-Richtung, sondern um die begriffliche Beschreibung eines Phänomens auf der Höhe philosophischer Abstraktion.

ROLAND WINGERT

Lanius, Karl: *Mikrokosmos-Makrokosmos*. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1988, 1. Auflage, 284 S., 200 Ill., Best. Nr.: 6542008, ISBN 3-332-00206-6, Preis: 36 M.

Vorschau auf Heft 1/1990

Möglichkeiten und Ergebnisse der Röntgenastronomie ●
 Kometen nach Halley ● Die Kometen der letzten Jahre
 ● Solare Eruptionen und Polarlichter ● Die Marsposition 1988 ● Wenn Sternwarten sterben ● Positionen der Planeten für die Jahre 1970 bis 2010

Unsere Autoren

- | | | |
|----------------------|---|--|
| Dr. Werner Bronkalla | } | Zentralinstitut für Astrophysik |
| Dr. Elena Schilbach | | der AdW der DDR |
| Dr. Wolfgang R. Dick | | Rosa-Luxemburg-Str. 17a
Potsdam, 1591 |
- Olaf Göring, C.v.-Ossietzky-Str. 25, Potsdam, 1570
 o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. W. Riedler, Institut für Welt-
 raumforschung, Graz (Österreich)
 Dipl.-Ing. Hagen Hinsching, Damaschkestr. 4, Rudolstadt, 6820
 Wolfram Fischer, Selleckerstr. 22, Leipzig, 7030
 H. Nieuwenhuis, Eise Eisingstraat 3, 8801 KE Franeker, Neder-
 land
 Dipl.-Journ. J. Helfricht und Bogna-Karina Schilling-Helfricht,
 Ledenweg 11, Radebeul, 8122
 Prof. Dr. Paul Dahms, Hainichener Str. 39/22–20, Mittweida,
 9250
 Ing. Dietmar Böhme, PF 95, Nessa, 4851
 Karl-Heinz Bücke, Fl.-Geyer-Str. 40/004, Dresden, 8019
 Ing. Erich Litzroth, Jenaa Str. 69, Erfurt, 5084
 Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, Gontardstr. 11, Potsdam, 1570
 André Knöfel, A.-Fischer-Ring 96, Potsdam, 1580
 Marcus Richert, Semmelweisstr. 7, Magdeburg, 3014
 Dipl.-Phys. Dietmar Büttner, Keplerstr. 56, Karl-Marx-Stadt,
 9030
 Harald Paleske, PF 30, Langendorf, 4851
 Dipl.-Ing. Wolfgang Rothe, Köpenicker Landstr. 266, Berlin,
 1195
 Andreas Dill, Wilhelmstr. 15, Apolda, 5320
 Matthias Stark, Mittelstr. 3, Radeberg, 8142
 Axel Haubeiß, PF 12, Ringleben, 5101
 Matthias Schmögen, ul. gen. Petrova 2, Medzew, CS 04425
 OL Heinz Albert, PSF 61, Crimmitschau, 9630
 Dr. André Koeckelenbergh, Ringlaan 3, B-1180 Brüssel, Belgien
 Dr. Lothar Till, Rummelsburger Str. 491, Berlin, 1136



Abb. 4: Die Ruinen des Hauptgebäudes der Sternwarte Pulkowo 1944.

150 Jahre Sternwarte Pulkowo. (Zu unserem Beitrag S. 133)

Abb. 5: Das neue Hauptgebäude der Sternwarte Pulkowo 1954.



