

EVP 1,50 M

1 ¹⁹⁸⁰ **Astronomie und Raumfahrt**



Ein Vierteljahrhundert · Dr. Klaus Lindner	1
Aus dem Arbeitsplan des ZfA Astronomie für 1980	2
Öffentlichkeitswirksame astronomische Einrichtungen in der DDR 1949 und 1979 · Klaus Friedrich	3
Die Venusphasen vor- und nach der unteren Konjunktion November 1978 · Dr. Paul Ahnert	6
Raumfahrtbilanz 1977/78 · Karl-Heinz Neumann	8
Der „Meteorit“ von Ichstedt ist kein Meteorit · Prof. Dr. G. Hoppe	13
Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen 1979, Sept./Okt. · Prof. Dr. M. Winkmeier und Dr. A. Zelenka	13

Amateure beobachten und berichten

Sternfeld- und Nebelaufnahmen auf Negativfarbfilm ORWO-COLOR NG 19 Mask · Wolfgang Roloff	14
Edgar Otto sen.	19
Sternbedeckungen durch den Mond · Dietmar Böttner	20
Die Sichtbarkeitsperiode des Jupiter 1978/79 · H.-J. Mettig	22
Bemerkung zur Mondfinsternis vom 13./14. März 1979 · M. Schmögner	25
Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (I) · J. Rendtel	25

Kurzberichte

Versuche es selbst! (Lösungen aus Heft 1/79)	26
Astronomisches Jugendlager 1979 in Zittau · Dietmar Kitta	27
Schulasternwarten tagen in Crimmitschau · Dr. Klaus Lindner	28
Sektion Gnomonik gegründet · Arnold Zenkert	29
Sommerlager junger Amateurastronomen Kirchheim 1980 · J. Schulz	29
Sonnenrotation 1980	30
Doppelstern mit Planetensystem – theoretisch erlaubt · H.-J. Schulz	30

Aus der Literatur

UV-Emissionen von Jupitermond Europa	30
Politisch-rechtliche Aspekte der Weltraumforschung – Die Rechtsstellung der internationalen Raumschiffbesatzungen. – Gemeinsame Bodentests der UdSSR und der USA	31
Die Rotationsperioden der Asteroiden 55 Pandora und 173 Ino während ihrer Opposition 1977. – HCN-Emission in der Sagittarius A-Molekülwolke. – Untersuchungen der Röntgenquelle MXB 1837-05 im Röntgen- und IR-Spektralbereich. – Neues von Voyager 1.	32
Diskussion über den astronomischen Einsatz des Space-Teleskops. – „Ariane“-Startprogramm. – Planetensystem in der Entstehung	3. Umschlagseite

Buchbesprechung

Über den kosmischen Ursprung der Meteorite und Feuerkugeln	3. Umschlagseite
--	------------------

Bildseiten: Texte zu den Bildtafeln

5 Abbildungen zum Beitrag S. 8: Raumfahrtbilanz 1977/78	I, IV
Zum Beitrag S. 14: Großer Orionnebel M 42.	II
Offene Sternhaufen h und chi Persei	III

Redaktionsschluß: 20. 11. 1979

Herausgeber: Kulturbund der DDR. Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur); Jürgen Gasiecki; Achim Grünberg; Dipl.-Phys. Wolfgang Häupl; Artur Hockauf; Dipl.-Phil. Jürgen Hamel; Herma Klar; Dipl.-Gew. Klaus Marquart; Karl-Heinz Neumann; Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel; Dipl.-Phys. Manfred Woche; Arnold Zenkert; Bernd Zill; OL Heinz Albert (verantwortlicher Redakteur).

Redaktionsstz: 963 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“, Straße der Jugend 8. Fernsprecher 3730.

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.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1980 mit 6 Hefen. Bezugspreis im Abonnement, zweimonatlich (1 Heft) 1,50 M. Bezug durch die Post oder den Buchhandel. Bestellungen aus dem Ausland sind zu richten an das Zeitungsvertriebsamt, Abt. Export, 1017 Berlin, Straße der Pariser Kommune 3–4.

Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Wer in unserem Lande an Astronomie interessiert ist und als Sternfreund deren Entwicklung mit wachem Interesse verfolgt, der hat in den vergangenen zwei Jahren eine deutliche Häufung „runder“ Jahres- und Gedenktage registriert. Das Jahr 1979 brachte uns ja nicht nur die Feiern zum dreißigsten Staatsgründungsjubiläum; da blieb auch zu erinnern an 20 Jahre Astronomieunterricht in der DDR und an 15 Jahre Zeitschrift „Astronomie in der Schule“; und schon 1978 feierten der „Kalender für Sternfreunde“ seinen 30. und unsere Amateuzeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“ ihren 15. Jahrgang. Nun steht uns schon wieder ein Jubiläum ins Haus:

Am 7. April 1980 wird der Zentrale Fachausschuß Astronomie 25 Jahre alt. Warum wurde er gegründet, was wollte er damals; was will er heute und in Zukunft?

Amateurastronomie hat, seit es sie gibt, vom Kontakt und Erfahrungsaustausch mit Gleichgesinnten profitiert. Astronomische Liebhabervereinigungen konnten in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts als „Bund der Sternfreunde“, „Gesellschaft der Liebhaberastronomen“, „Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Sonnenbeobachtung“ und andere eine Vielzahl von Mitgliedern begrüßen und auch in den Naturfreundevereinen waren vielerorts Amateurastronomen in bedeutender Zahl vertreten. Es lag nahe, im Zuge des wirtschaftlichen und geistigen Neuaufbaus nach der Befreiung vom Hitlerfaschismus auch nach Möglichkeiten zu suchen, die den Sternfreunden in der damaligen sowjetischen Besatzungszone einen ihrem Arbeitsgebiet gemäßen Zusammenschluß ermöglichten. Gegenüber den früheren Vereinen mußten dabei sowohl die veränderte gesellschaftliche und politische Situation als auch die inzwischen erfolgte Weiterentwicklung der astronomischen Wissenschaft berücksichtigt werden.

Die Suche war nicht leicht. Manche Ansätze erwiesen sich als nicht tragfähig oder aus anderen Gründen zu kurzlebig. Das lose organisierte Netz von FDJ-Sternwarten, das von 1946 bis 1949 bestand, gehört zu diesen ersten Versuchen. Im April 1948 fand eine Tagung deutscher Volkssternwarten in Berlin statt. Sie machte deutlich, daß viele Amateurastronomen und Leiter von Volkssternwarten über ihren Standort in der Gesellschaft nachzudenken begonnen hatten und bereit waren, die ersten Schritte auf neuen Wegen zu gehen. Herbert Pfaffe, später Mitglied im Zentralen Fachausschuß Astronomie (ZFA) und ein reichliches Jahrfrüht lang dessen Vorsitzender, hielt vor diesem Forum ein Referat über „Die Volkssternwarte im Schuldienst“, und in einer Zeitungsnotiz über die Tagung ist zu lesen:

„In der Schlußansprache der Tagung deutscher Volkssternwarten in Berlin wurde eine Entschließung angenommen, die die Einführung der Astronomie als Unterrichtsfach aller deutschen Schüler im Umfange einer Wochenstunde für die Dauer eines Jahres, die Aufnahme der Astronomie in die entsprechenden Schullehrbücher, die Bereitstellung von astronomischem Lehr- und Anschauungsmaterial und als wesentliche Voraussetzung eine entsprechende Ausbildung der Lehrerschaft verlangt. Die Entschließung wird mit einer Begründung den Verwaltungen für Volksbildung bzw. den Kultusministerien aller deutschen Länder in Form einer Empfehlung überreicht werden.“ (Elf Jahre später wurde diese Forderung für alle Schulen der DDR Wirklichkeit, und zwar in fast allen ihren Einzelheiten. Lediglich die Lehrerausbildung ließ sich 1959 noch nicht realisieren.)

Der Tagung der Sternwarten folgte eine Tagung der Amateurastronomen im November 1950 in Berlin. Wieder war, wie schon im April 1948, die Archenhold-Sternwarte Gastgeber, aber noch war der Weg nicht frei für einen echten Zusammenschluß der Sternfreunde. Zwar erfolgte eine Einigung darüber, daß für die organisatorische Betreuung nur der Kulturbund zuständig sein könne, aber alle fachlichen Belange sollten von einer nicht fest organisierten „Arbeitsgemeinschaft der Sternfreunde“ vertreten werden – eine auf die Dauer nicht lebensfähige Zerteilung. Der Versuch, noch im Dezember 1950 in Berlin eine Sektion „Sternfreunde und Amateurastronomen“ der Kommission Natur und Heimat im Kulturbund zu gründen, schlug fehl. Auch im April 1952, als in Bautzen die 1. Tagung der „Astronomen, Meteorologen und Amateure“ im Kulturbund stattfand, konnte die Bildung eines Zentralen Fachausschusses Astronomie nur beschlossen, aber noch nicht vollzogen werden. Immerhin war jetzt der Weg klar. Die Überzeugung, daß fachwissenschaftliche und organisatorische Leitung und Betreuung der Amateurastronomen in eine einheitliche organisatorische Form gebunden sein sollten, festigte sich in dem Maße, in dem neben den fachlichen Kenntnissen auch das politische Bewußtsein und das politische Selbstverständnis der Amateurastronomen in der DDR wuchs.

So konstituierte sich, 3 Jahre nach der Bautzener Tagung, am 7. 4. 1955 in Berlin der ZFA Astro-

nomie. Edgar Otto sen. † (Eilenburg), übernahm den Vorsitz; Gerhard Eichler (Meißen), Wolfgang Gröseling (Zerbst), Prof. Dr. Cuno Hoffmeister † (Sonneberg), Heinz Mielke (Berlin), Herbert Pflaß † (Berlin) und Alfred Priem † (Erfurt) waren die Gründungsmitglieder.

Manche Schwierigkeit war bis zu diesem Zeitpunkt überwunden worden. Mißtrauen, Verständnislosigkeit für die politische Wirklichkeit, Vereinsdenken und sogar feindselige Behinderung der amateurastronomischen Arbeit mußten behutsam abgebaut werden; Vertrauen und Bereitschaft zur Mitarbeit waren zu entwickeln und zu fördern. Der ZFA Astronomie ist mit solchen Aufgaben auch späterhin konfrontiert worden, aber er hat sie im Prozeß der Arbeit und in seiner eigenen Weiterentwicklung zu bewältigen vermocht. Viele Veranstaltungen – Tagungen, Seminare, Jugendtagungen, astronomische Jugendlager – haben dazu beigetragen, die Tätigkeit jedes einzelnen Freizeitastronomen zu fördern und die gemeinsamen Anliegen von Fach- und Amateurastronomie deutlich zu machen. Die Kommunikation zwischen den Sternfreunden in der DDR hat seit 1958 in der Zeitschrift „Astronomische Rundschau“ (seit 1963 „Astronomie und Raumfahrt“) und in den Schnellnachrichten des ZFA ihr Medium gefunden. (Es mag nützlich sein, zu wissen, daß die Auflage unserer Amateuzeitschrift von 1000 im Jahre 1962 auf 5000 im Jahre 1980 angestiegen ist!) Dem mit der Einführung des Astronomieunterrichts an unseren Oberschulen, stark gewachsenen Interesse der Jugend an amateurastronomischer Freizeitbetätigung konnte Rechnung getragen werden, und in zunehmendem Maße engagieren sich junge Sternfreunde für die Arbeit unserer Fachgruppen und thematischen Arbeitsgruppen.

Der ZFA Astronomie hat diese Entwicklung gelenkt und oftmals entscheidend gefördert. Er konnte das dank der zielbewußten politischen Führung durch das Bundessekretariat des Kulturbundes, durch die er in die Entwicklung des gesamten geistig-kulturellen Lebens in unserem Lande eingeordnet ist. Er konnte das auch dank der erheblichen materiellen Unterstützung durch den Kulturbund und seine Kommission Natur und Heimat. Er konnte das aber vor allem durch die hohe Einsatzbereitschaft seiner Mitglieder und durch die Resonanz, die sein Wirken bei den Amateurastronomen der DDR gefunden hat und immer wieder findet. Durch die Teilnahme an Tagungen und Seminaren, durch das Wahrnehmen der gebotenen Arbeitsmöglichkeiten, durch Zugreifen und Eigeninitiative haben die Sternfreunde, an die sich der ZFA wendet, dessen Arbeit unterstützt und oftmals überhaupt erst ermöglicht. Die Gründung der thematischen Arbeitsgruppen – angeregt durch den vorbildlich arbeitenden „Arbeitskreis Veränderliche“ und gefordert von den Teilnehmern der ersten Jugendtagung in Jena – wäre ohne solches Vorbild und solche Forderungen sicher nicht erfolgt; und wer weiß, ob ohne die Eigeninitiativen junger Sternfreunde zur Zentralen Tagung 1974 in Magdeburg solche Foren der Jugend wie Jugendtagungen und astronomische Jugendferienlager hätten entstehen können. Hierbei hat ein Lernprozeß aller Beteiligten stattgefunden!

Die Amateurastronomen der DDR haben ihren ZFA nach ihren Erfahrungen und Absichten geprägt. Sie haben ihn zu ihrem Leitungsorgan gemacht und sich damit im Laufe der Jahre eine geistige und organisatorisch-materielle Selbstverwaltung gegeben. Das wird auch für die Zukunft das Programm des ZFA bleiben. Drei Schwerpunkte stehen – neben der kontinuierlichen Fortführung der Tagungen und Seminare – als Hauptaufgabe für die nächsten Jahre vor uns. Es sind der Ausbau der Arbeit mit jüngeren Sternfreunden und deren Integration in die Arbeits- und Beobachtungsverbände, die verstärkte Zuwendung zur Arbeit der thematischen Arbeitsgemeinschaften und die Zusammenarbeit mit astronomischen Amateurorganisationen im sozialistischen Ausland.

Ein Vierteljahrhundert – der ZFA Astronomie hat sein Gesicht in diesem Zeitraum sehr gewandelt. Er wird auch in Zukunft Neues aufnehmen und verarbeiten, zum Nutzen all derer, die Freude an der Freizeitastronomie haben.

Aus dem Arbeitsplan des ZFA Astronomie für 1980

Als zentrale Veranstaltungen sind geplant

- **Jugendtagung** in Leipzig, 10./11. Mai, mit Hauptvorträgen, Rundtischgespräch, Poster-Tagungen, Diskussionen. Voranmeldungen (auch für Kurzvorträge, Poster) ab sofort an Dr. Lindner;
- **Seminar der Arbeitsgruppe „Veränderliche Sterne“** am 11. und 12. Oktober in Hartha;
- **Seminar der Arbeitsgruppe „Sternbedeckungen“** am 18. und 19. Oktober in Eilenburg;
- **astronomisches Jugendlager in Kirchheim** (15 Personen, Termin noch unbestimmt);
- **astronomisches Jugendlager in Drebach** (25 Personen, 4. – 11. August). Die restlichen Arbeitsgruppen laden für ihre Veranstaltungen individuell ein.

Öffentlichkeitswirksame astronomische Einrichtungen im Gründungsjahr der Deutschen Demokratischen Republik*)

Berlin, Hauptstadt der DDR:

- Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow

Bezirk Potsdam

- Sternwarte Rathenow (privat)
- Sternwarte Kleinmachnow (privat)

Bezirk Dresden:

- Heide-Sternwarte Königsbrück (privat)
- Volkssternwarte A. Frantz Dresden-Loschwitz (privat)
- Sternwarte Pulsnitz (privat)
- FDJ-Sternwarte Bautzen
- Schulsternwarte Bautzen (W.-v.-Polenz-OS)
- FDJ-Sternwarte Görlitz

Bezirk Leipzig:

- Urania-Sternwarte Eilenburg (privat)
- Universitätssternwarte Leipzig

Bezirk Halle:

- Planetarium Naumburg (Selbstbau)

Bezirk Erfurt:

- Sternwarte Apolda (privat)

Bezirk Gera:

- Planetarium der Carl-Zeiss-Stiftung Jena
- Urania-Sternwarte Jena

Bezirk Karl-Marx-Stadt:

- Bürgel-Sternwarte Chemnitz
- Volkssternwarte Crimmitschau
- *) nach Literaturrecherchen

Planetarien, Volks-, Schul- und Amateursternwarten sowie astronomische Schul- und Amateurstationen im 30. Jahr des Bestehens der DDR**)

Berlin, Hauptstadt der DDR:

- Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow (Pl.)
- Schulsternwarte Berlin Mitte
- Schulbeobachtungsstation Berlin-Friedrichshain
- Amateursternwarte D. Stachowski Berlin-Müggelheim
- Amateursternwarte P. Wolff Berlin-Mahlsdorf
- Amateurstation H. Urbanski Berlin-Rahnsdorf
- Amateurstation Dr. P. Enkonatus Berlin-Hessenwinkel

Bezirk Rostock:

- Astronomische Station Rostock (Pl.)
- Schulsternwarte Barth
- Schulsternwarte „Walentina Tereschkowa“ Blankenhagen
- Schul- und Volkssternwarte der Universität Greifswald
- Volkssternwarte „Manfred von Ardenne“ Heringsdorf
- Astronomische Beobachtungsstation Sellin
- Planetarium der Ingenieurhochschule für Seefahrt Wustrow
- Amateursternwarte O. Homeyer Stralsund

Bezirk Schwerin:

- Schulsternwarte und Planetarium Schwerin
- Beobachtungszentrum Schwerin

Bezirk Neubrandenburg:

- Volkssternwarte Prenzlau
- Schulsternwarte Torgelow
- Schulsternwarte Demmin
- Amateursternwarte K. Guhl Comthurey
- Amateurstation U. Bergmann Röbel

Bezirk Potsdam:

- Astronomisches Zentrum Potsdam (Pl.)
- Schulsternwarte Potsdam
- Schulsternwarte Zehdenick
- Schulbeobachtungsstation Nennhausen
- Betriebssternwarte des Stahl- und Walzwerkes Brandenburg
- Beobachtungsstation Zentralschulgarten Brandenburg
- Amateursternwarte B. Mäser Alt-Bensdorf
- Sternwarte Falkensee M. Grefmann
- Sternwarte Rathenow E. Rolf

Bezirk Frankfurt/O.:

- Schulsternwarte und Planetarium Frankfurt
- Schulsternwarte Greiffenberg
- Planetarium Strausberg
- Amateursternwarte A. und H. Langmach Fredersdorf

Bezirk Cottbus:

- Raumlupplanetarium „Juri Gagarin“ Cottbus
- Schulsternwarte Cottbus
- Schulsternwarte Wilhelm-Pieck-Stadt Guben
- Schulsternwarte und Planetarium „Alexej Leonow“ Herzberg
- Schulbeobachtungsstation und astronomisches Kabinett Luckau
- Planetarium Senftenberg
- Schulsternwarte und Planetarium Hoyerswerda
- Astronomische Station Weißwasser
- Amateursternwarte B. Wunderlich Cottbus
- Amateurstation H.-D. Greißner Friedersdorf
- Amateursternwarte K.-D. Kalauch, Annahütte

Bezirk Magdeburg:

- Sternwarte und Planetarium im Astronomischen Zentrum Magdeburg
- Planetarium und Beobachtungsstation Wernigerode
- Schulsternwarte Halberstadt
- Astronomisches Zentrum Burg (Pl.)
- Schulsternwarte Zerbst
- Schulsternwarte Genthin
- Volkssternwarte „Bruno H. Bürgel“ Schönebeck
- Schulsternwarte Hecklingen
- Amateursternwarte G. Krüger Magdeburg
- Amateursternwarte G. Glessau Burg
- Amateursternwarte P. Schwinzberger Burg
- Amateursternwarte D. Blau Schönebeck
- Amateursternwarte W. Roloff Birkholz

Bezirk Suhl:

- Schul- und Volkssternwarte, Planetarium „K. E. Ziolkowski“ Suhl
- Schulsternwarte Meiningen
- Schulsternwarte Schleusingen

**) nach Literaturrecherchen bzw. nach eigenen Angaben der Einrichtungen

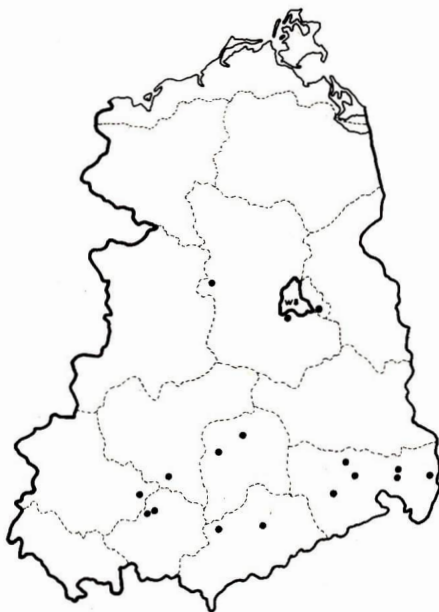


Abb. 1: Öffentlichkeitswirksame astronomische Einrichtungen der DDR im Jahre 1949.

Bezirk Halle:

- Raumflugplanetarium Halle
- Astronomische Station Halle-Kanena (Pl.)
- Kleinsternwarte Halle-Neustadt
- Astronomische Station „H. S. Schwabe“ Dessau (Pl.)
- Planetarium und Beobachtungsstation Aschersleben
- Astronomische Station Merseburg (Pl.)
- Schulsternwarte Tröglitz
- Schulsternwarte Bad Dürrenberg
- Schulsternwarte Schulpforte
- Schulbeobachtungsstation Zeitz
- Schulbeobachtungsstation Gröbzig
- Schulsternwarte Osterfeld
- Schulbeobachtungsstation Querfurt
- Schulbeobachtungsstation Roßbach
- Schulbeobachtungsstation Sennewitz
- Amateurstation W. Schultz, Dessau
- Amateurstation D. Böhme, Nessa

Bezirk Gera:

- Pionier- und Jugendsternwarte Gera
- Planetarium der Carl-Zeiss Stiftung Jena
- Urania-Volkssternwarte Jena
- Schulsternwarte „Johannes Kepler“ Rudolstadt
- Schulsternwarte Mühltröff
- Schulsternwarte Auma
- Amateursternwarte K. Schelding, Saalfeld-Remschütz

Bezirk Erfurt:

- Volkssternwarte Erfurt
- Rohrbachsche Sternwarte Gotha
- Volkssternwarte Kirchheim
- Schulsternwarte „Wladimir Komarow“ Nordhausen
- Schulsternwarte Weimar
- Volks- und Schulsternwarte Arnstadt
- Selbstbauplanetarium Werther
- Schul- und Amateursternwarte Ruhla
- Volkssternwarte Apolda
- Schulsternwarte Vieselbach
- Schulbeobachtungsstation Eisenach
- Amateursternwarte H. Adler, Lutter
- Amateurstation G. Dittmann, Kranichfeld

Bezirk Leipzig:

- Kleine Sternwarte der Karl-Marx-Universität Leipzig
- Planetarium im Naturwissenschaftlichen Museum Leipzig
- Astronomische Station des VEB „S. M. Kirow“ Leipzig
- Astronomisches Zentrum Schkeuditz (Pl.)
- Volks- und Schulsternwarte „J. Gagarin“ Eilenburg (Pl.)
- Schulsternwarte „Giordano Bruno“ Wurzen
- Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“ Ostrau
- Schulsternwarte Geithain
- Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha
- Schulbeobachtungsstation Oschatz
- Schulbeobachtungsstation Böhlen
- Astronomiestation Frohburg

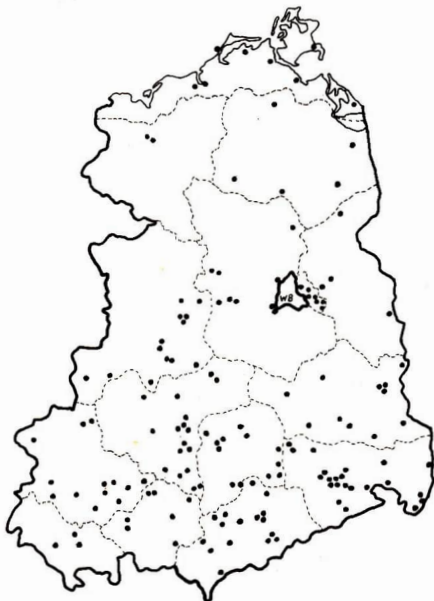


Abb. 2: Öffentlichkeitswirksame astronomische Einrichtungen der DDR im Jahre 1979.

Bezirk Dresden:

- Technische Universität, Planetarium der Sektion Geodäsie u. Kartographie
- Volks- und Amateursternwarte „Manfred von Ardenne“ Dresden
- Schulsternwarte der 39. Oberschule Dresden
- Schulsternwarte Bautzen (PL)
- Volksternwarte „Adolph Diesterweg“ Radebeul (PL)
- Volksternwarte Radeberg
- Einstein-Sternwarte Görlitz
- Volks- u. Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel“ Sohland
- Volksternwarte Glashütte
- Volksternwarte Kurort Jonsdorf
- Volksternwarte Zittau
- Schulsternwarte „Nicolaus Copernicus“ Großenhain
- Schulsternwarte Strehla
- Schulsternwarte Neustadt
- Astronomiestation mit Planetarium Pirna
- Schulsternwarte „Alexej Leonow“ Lauenstein
- Schulsternwarte Riesa
- Schulsternwarte Graupa
- Sternwarte Alexander Frantz Dresden-Loschwitz
- Schulbeobachtungsstation 73. OS Dresden
- Amateurstation F. Hofmann Zittau
- Gutenberg-Sternwarte M. Dietrich, Radebeul

Bezirk Karl-Marx-Stadt:

- Schulsternwarte „Bruno H. Bürgel“ Karl-Marx-Stadt
- Schulsternwarte der Schloßerschule Karl-Marx-Stadt
- Schulsternwarte der G. E. Lessing-Oberschule Karl-Marx-Stadt
- Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ Crimmitschau
- Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut S. Jähn“ Rodewisch
- Schulsternwarte „Galileo Galilei“ Glauchau
- Schulsternwarte „Roter Oktober“ Mylau
- Astronomische Beobachtungsstation Zwickau
- Schulsternwarte Marienberg
- Sternwarte und Planetarium Schneeberg
- Volksternwarte Drebach
- Schulsternwarte Mittweida
- Schulsternwarte Großrückerswalde
- Schulbeobachtungsstation Rochlitz
- Astronomische Beobachtungsstation Klingenthal 1
- Amateurstation G. Stemmler, Oelsnitz/E.

K. FRIEDRICH

Die Venusphasen vor und nach der unteren Konjunktion

November 1978

Dr. PAUL AHNERT

Zwar tragen die Phasenbeobachtungen der Venus nicht zur Bereicherung des Wissens um unseren Nachbarplaneten bei. Die Phasen können exakt berechnet werden und sind daher auch ohne Beobachtung bekannt. Aber die Phasen- und Größenänderungen der Venus sind ein Schauspiel von hohem Reiz, das sich der Liebhaber der Astronomie nicht entgehen lassen sollte. Es zeigt die Wirkung der wahren Bewegung von Erde und Venus um die Sonne und regt dazu an, sich die jeweilige Stellung dieser drei Körper räumlich vorzustellen. Darüber hinaus bietet eine systematische Beobachtung und Aufzeichnung des Phänomens eine Möglichkeit, die unvermeidlichen systematischen Beobachtungsfehler zu analysieren und ihre astronomisch, meteorologisch und vor allem physiologisch bedingten Ursachen zu erkennen und zu trennen und einen Beitrag zur kritischen Wertung visueller astronomischer Beobachtungen und damit auch zur Physiologie zu liefern. Dazu sind allerdings Reihen von Phasenbeobachtungen nötig, die sich über wenigstens 8 Jahre erstrecken, in denen 5 untere Konjunktionen mit durchschnittlich 584^d Zwischenzeit stattfinden, die sich gleichmäßig über den Jahresablauf verteilen. Die letzten erfolgten 1970 Nov. 10, 1972 Juni 17, 1974 Jan. 23, 1975 Aug. 27, 1977 April 6 und als Beginn eines neuen 8 jährigen Zyklus 1978 Nov. 7.

Beobachtungen von Schattierungen auf der weißen Wolkenoberfläche und das Übergreifen der Hörnerspitzen bei sehr schmaler Siehel können in Verbindung mit dem von den Raumsonden ermittelten Aufbau der Venusatmosphäre nützlich werden.

Venusphasen 1978 Juli ... Oktober

Datum	Weltzeit h	$\delta Q - \delta_0$ o	$\varnothing$ "	Beobachtung k i	B-R k i
1978 Juli 2	11.5	- 7	14.8	0.70 66 ⁷⁴	-0.036 +4 ⁷⁶
11	17	- 9	15.8	.67 69 ⁷⁰	- .032 +3 ⁷⁸
22	16	-12	17.0	.633 74 ⁷⁶	- .028 +3.3
25	12.5	-13	17.7	.625 75 ⁷⁵	- .024 +2 ⁷⁸
26	14	-13	17.8	.625 75 ⁷⁵	- .020 +2 ⁷³
28	12.5	-14	18.0	.62 76 ⁷¹	- .017 +2 ⁷⁰
1978 Aug. 14	16.5	-18	21.2	0.54 85 ⁷⁴	-0.022 +2 ⁷⁵
18	15	-18	21.8	.515 88 ⁷³	- .030 +3 ⁷³
19	16	-18	22.1	.505 89 ⁷⁴	- .034 +3 ⁷⁸
20	14	-19	22.3	.50 90 ⁷⁰	- .034 +3 ⁷⁹
21	14	-19	22.5	.50 90 ⁷⁰	- .029 +3 ⁷³
22	14.5	-19	22.8	.487 91 ⁷⁵	- .037 +4 ⁷²
24	14	-19	23.3	.488 91 ⁷⁴	- .026 +3 ⁷²
30	15	-20	24.9	.46 94 ⁷⁶	- .023 +2 ⁷⁶
Sept. 15	14	-21	30.5	.375 104 ⁷⁵	- .013 +1 ⁷⁶
17	14	-20	31.4	.35 107 ⁷⁵	- .025 +3 ⁷¹
25	13	-20	35.4	.30 113 ⁷⁶	- .020 +2 ⁷⁴
Okt. 7	12.5	-18	42.8	.214 124 ⁷⁹	- .009 +1 ⁷²
8	14	-18	43.5	.200 126 ⁷⁹	- .013 +1 ⁷⁹
9	13.5	-18	44.2	.185 129 ⁷¹	- .020 +2 ⁷⁹
10	13	-18	45.0	.179 129.9	- .017 +2 ⁷⁴
11	13.5	-17	45.7	.179 129 ⁷⁹	- .008 +1 ⁷¹
13	13.5	-17	47.2	.151 134 ⁷⁸	- .019 +2 ⁷⁸
15	13.5	-16	48.8	.141 135 ⁷⁹	- .010 +1 ⁷⁵

Dichotomie 1978 August 21.0, B-R = - 693

Venusphasen 1978 Dezember ... 1979 Februar

Datum	Weltzeit h	$\delta Q - \delta_0$ o	$\varnothing$ "	Beobachtung k i	B-R k i
1978 Dez. 5	8.5	+ 0	46.8	0.20 126 ⁷⁹	+0.015 -2 ⁷¹
6	8.5	+0	46.1	.21 125.5	+ .015 -2 ⁷²
7	8.5	+10	45.4	.20 126 ⁷⁹	- .005 +0 ⁷⁸
17	11	+10	38.5	.29 114 ⁷⁸	- .003 +0 ⁷³
18	8	+10	38.0	.28 116 ⁷¹	- .020 +2 ⁷⁴
9				.2857 115 ⁷⁴	- .014 +1 ⁷⁷
21	7	+10	36.3	.317 111 ⁷⁵	- .008 +0 ⁷⁷
	7.5			.30 113.6	- .023 +2 ⁷⁸

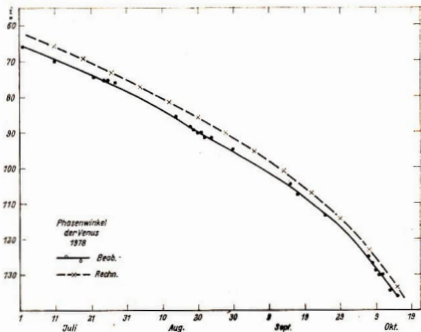


Abb. 1:

Datum	Weltzeit h	$\Delta\alpha - \Delta\delta$ o	$\varnothing$ "	Beobachtung k	i	B-R k	i
1979 Jan. 2	10	+ 7	30.4	.369	105°2	-.039	+4°6
4	11	+ 7	29.6	.39	102°7	-.031	+3°6
5	9.5	+ 7	29.2	.403	101°2	-.024	+2°7
1979 Jan. 7	9	+ 6	28.5	.417	99.6	-.022	+2°6
	10			.408	100°6	-.031	+3°6
18	9	+ 2	25.0	[.45	95°7	-.051	+5°8]¹)
19	9	+ 2	24.7	.49	91.1	-.016	+1°8
20	8.5	+ 1	24.4	.50	90°0	-.011	+1°3
Febr. 6	10.5	- 5	20.6	.573	81.6	-.019	+2°2
10	10	- 6	19.8	.60	78°5	-.009	+1°1
22	8	-10	18.1	.65	72°5	-.005	+0°6
26	8	-11	17.4	.659	71°5	+.011	+1°4
27	8	-12	17.3	.635	74°3	-.039	+4°7
28	8	-12	17.2	.667	70°5	-.010	+1°3

¹) Luft weißlich, sehr geringer Kontrast

Dichotomie 1979 Jan. 20. 8. B-R = + 2°6

Beobachtet wurde die Breite des beleuchteten Teils der Venuscheibe k als Bruchteil des Durchmessers zwischen den Beleuchtungspolen. Der Phasenwinkel i wurde aus k berechnet.

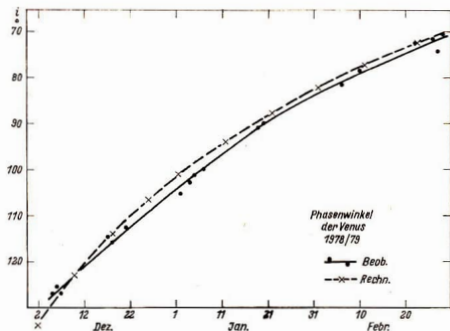


Abb. 2:

Zusammenfassend betrachtet werden hier die Raumflugunternehmen der Sowjetunion, der USA und anderer Länder in diesen beiden Jahren. Es kann sich naturgemäß nur um einen allgemeinen Überblick handeln, ohne daß alle Untersuchungsergebnisse, die Instrumentierung, die Dimensionen u. a. mitgeteilt werden.

Die Sowjetunion führte 1977 insgesamt 95 Raumflugstarts durch, wobei 105 Flugkörper auf ihre Bahn gelangten. 1978 waren es 88 Starts mit insgesamt 120 Raumflugkörpern. Die USA transportierten bei 25 Starts (einschließlich 2 Fehlstarts) 1977 insgesamt 27 Raumflugkörper in den kosmischen Raum und 1978 bei 32 Starts 34 Raumflugkörper.

1977 startete Japan 3 Satelliten mit eigenen Trägerraketen, und einer ihrer Satelliten wurde durch die USA auf die Bahn gebracht. 1978 war es das gleiche Zahlenverhältnis. China startete 1978 einen Satelliten mit eigener Trägerrakete. Von der Sowjetunion wurde am 17. 6. 1977 der französische Satellit Signe 3 mit einer Kosmos-Trägerrakete gestartet.

Bemannte Raumflugunternehmen der UdSSR

Im Mittelpunkt der sowjetischen Raumfahrt des Berichtszeitraums stand der bemannte Raumflug. Die Raumstation Salut 6, die vorn und hinten einen Kopplungsstutzen besitzt, stellt sozusagen den Prototyp künftiger bemannter Stationen dar. Die zweite Stammbesatzung, die Kosmonauten Wladimir Kowaljonok und Alexander Iwantschenkow, befanden sich rund 140 Tage an Bord der Raumstation. Der bis dato gültige Langzeitflugweltrekord ist damit eingestellt worden. Es zeigte sich, daß beide Kosmonauten nach ihrer Rückkehr auf die Erde sich relativ schnell wieder den Bedingungen der Schwerkraft anpaßten und die Körperfunktionen sich wieder normalisierten. Das ist vor allem auf ein gegenüber den früheren Flügen intensiviertes Körpertraining im Zustand der Schwerelosigkeit zurückzuführen.

Um noch die vorangegangenen sowjetischen Raumflugunternehmen zu nennen: Am 7. 2. 1977 startete Sojus 24 (1977-08A) mit den Kosmonauten Viktor Gorbatko und Juri Glaskow, die am 9. 2. 1977 an Salut 5 ankoppelten und in der Station bis zum 25. 2. 1977 arbeiteten.

Das nächste Unternehmen Sojus 25 (1977-99A) mit den Kosmonauten Wladimir Kowaljonok und Waleri Rjumin, welches am 9. 10. 1977 begann, war nicht erfolgreich. Die Kopplung an die am 29. 9. 1977 gestartete Raumstation Salut 6 (1977-97A) gelang nicht. Das Unternehmen wurde abgebrochen und die Kosmonauten landeten am 11. 10. 1977 wieder auf der Erde.

Mit dem am 12. 10. 1977 gestarteten Raumschiff Sojus 26 (1977-113A) gelangte als erste Stammbesatzung das Kosmonautenpaar Juri Romanenko und Georgi Gretschko zur Raumstation Salut 6. Sie koppelten erstmalig am Heckstutzen an, stiegen um und arbeiteten bis zum 16. 3. 1978 in der Station.

Die erste Zusatzbesatzung Wladimir Dshanibekow und Oleg Makarow war am 10. 1. 1978 mit Sojus 27 (1978-03A) gestartet worden. Sie koppelten einen Tag später an Salut 6 an. Nach gemeinsamer Arbeit kehrten sie am 16. 1. 1978 mit Sojus 26 zur Erde zurück, nachdem sie vorher die Konturensitze und persönliche Gegenstände zwischen den Raumschiffen Sojus 27 und 26 ausgetauscht hatten.

Die zweite Zusatzbesatzung mit den ersten Interkosmonauten Alexej Gubarew und dem ČSSR-Kosmonauten Vladimir Remek waren am 2. 3. 1978 mit Sojus 28 (1978-23A) gestartet. Sie stiegen am nächsten Tag in die Raumstation um und arbeiteten dort gemeinsam mit der ersten Stammbesatzung bis zum 10. 3. 1978. An diesem Tage kehrten sie zur Erde zurück.

Nach der Landung der ersten Stammbesatzung am 16. 3. 1978 folgte eine unbemannte Flugperiode von Salut 6, ehe die mit Sojus 29 (1978-61A) gestartete zweite Stammbesatzung (Wladimir Kowaljonok und Alexander Iwantschenkow) in den frühen Morgenstunden (Moskauer Zeit) des 17. 6. 1978 in die Station Salut 6 umstiegen.

Die erste neue Zusatzbesatzung waren die Interkosmonauten Piotr Klimuk und Mirosław Hermaszewski aus der VR Polen, die am 27. 6. 1978 mit Sojus 30 (1978-65A) starteten und am nächsten Tag in die Station umstiegen. Die Kopplung erfolgte am Heckstutzen. Am 5. 7. 1978 kehrten sie nach erfolgreicher gemeinsamer Arbeit zur Erde zurück.

Der erste DDR-Kosmonaut Sigmund Jähn startete mit Valeri Bykowski am 26. 8. 1978 in Sojus 31 (1978-38A). Die Kopplung an Salut 6 erfolgte einen Tag später und drei Stunden danach stiegen sie um und nahmen ihre Arbeit in der Raumstation auf. Mit dem Raumschiff Sojus 29 kehrten sie am 3. 9. 1978 zur Erde zurück.

Am 2. 11. 1978 kam dann die zweite Stammbesatzung mit Sojus 31 zur Erde zurück. Während des Einsatzes der ersten und zweiten Stammbesatzung der Raumstation Salut 6 kamen viermal unbemannte Transportraumschiffe vom Typ Progress zum Einsatz, die Treibstoff, Nahrungsmittelvorräte und andere Güter sowie Apparaturen zur Station brachten. Progress 1 koppelte am 22. 1. 1978, Progress 2 am 8. 7. 1978, Progress 3 am 10. 8. 1978 und Progress 4 am 26. 10. 1978 an. Die jeweiligen Stammbesatzungen übernahmen die Entladung der Transporter, die nach der Abkopplung über dem Pazifik zum Verglühen gebracht wurden.

Wissenschaftliche Forschungssatelliten

In der Serie der Kosmos-Satelliten startete die Sowjetunion 1977 insgesamt 86 und 1978 96 derartige Raumflugkörper. Auf das Jahr 1977 entfällt dabei ein achtfach-Start (Kosmos 939 bis 946 am 25. 8. 1977). Im Jahre 1978 erfolgten vier achtfach-Starts und ein zweifach-Start (Kosmos 997 und 998 am 29. 3. 1978).

Über die verschiedenartigen Bahnen, die Komplexität und Vielfältigkeit der Aufgabenstellungen und die verschiedenen Dimensionen der Kosmos-Satelliten wurde in unserer Zeitschrift schon mehrfach berichtet (vgl. AuR 2/1978 S. 41/42), so daß eine Wiederholung nicht sinnvoll erscheint.

Der am 24. 9. 1977 gestartete Satellit Interkosmos 17 (1977-96A) gelangte in eine kreisähnliche Bahn im 600 km Höhenbereich und diente der Messung der Verteilung der energiereichen geladenen und neutralen Teilchen in den Strahlungsgürteln und der Untersuchung der Mikrometeoriten. An seiner Instrumentierung war neben der UdSSR die ČSSR, Ungarn und Rumänien beteiligt (vgl. Bildseite I).

In den Höhenbereich zwischen 407 und 768 km gelangte der am 24. 10. 1978 gestartete Interkosmos-18 (1978-99A). Bei diesem Satelliten, der die Erde mit einer Bahnneigung von 83 Grad umrundet, handelt es sich um einen Beitrag der sozialistischen Länder zur Internationalen Magnetosphärenstudie (IMS), die in den Jahren von 1977 bis 1979 durchgeführt wird. Gemessen wird mit diesem Satelliten die Konzentration und Energieverteilung der Ionen, ihre Massenzusammensetzung und die Konzentration der einzelnen Ionenarten sowie die Wechselwirkung des Sonnenwindes mit dem Magnetfeld und die Wechselwirkung zwischen dem neutralen und ionisierten Gas der Magnetosphäre. Wissenschaftliche Apparaturen für Interkosmos 18 lieferten neben der Sowjetunion Ungarn, die DDR, Polen, Rumänien und die ČSSR. Es handelt sich hier um einen der großen Interkosmosatelliten vom Typ AUOS (automatische und universelle Orbitalstation). Die übertragenen Meßwerte werden im Satelliten so aufbereitet, daß sie auf der Erde direkt mit elektronischer Rechentechnik verarbeitet werden können.

Am 14. 11. 1978 wurde von Interkosmos 18 ein in der ČSSR entwickelter und gebauter Subsatellit MAGION-1 (1978-99C) abgetrennt, der ebenfalls ähnlichen ionosphärischen und magnetosphärischen Untersuchungen dient. Der kastenförmige Satellit mit einer Masse von 15 kg hat die Dimensionen von 30 x 30 x 15 cm.

Für Frankreich startete die Sowjetunion am 17. 6. 1977 den Satelliten Signe-3 (1977-49A). Der in Gemeinschaftsarbeit mit sowjetischen Wissenschaftlern entwickelte Satellit dient der Untersuchung von Gammastrahlungsquellen im galaktischen und extragalaktischen Raum sowie der solaren Gammastrahlung. Der zylinderförmige Hauptkörper hat eine Höhe von 0,75 m und einen Durchmesser von 0,7 m. Er umrundet bei 50,7 Grad Bahnneigung die Erde im 500-km-Höhenbereich.

Die Sonnenforschungssatelliten Prognos 6 (1977-93A) und Prognos 7 (1978-101A) erreichten am 22. 9. 1977 bzw. am 30. 10. 1978 ihre stark elliptischen Umlaufbahnen (vgl. Bildseite I), die sie bei 65 Grad Bahnneigung bis zu einem erdfernsten Punkt in rund 200000 km Abstand führt. An Bord dieser beiden sowjetischen Satelliten waren französische Apparaturen zur Untersuchung der solaren, galaktischen und extragalaktischen Gammastrahlung installiert.

Sowjetische Satelliten zur praktischen Nutzenanwendung

Meteorologische Beobachtungssatelliten vom Typ Meteor 1 startete die Sowjetunion 1977; Meteor 1-27 (1977-24A) am 5. 4. und Meteor 1-28 (1977-57A) am 29. 6. Im gleichen Jahr erreichten ebenfalls zwei Satelliten der Version Meteor-2 ihre Bahn. Am 6. 1. Meteor 2-02 (1977-02A) und am 14. 12. Meteor 2-03 (1977-117A). Letztgenannte umrunden die Erde im 900 km-Höhenbereich mit etwa 81 Grad Bahnneigung, was auch für Meteor 1-27 zutrifft. Meteor 1-28 dagegen hat eine Bahnneigung von 97,5 Grad und umkreist die Erde im 650 km-Höhenbereich.

Unterschiedlich waren die Flugbahnen der in diesen beiden Jahren eingesetzten sowjetischen Nachrichtensatelliten. Drei gelangten 1977 auf eine elliptische Flugbahn, es waren Molnija 1 (Nr. 1-36 bis 1-38), ein Molnija 2-17 und Molnija 3-8. 1978 waren es vier vom Typ Molnija 1 (1-39 bis 1-42), zwei vom Typ Molnija 3 (Nr. 9 und 10).

Am 24. 7. 1977 startete Raduga 3 und am 18. 7. 1978 Raduga 4. Sie erreichten Synchronbahnen über dem Äquator wie auch der am 20. 9. 1977 gestartete Ekran 2. Auf einer subsynchrone Bahn zwischen 22 581 und 48 365 km Höhe bei 11,3 Grad Bahnneigung mit einer Umlaufzeit von 1420 Min. gelangte am 19. 12. 1978 ein neuartiger Nachrichtensatellit mit der Bezeichnung Horizont 1 (1978-118A). Es soll sich hier um einen ersten Prototyp der Satelliten handeln, die im Jahre 1980 zur Übertragung der Olympiade aus Moskau eingesetzt werden sollen.

Planetensonden der Sowjetunion

Zwei Planetensonden startete die Sowjetunion im Jahre 1978. Es waren Venus 11(1978-84A), gestartet am 9. 9. 1978 und Venus 12(1978-86A), gestartet am 14. 9. 1978. Der Landekörper der letztgenannten erreichte die Venusoberfläche am 21. 12. 1978 um 4.30 Uhr MEZ und sendete danach für 110 Minuten Meßwerte zur Erde. Der Orbitalteil passierte die Venus in einem Abstand von 35000 km und setzte dann seinen Flug auf einer interplanetaren Bahn fort. Der Landekörper war zwei Tage vor seinem Eintritt in die Venusatmosphäre abgetrennt worden. Auf den Orbitalteilen sind unter anderem auch französische Instrumente installiert, mit denen die solare und die galaktische Gammastrahlung untersucht wird. Ferner wurden die Träger-Raumflugkörper auch als Relaisstationen zur Übermittlung der Informationen der Landeteile genutzt. Beim Niedergang der letzteren wurden von 62 km Höhe an die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und später der Wolken bestimmt, die eindringende Sonnenstrahlung spektralanalytisch untersucht und es konnten gewitterähnliche elektrische Entladungen in der unteren Atmosphäre registriert werden.

Rund 800 km vom Landekörper der Schwestersonde entfernt erreichte der Landekörper von Venus 11 am 25. 12. 1978 um 4.24 Uhr MEZ die Oberfläche dieses Planeten und lieferte für 95 Minuten Informationen von dort. Wie schon von der vorher gelandeten Sonde konnte auch hier eine relativ hohe Oberflächentemperatur von 446 °C und ein Atmosphärendruck von etwa 88 Atmosphären registriert werden. Auch der Orbitalteil dieser Sonde setzte nach seiner Funktion als Relaisflugkörper seine Untersuchungen im interplanetaren Raum fort.

Planetensonden der USA

Auch die USA entsandten zwei Sonden zur Venus. Am 20. 5. 1978 startete von Cape Canaveral mit einer Atlas-Centaur die Sonde Pioneer-Venus 1 (1978-51A). Sie gelangte in eine Planetenflugbahn, die sie anfangs teilweise noch über den Abstand der Erdumlaufbahn hinausführte. Am 4. 12. 1978 gelangte sie in eine Satellitenbahn um die Venus, die im Höhenbereich zwischen 150 und 66 600 km Abstand über die Pole des Planeten führte. Hauptaufgabe dieser Raumflugkörpers war es, mit einer Radaranlage die Venusoberfläche zu „kartieren“. Bevor Schwierigkeiten auftraten, konnte festgestellt werden, daß die Oberflächenstruktur nicht durch Krater wie beim Mond, dem Merkur und z. T. beim Mars geprägt ist, sondern eher erdähnlich ist. Nur wenige Krater, wahrscheinlich vulkanischen Ursprungs, dagegen aber große Ebenen und Gebirgszüge konnten festgestellt werden.

Die am 8. 8. 1978 ebenfalls mit einer Atlas-Centaur gestartete zweite US-Venussonde Pioneer-Venus 2 (1978-78A) bestand aus einem zylinderförmigen Hauptkörper (Bus) mit aufgesetzten Eintauchkörpern (drei kleineren, 0,71 m Durchmesser und 86 kg Masse und einem größeren von 1,45 m Durchmesser und 291 kg Masse). Technisch ausgelegt waren sie für Messungen in der Atmosphäre der Venus während des Abstiegs (vgl. Bildseite IV). Der Bus, die größere Eintauchsonde und eine der kleineren erreichten die Venusoberfläche auf der Tagseite, wobei letztgenannte unerwartet noch 67 Minuten nach dem Aufschlag Meßwerte von der Venusoberfläche übertrug, die mit denen der sowjetischen „Lander“ übereinstimmten.

Zwei Sonden, die die fernen Planeten erkunden sollen, starteten die USA 1977. Es waren Voyager 2 am 20. 8. und Voyager 1 am 5. 9. Letztere passierte Jupiter am 5. 3. 1979, die andere im Juli 1978. Sonde Nr. 1 und auch Nr. 2 wird noch den Saturn und letztgenannte möglicherweise noch Uranus und Neptun passieren, während Nr. 1 nach der Saturnpassage das Planetensystem verlassen wird. Der Hauptkörper dieser Sonden hat oktagonale Form und ist mit Auslegern und einer Parabolantenne ausgestattet. Die Energieversorgung dieser Sonden, die eine Startmasse von etwa 800 kg haben, erfolgt über Isotopenbatterien.

Astronomische Röntgenstrahlungs-Beobachtungssatelliten mit der Bezeichnung HEAO (Abk. von High Energy Astronomical Observatory) wurden von den USA am 12. 8. 1977 (HEAO 1; 1977-75A) und am 13. 11. 1978 (HEAO 2; 1978-103A) von Cape Canaveral mit Trägerraketen vom Typ Atlas-Centaur gestartet. Die Bahnneigung ihrer kreisähnlichen Bahnen im 500 km Höhenbereich liegen bei rund 23 Grad. Der erste war bis Ende 1978 im Einsatz. Mit ihm konnten rund 1200 neue Röntgenstrahlungsquellen entdeckt werden. Die Satelliten haben die Form eines oktagonalen Zylinders und eine Masse von rund 2700 kg.

Satelliten der USA

Mit Trägerraketen vom Typ Delta brachten die USA zwei geophysikalische Beobachtungssatelliten GEOS-2 (1977-48A) und GEOS-3 (1978-62A) auf geostationäre Umlaufbahnen. Die Starts erfolgten am 16. 6. 1977 und am 16. 6. 1978. Bei einer Startmasse von 627 kg macht ihre Umlaufmasse 243 kg aus.

An Erderkundungs- und meteorologischen Beobachtungssatelliten wurde Landsat 3 (1978-26A) am 5. 3. gestartet. Bei diesem Start gelangte auch der Amateurfunksatellit OSCAR 8 auf seine Bahn. Der ozeanografische Beobachtungssatellit Seasat 1 (1978-64A), gestartet am 27. 7., der verbesserte Typ der Wettersatelliten Tiros (1978-96A) Nr. 11, Start am 13. 10. und der Wettersatellit Nimbus 7 (1978-98A), Start am 24. 10., erreichten Polarbahnen. Mit einer Scout gestartet, gelangte ein kleinerer Satellit mit der Bezeichnung AEMI (Applications Explorer Mission) oder dem Synonym HCMM (Heat Capacity Mapping Missions) (1978-41A) auf seine Bahn, mit dem die Wärmekapazität der Erdoberfläche bestimmt wird.

Die NASA übernahm auch den Start weiterer kommerzieller Nachrichtensatelliten der COMSAT (Communication Satellite Corporation). Jeweils mit einer Atlas-Centaur gelangten Intelsat 4A (F-4) am 25. 5. 77. (bei F-5 explodierte am 30. 9. 1977 die Rakete), F-3 am 7. 1. 1977 und F-6 am 31. 3. 1978 jeweils in eine Synchronbahn.

In eine gleichartige Bahn kamen auch der am 29. 6. 1978 mit einer Delta gestartete Comstar 1C (1978-68A) und Telesat 4 (1978-116A) (Synonym: Anik), ein kanadischer Kommunikationssatellit den die USA am 16. 12. 1978 gestartet hatten.

Militärische Satelliten der USA

Die Zahl der für militärischen Einsatz verwendeten Satelliten der USA ist – wie in den früheren Jahren – verglichen mit den wissenschaftlichen Satelliten, relativ hoch.

Mit einer Titan 3B-Agena D gelangten 1977 zwei Geheimsatelliten und mit einer Titan 3D ein weiterer auf relativ tief liegende Erdumlaufbahnen. 1978 wurden zwei derartige Satelliten vom gleichen Typ ebenfalls mit Titan 3D-Trägerraketen gestartet. Die Polarbahnen dieser Satelliten wurden mehrfach angehoben, so daß sie Lebenszeiten von mehreren Monaten hatten. Es handelte sich um Spionagesatelliten der US Air Force.

Weitere militärische Satelliten sind zwei 1977 und 1978 mit einer Titan 3C auf Synchronbahnen gebrachte (1977-07A und 1978-58A) vom sogenannten „Frühwarntyp“. Mit ihnen will man die Infrarotstrahlung startender Raketen registrieren. Den gleichen Zielen dienen zwei weitere derartige Satelliten, die aber mit Atlas-Agena D-Raketen (1977-114A und 1978-38A) die Starttrampen verließen.

Der Übermittlung militärischer Daten dienen drei US Air Force-Satelliten mit der Bezeichnung SDS (Satellite Data System) Nr. 4 bis 6. Sie kamen in langgestreckte Ellipsenbahnen mit rund 63 Grad Bahnneigung, etwa 704 Minuten Umlaufzeit bei Perigäen im 350 km-Bereich und Apogäen im 39500 km-Bereich. Sie hatten die astronomischen Bezeichnungen 1977-38A, 1978-21A und 1978-75A.

Ebenfalls militärische Nachrichtensatelliten sind die vom Typ DSCS, die jeweils in zwei Exemplaren 1977 und 1978 mit einer Titan 3C-Rakete gestartet worden sind. (Astronomische Bezeichnung 1977-34A+B und 1978-113A+B). Sie umrunden die Erde in synchronähnlichen Bahnen.

Militärische meteorologische Beobachtungssatelliten tragen die Bezeichnung AMS (Advanced Meteorological Satellite). Am 5. 6. 1977 und am 1. 5. 1978 wurden sie jeweils mit einer Rakete vom Typ Thor-Burner 2 gestartet (1977-44A und 1978-42A). Ihre Polarbahnen verlaufen im Höhenbereich von rund 800 bis 830 km. Unter anderem werden mit diesen Satelliten auch in der Nacht Aufnahmen der Erdoberfläche im sichtbaren Bereich des Spektrums gewonnen.

An militärischen Navigationssatelliten wurde einer 1977 (Bezeichnung NTS 2, 1977-53A), der einen Quantengenerator an Bord hatte, in eine rund 20000 km hohe kreisähnliche Bahn gebracht. Vier ähnliche Satelliten NDS 1-4 (Synonymbezeichnung NAVSTAR) wurden 1978 für die amerikanische Marine auf ähnliche Bahnen gebracht (vgl. Bildseite IV). Zu den militärischen Navigationssatelliten zählt auch der am 28. 10. 1977 von der NASA gestartete Transat (1977-106A), der in einer Polarbahn unseren Planeten im 1100 km-Höhenbereich umrundet. Für ozeanografische Erkundungen und geodätische Vermessungen wird der am 8. 12. 1977 gestartete militärische Satellit NOSS 2, der bei 73 Grad Bahnneigung in etwa den gleichen Höhenbereich gelangte, genutzt.

Eine Sonderstellung nimmt das Unternehmen ISEE (International Sun-Earth Explorer) ein, welches in Zusammenarbeit zwischen der NASA und der westeuropäischen Raumfahrtbehörde ESA ausgeführt wurde. Ende Oktober 1977 erfolgte der Start der beiden Satelliten ISEE 1 und 2 (1977-102A+B). Der erstgenannte war in den USA entwickelt worden, der zweite in Westeuropa. Beide

erreichten eine stark exzentrische Flugbahn zwischen rund 350 und 138 000 km Erdbstand bei einer Bahnneigung von rund 30 Grad.

Der Mitte 1978 gestartete ISEE 3 gelangte nach mehreren Bahnänderungen in einen der Librationspunkte des Systems Erde/Sonne mit einem Erdbstand von rund 1,5 Mill. km. Er ist sozusagen der „Vorwarnraumflugkörper“ (als Satellit kann er nicht bezeichnet werden), der den Sonnenwind und das Eintreffen von Partikelwolken anzeigt.

USA-Starts für andere Länder und Organisationen

Für die NATO starteten die USA Ende Januar und Mitte November 1977 je einen gleichnamigen Nachrichtensatelliten (1977-05A und 1977-106A), die über dem Atlantik eine Synchronbahn erreichten. Sie dienen der Nachrichtenverbindung zwischen dem Pentagon und dem westeuropäischen Hauptquartier.

Für die ESA erfolgten durch die USA 1977/78 insgesamt sechs Starts, von denen einer (OTS-1) am 14. 9. 1977 wegen der Explosion der Trägerrakete nicht auf seine Bahn gelangte. GEOS 1 (1977-29A, gestartet am 20. 4. 77) war kein voller Erfolg, da die zweite Stufe der Trägerrakete Delta nicht einwandfrei arbeitete. Die vorgesehene Synchronbahn konnte nicht erreicht werden. Durch Zünden des Apogäumstriebwerks gelangte der Satellit nur in eine elliptische Umlaufbahn zwischen 2100 und rund 38 000 km Höhe bei etwa 26 Grad Bahnneigung. Der im Juli 1978 gestartete Nachfolger GEOS 2 (1978-71A) erreichte seine Synchronbahn, beide dienen magnetosphärischen Untersuchungen.

Der im Mai 1978 gestartete OTS 2 (1978-44A) wird seit dem Erreichen seiner geostationären Bahn über Gabun/Afrika als experimenteller Nachrichtensatellit mit gerichteter Abstrahlung im Frequenzbereich von 16 GHz genutzt.

Meteorologischen Beobachtungen dient der im November 1977 gestartete Meteosat 1 (1977-108A) der ESA, der bei 0 Grad Länge stationiert sich in einer Synchronbahn befindet.

Der Anfang 1978 gestartete ESA-Satellit IUE (Abkürzung von International-UV-Explorer) erreichte eine Flugbahn zwischen rund 26 000 und 46 000 km Höhe bei knapp 29 Grad Bahnneigung. Er (1978-12A) besitzt ein Teleskop von 45 cm Öffnung, welches in Verbindung mit UV-Spektrografen arbeitet (vgl. Bild S. IV). Für Italien brachten die USA im August 1977 den experimentellen Kommunikationssatelliten Sirio 1 (1977-80A) in eine Synchronbahn (Stationierung bei 15 Grad westlicher Länge).

Der zweite indonesische Nachrichtensatellit Palapa 2 (1977-18A) war von den USA im März 1977 auf eine Synchronbahn gebracht worden.

Für Japan starteten die USA Mitte Dezember 1977 den Kommunikationssatelliten Sakura (Synonymbezeichnung CS-1, 1977-118A), der in eine Synchronbahn gelangte. Der im April 1978 von den USA gestartete japanische Satellit Yuri (Synonymbezeichnung BSE 1, 1978-39A) wird in seiner Synchronbahn ebenfalls experimentell zu Funk- und Fernsehübertragungen genutzt.

Satellitenstarts anderer Länder

Mit eigenen Trägerraketen startete Japan 1977 und 1978 je drei Satelliten. 1977 hatte der erste geophysikalische Satellit die Bezeichnung Tansei 3 (1977-12A). Bei rund 66 Grad Bahnneigung gelangte er auf eine Bahn zwischen rund 800 und 3800 km Höhe. Trägerrakete war die M-3H. Der zweite Satellit des Jahres war Kiku 2 (Synonymbezeichnung ETS 2, 1977-14A), der mit einer N-Rakete als erster mit einer japanischen Trägerrakete gestartete Satellit eine Synchronbahn erreichte. Es handelt sich um einen technischen Testsatelliten, sein Start erfolgte am 23. 2. 1977. Im Juli 1977 erreichte ebenfalls mit einer N-Rakete der erste meteorologische Beobachtungssatellit Himawari (Synonymbezeichnung GMS 1, 1977-65A) eine geostationäre Flugbahn. Magnetfelduntersuchungen dient der Anfang 1978 mit einer M-3H gestartete Satellit Kyokko (Synonymbezeichnung Exos 1, 1978-14A). Bei 65 Grad Bahnneigung bewegt er sich im Höhenbereich zwischen rund 600 und 4000 km. Der Ionosphärenforschung dient der mit einer N-Rakete ebenfalls im Februar 1978 gestartete Satellit Ume 2 (Synonymbezeichnung ISS-2, 1978-18A). Bei 69 Grad Bahnneigung umrundet er die Erde zwischen rund 1000 und 1200 km Höhe. Yikinen (Synonymbezeichnung Exos 2, 1978-87A), gestartet mit einer M-3H Rakete Mitte September 1978, dient ebenfalls magnetosphärischen Untersuchungen. Bei 31 Grad Bahnneigung bewegte er sich anfänglich auf einer stark exzentrischen Bahn zwischen rund 230 und 31 000 km Höhe.

Am 26. 1. 1978 startete China mit einer eigenen Trägerrakete den Satelliten China 8, der anfänglich bei 57 Grad Bahnneigung die Erde im Bereich zwischen rund 160 und 500 km Höhe umrundete. Es sind keine weiteren Einzelheiten über diesen Raumflugkörper bekannt geworden.

Der „Meteorit“ von Ichstedt ist kein Meteorit

Prof. Dr. G. HOPPE

In Nr. 1/1979 der „Astronomie und Raumfahrt“, S. 31, wurde von G. Renner und K. Kirsch über einen Meteoriten berichtet, der am 6. 5. 1876 in Ichstedt, Bez. Halle, in einem Bauerngehöft niedergegangen ist und vor 30 Jahren bei Ausschachtungsarbeiten aufgefunden wurde. Eine Abbildung zeigt den Aufbewahrungsort in einer Mauernische der Hauswand. Es heißt dann weiter: „Allerdings ist heute ... nur noch die Hälfte des ursprünglichen Meteoriten zu betrachten. Der Rest befindet sich im Naturkundemuseum zu Berlin und in einem anderen Museum in Weimar.“ Da die Stellungnahme der Museen nicht mitgeteilt wird, entsteht der Eindruck, daß es zu dem Sachverhalt keine Diskussion gibt und die Existenz dieses Meteoriten unzweifelhaft feststeht.

Dies trifft allerdings nach den Untersuchungsbefunden nicht zu. Vor einigen Jahren wurde dieser mutmaßliche Meteorit auf Grund eines Hinweises des Kreisheimatmuseums Bad Frankenhausen überprüft. Dies geschah im Zuge der Bestandsaufnahme aller in der DDR vorhandenen Meteorite, die vom Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin durchgeführt wurde. Dabei stellte sich heraus, daß es sich um ein Eisenstück handelt, das kein Nickel, selbst nicht in geringer Menge, enthält. Da Eisenmeteorite stets ohne jede Ausnahme einen Nickelgehalt von mehreren Prozent (minimal etwa 5 %) besitzen, ist es ausgeschlossen, daß das Ichstedter Fundstück ein Meteorit sein kann. Wahrscheinlich handelt es sich um ein ur- oder frühgeschichtliches Produkt der Eisenverhüttung.

Mit dieser Feststellung ist durchaus nicht zugleich über den Wahrheitsgehalt der Beobachtung des Meteoritenfalls vom 5. 6. 1876 entschieden, selbst wenn anscheinend keine weiteren Augenzeugen zugegen waren. Erfahrungsgemäß ist das Auffinden eines Meteoriten, soweit es nicht sofort und unmittelbar am Fallort eintritt, nur selten möglich.

In Ichstedt hat man bei den Ausschachtungsarbeiten vor 30 Jahren offenbar das erste auffällige Fundstück, einen Klumpen Eisen, auffällig durch seine erhebliche Schwere und durch seine Verrostung, als den Meteoriten angenommen und vielleicht einen weit unauffälligeren (aber weit wahrscheinlicheren, weil häufigeren) Steinmeteoriten beiseite gelassen. Fachleute, die dies gern an Ort und Stelle überprüft hätten, wurden nicht hinzugezogen. Auch war die Bedeutung eines Meteoritenfundes für die wissenschaftliche Auswertung nicht bekannt, so daß es so lange gedauert hat, bis dieses Fundstück schließlich zur Untersuchung gelangte.

Die große Bedeutung der Meteorite für die Aufklärung der Entstehung und Entwicklung der kosmischen Festkörper einschließlich der Erde ist heute unbestritten. Noch nicht hinreichend ist bekannt, daß jeder einzelne neue Meteorit für die Forschung von erheblicher Bedeutung ist. Dies geht allein schon aus der Tatsache hervor, daß bisher nur etwa 2000 Meteorite, wenn auch vielfach in mehreren oder gar zahlreichen Einzelstücken, für die Auswertung sichergestellt werden konnten. Vom Territorium der DDR sind es seit Beginn der Meteoritenforschung im Jahre 1794 nur ganze 11 Meteorite.

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1799, Sept./Okt.

d	Sept.	Okt.	d	Sept.	Okt.
1	165	213	17	155	221
2	141	187	18	177	224
3	148	167	19	195	221
4	157	156	20	191	219
5	139	168	21	184	215
6	139	168	22	178	198
7	170	179	23	219	186
8	192	190	24	236	161
9	190	210	25	252	153
10	177	178	26	261	145
11	167	183	27	256	143
12	156	189	28	239	142
13	175	211	29	235	191
14	186	213	30	233	197
15	177	198	31		223
16	170	185	Mittel	188,7	188,2

Prof. Dr. M. WALDMEIER/Dr. A. ZELENKA

Amateure beobachten und berichten

Sternfeld- und Nebelaufnahmen auf Negativfarbfilm

ORWO-COLOR NC 19 Mask

WOLFGANG ROLOFF

Farbige Aufnahmen der Objekte des Sternhimmels üben auf den Betrachter, sei er nun astronomisch vorgebildet oder nicht, einen starken ästhetischen Reiz aus. In zunehmendem Maße werden derartige Bilder in Publikationen aufgenommen und erfreuen, bei guter drucktechnischer Qualität, jeden Betrachter.

Für den photographisch beobachtenden Sternfreund entstand ein nahezu unwiderstehlicher Nachahmungsanreiz, von dem ich mich in vielen Gesprächen überzeugen konnte. Leider treten bei der Realisierung entsprechender fotografischer Versuche mitunter Schwierigkeiten auf, die sowohl unzureichenden instrumentellen Voraussetzungen als auch noch ungenügender Beschäftigung mit den Besonderheiten der Farbfotografie entspringen.

Nach intensiven Versuchen und sich einstellenden Erfolgen möchte ich Hinweise zu den materiellen Voraussetzungen und den Arbeitsvorschriften der Negativ- und Positiventwicklung geben sowie anhand einer Sternfeldaufnahme meine Qualitätsabschätzung darlegen.

Das Aufnahmematerial

Besteht die Absicht, die Sternfeldaufnahmen zu farbigen Papiervergrößerungen weiterzuverarbeiten, so bietet sich als Aufnahmematerial der Negativfarbfilm NC 19 Mask an, der in allen gebräuchlichen Konfektionierungen erhältlich ist. Zwar verspricht die Verwendung der Umkehrfilme UT 18 und UT 20 infolge der ohne weiteren Kopiervorgang erreichbaren Positivbilder eine etwas höhere farbliche Brillanz, doch sollte man nicht übersehen, daß damit ein Unikat geschaffen wird, dessen farbliche Beschaffenheit im Nachhinein nur schwer zu beeinflussen ist und daß positive Papiervergrößerungen davon zur Zeit bei uns noch nicht auf direktem Wege möglich sind. Die Betrachtung der zum Dia gerahmten Bilder ist umständlich, da sie meist nur geringfügige farbliche Abstufung der Sternscheibchen optimale Betrachtungsbedingungen mit bester Verdunkelung des Vorführ- raumes sowie beträchtliche Projektionsmaßstäbe verlangt, um dem Auge einen hinreichend starken Farbreiz zuzuführen.

Geht man allein von der nominellen Empfindlichkeit aus, so scheint der Farbfilm NC 19 Mask ähnlich gut wie der Schwarzweißfilm NP 20 für die Sternfeld- und Nebelfotografie geeignet zu sein. Man weiß indessen, daß die aus der Schwärzung 0,1 über der Minimaldichte abgeleitete Empfindlichkeitsangabe nicht allein bestimmend für die Eignung einer Emulsion in der Astrofotografie ist. Abgesehen von solchen Kriterien wie Körnigkeit, Auflösungsvermögen und Schleierfestigkeit spielen vor allem auch das Schwärzungsverhalten über der Belichtungszeit, näher definiert durch den Schwarzschildexponenten (p) und die Gradation (γ) als Schwärzungszunahme in Abhängigkeit von Belichtungsintensität und Entwicklung eine wesentliche Rolle.

Eine normale Gradation ist in der konventionellen Fotografie vorteilhaft, da sie einen größeren Belichtungsspielraum gestattet; in der Sternfeldfotografie ist sie als Mangel anzusehen. Im Hinblick auf die hier erwünschte Weiterverarbeitung der Negative zu farbigen Papierbildern ist eine angemessene große Schwärzungsdifferenz zwischen Sternscheibchen und Himmelsuntergrund erwünscht, da nur so kontrastreiche Vergrößerungen mit leuchtenden Farben möglich werden.

Der Verfasser belichtete den NC 19 Mask mit lichtstarker Aufnahmeoptik $f/2$ bis zu 120 min. und erhielt in allen Fällen noch gut vergrößerungsfähige Negative mit annehmbarer Schleierdichte $D \leq 0,4$. Die optimale Differenz zwischen maximaler Dichte (Sternscheibchen) und minimaler Dichte (Schleier) ist dann jedoch bereits überschritten – der Kontrast sinkt und es kommt zur Verschwärlichung der Farben. Auf Schwarzweißfilm NP 20 sind mit der gleichen Aufnahmeoptik derart lange Belichtungszeiten nicht möglich, wenn die Entwicklung auf eine dem Objekt angepaßte maximale Gradation abgestimmt wird. Es sei hier vorweggenommen, daß im Gegensatz zum Schwarzweißfilm die Beeinflussung der Gradation des NC 19 Mask nur in geringem Maße durch die Abwandlung der Entwicklungsvorschrift möglich ist, da die unterschiedliche Kinetik der drei Farbschichten zu Gradationsdifferenzen derselben führt, die die Farbbalance stören.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß nur im Bereich kurzer Belichtungszeiten von wenigen Sekunden ein annähernd paralleler Verlauf der drei Gradationskurven zu verzeichnen ist. Bei Langzeitbelichtungen kommt es wegen des nicht mehr zu vernachlässigenden Schwarzschildexponenten, der im übrigen für jede Farbschicht unterschiedlich ist, zum parallelen Verlauf der Kurven im Bereich großer Dichte. Die Folge ist, daß farblich verschobene Bilder entstehen, die durch keine Maßnahme zu korrigieren sind. Da Sternfeld- und Nebelaufnahmen stets mit langen Belichtungszeiten angefertigt werden, läßt sich bei Aufnahmen im integralen Licht dieser Effekt nicht vermeiden, und man muß sich darüber klar sein, mehr oder weniger farblich verschobene Bilder zu erhalten.

Eine wirksame Gegenmaßnahme besteht in der Verkürzung der erforderlichen Belichtungszeit, wozu Aufnahmeoptik mit großem Öffnungsverhältnis geeignet ist.

Die Aufnahmeoptik

Gemäß der genannten Forderung nach möglichst kurzen Belichtungszeiten sind lichtstarke Linsenobjektive mit $\bar{O}V \geq 1/2,8$ sowie in besonderem Maße Maksutow- und Schmidt-Kameras zur Aufnahme geeignet. Spiegelobjektive sind selbst bei gleichem geometrischen Öffnungsverhältnis den Linsenobjektiven vorzuziehen, da sie eine höhere effektive Lichtausnutzung bieten. Die dem Beitrag zugrundeliegenden Aufnahmen wurden mit einer Schmidt-Kamera 150/210/270 mm durchgeführt. Das effektive Öffnungsverhältnis dieser Kamera ist durch Abschattung der im Kamerarinneren befindlichen Bildfeldkassette 1/2.

Solche und ähnliche Kameras sind dem Amateur durchaus zugänglich, wenn er in der Lage ist, den Kamerakörper selbst zu erstellen oder anfertigen zu lassen. Die Werkstatt für astronomische Optik M. Greßmann in Falkensee-Finkenkrug bietet dem Sternfreund geeignete Optik an und ist in absehbarer Zeit auch in der Lage, komplette Schmidt-Kameras 150/210/344 mm (Abbildungsmaßstab $1^\circ \triangleq 6$ mm; $\bar{O}V_{eff.} = 1/2,5$) zu liefern. Diese Kameras sind zur Verwendung an der Ib-Montierung entworfen und besitzen ein geringes Gewicht und relativ kleine Abmessungen.

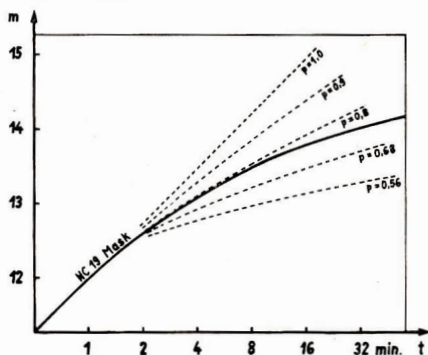
Bei den Maksutow- und Schmidt-Kameras ist zu beachten, daß ihr Betrieb weitgehende Vertrautheit im Umgang mit Negativmaterial erfordert.

Die Belichtungszeit

Entsprechend den instrumentellen Parametern, den Eigenschaften der Emulsion, den atmosphärischen Beobachtungsbedingungen und der Beschaffenheit des Aufnahmeobjekts ist die Belichtungszeit zu wählen. Es läßt sich hierfür kein allgemeingültiges Rezept angeben. Mitunter in der Literatur aufgeführte Berechnungsformeln sind mit Vorbehalt anwendbar, gelten meist jedoch für hochempfindliche Schwarzweißemulsionen ($p \approx 0,85$) und den effektivsten Einsatz der professionellen Instrumente.

Die in den Formeln enthaltenen dimensionslosen Faktoren machen deutlich, daß diese in Versuchen zu ermitteln sind und mit den Beobachtungsbedingungen variieren. Die jeweils günstigste Belichtungszeit ist zweckgebunden und muß individuell bestimmt werden.

Abb. 1: Die Grenzgröße (m) des Negativfarbfilms NC 19 Mask für weiße Sterne in Abhängigkeit von der Belichtungszeit (t) nach Aufnahmen mit einer Schmidt-Kamera 150/210/270 mm. Der Verlauf der Kurve für den NC 19 Mask zeigt deren Unstetigkeit gegenüber der Schar der Vergleichskurven mit einfachen Schwarzschildexponenten (p). Man beachte die erhebliche Reichweite des Aufnahmesystems bei kurzen Belichtungszeiten.



Für den Negativfarbfilm NC 19 Mask gilt ebenso wie für andere Emulsionen, daß mit kürzester Belichtungszeit eine optimale Schwärzung bei der dem Objekt angepaßten Gradation zu erreichen ist. Die Auswertung aller in Belichtungsreihen von 1-120 Min. gewonnenen Aufnahmen ergab, daß Zeiten zwischen 30 und 45 Min. an Sternfeldern mit Emissionsnebeln die günstigsten Resultate erbrachten. Diese Angabe ist gültig unter den Beobachtungsbedingungen am Rande einer ländlichen Gemeinde und leichter Nachthimmelaufhellung durch Straßenlicht.

Die Untersuchung der Reihenaufnahmen hinsichtlich Grenzwertzuwachs mit der Belichtungszeit zur Ableitung eines mittleren Schwarzschildexponenten gestaltete sich angesichts der unterschiedlichen Farben der benutzten Sterne schwierig. Die graphische Darstellung und Ausgleichung der Schätzwerte ergab einen Kurvenverlauf, der durch Ansatz eines Exponenten p nicht befriedigend darstellbar ist. In Abhängigkeit von der Intensität des Lichts und somit der erforderlichen Belichtungszeit ist die Angabe des Gültigkeitsbereichs von p unerlässlich. Für den NC 19 Mask konnten den Belichtungsintervallen 0,1 – 1 Min., 1 – 8 Min. und 8 – 32 Min. die Exponenten $p = 0,90$, $p = 0,80$ und $p = 0,62$ als Mittelwerte zugeordnet werden.

Unter für Astrofotografie geeigneten Aufnahmebedingungen dürfte es angesichts des geringen Schwärzungszuwachses bei Langzeitbelichtungen schwer sein, den NC 19 Mask an Sternfeldern überzubelichten.

Die Farbnegativ-Entwicklung

Die gegenüber der Schwarzweißentwicklung nur geringfügig höheren Anforderungen ermöglichen es jedem mit den Grundfertigkeiten vertrauten Amateur den NC 19 Mask selbst zu entwickeln. Der im Fotohandel erhältliche Entwicklerzusatz C 5166 enthält alle erforderlichen Chemikalien sowie eine Verarbeitungsvorschrift Nr. 5166.

Als Schwerpunkte bei der Abarbeitung aller Teilschritte sind zu beachten, daß

- die Lösung der Chemikalien nach Vorschrift erfolgt und peinliche Sauberkeit aller Gerätschaften notwendig ist,
- die Temperatur der Bäder zwischen 20° – 21 °C einzuhalten ist,
- der Film in den Bädern ständig mäßig bewegt wird,
- der intensiven Wässerung nach dem Farbentwickeln große Bedeutung zukommt,
- die Bäder frisch sind und kräftig arbeiten,
- der längere Kontakt der bloßen Haut mit dem Farbentwickler und dem Bleichbad zu vermeiden ist.

Weniger kritisch als bei der Entwicklung konventioneller Aufnahmen ist die genaue Einhaltung der Bädertemperaturen und der Entwicklungszeiten.

Man kann davon ausgehen, daß bereits durch die Langzeitbelichtung ein gestörter Verlauf der Gradationskurven vorgeprägt wird, der durch genaueste Einhaltung der Temperaturen und Zeiten bei der Entwicklung keineswegs mehr wettgemacht werden kann. Zugunsten einer stärkeren Farbsättigung kann die vorgeschriebene Entwicklungszeit von 7 – 8 min. um 25 % überschritten werden;

(Fortsetzung Seite 17)

Zu den Abbildungen auf unseren Bildseiten

Zum Beitrag S. 8

Tafel I: Der Satellit Interkosmos 17 (oben links).

Der biologische Forschungssatellit Kosmos 936 (oben rechts).

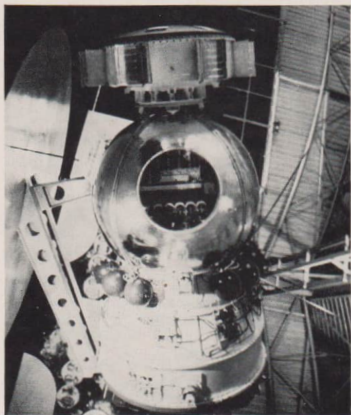
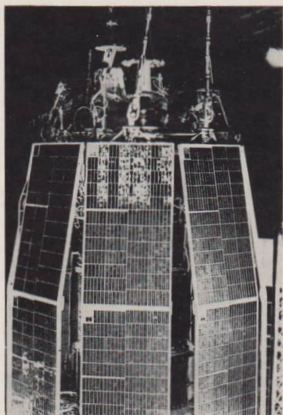
Ein Sonnenforschungssatellit vom Typ Prognos (unten).

Tafel IV: Pioneer-Venus 1, der am 20. Mai 1978 gestartet wurde und am 4. Dez. 1978 in eine Umlaufbahn um Venus gelangte (oben). Astronomischer Beobachtungssatellit IAU. Von den USA am 26. Jan. 1978 gestartet (unten). Fotos: K.-H. Neumann; P. Stache.

Zum Beitrag S. 14

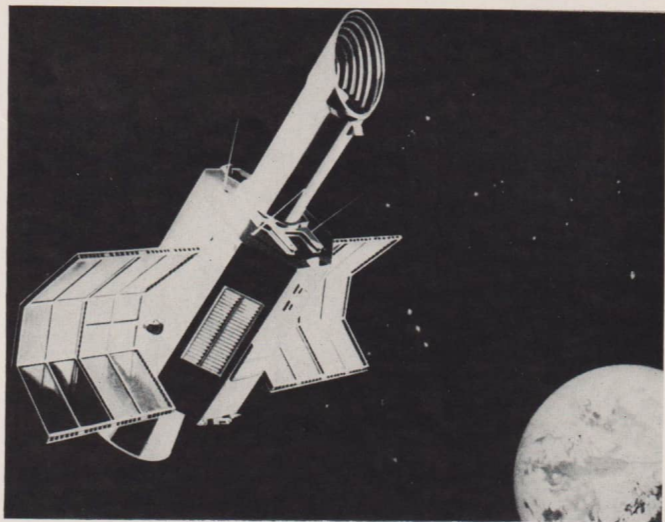
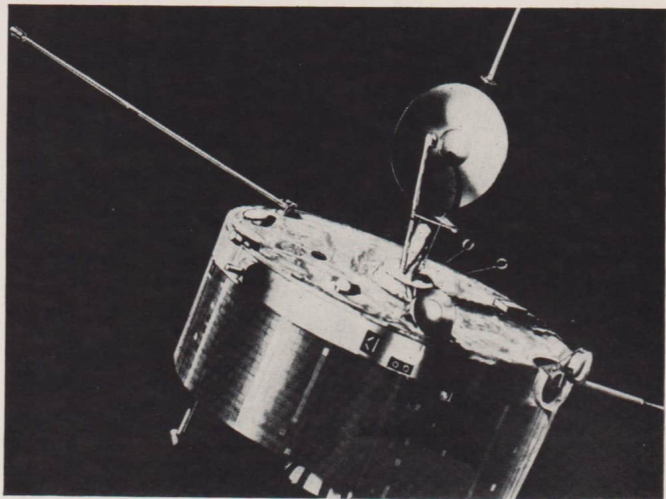
Tafel II: Großer Orionnebel. (M 42) 1979 Febr. 25, 21.00 – 21.40 MEZ; Schmidt-Kamera 150/210/270 mm, NC 19 Mask; subtraktives Kopierfilter-Verfahren; Vergrößerung 9 fach.

Tafel III: Offene Sternhaufen η und χ Persei. 1978 Dez. 4, 19.45 – 21.45 MEZ; Schmidt-Kamera 150/210/270 mm, NC 19 Mask; subtraktives Kopierfilter-Verfahren; Vergrößerung 13 fach. Fotos: Wolfgang Roloff.









hierdurch wird nun die farbliche Balance der Schichten weiterhin beeinflusst, doch zeigt sich im abschließenden Kopiervorgang, daß jeder auftretende Farbstich aus dem Himmelshintergrund zu entfernen ist.

Das subtraktive Kopierfilter-Verfahren

Die spezifischen Besonderheiten der Verarbeitung von Farbpapier nach dem subtraktiven Kopierfilter-Verfahren machen zur Grundausstattung eines Schwarzweißlabors einige wenige Erweiterungen notwendig. Zur Herausfilterung der farbstichverursachenden Lichtanteile aus dem Kopierlicht dienen die Kopierfilter, welche in den Farben gelb, purpur und blaugrün zu je 11 Stück in abgestufter Dichte erhältlich sind. Diese Filter sind gewissermaßen das Herzstück des Verfahrens; ihr richtiger Einsatz erfordert ein systematisches Vorgehen bei der noch zu beschreibenden Filterbestimmung und natürlich die Farbtüchtigkeit des Bearbeiters.

Die Kopierfilter werden, um die Abbildungsqualität der Vergrößerungsoptik nicht negativ zu beeinflussen, zwischen Vergrößerungslampe und Kondensor eingebracht, aus diesem Grunde sind neuere Vergrößerungsgeräte bereits serienmäßig mit Filterschubladen ausgestattet. Wegen des relativ hohen Preises des fertig konfektionierten Filtersatzes sei hier der Hinweis auf die im Fachhandel erhältlichen Filterfolien angebracht, die in 7×7 cm Diarahmen gefaßt mit dem Preis von 57,55 M nahezu 50 % billiger sind als der fertige Filtersatz.

Die Anschaffung der in größeren Formaten ebenfalls nicht billigen Mosaikfilter ist nicht unbedingt erforderlich, wenn man konsequent davon ausgeht, daß der Farbstich des Bildes mit einer Filterkombination zu beseitigen ist, deren Farbe eben diesem Farbstich gleicht. Grundsätzlich werden nur Filterkombinationen aus maximal zwei Farben eingesetzt. Eine Filterkombination aus allen drei Farben wirkt zum Teil als Graufilter und erfordert eine Verlängerung der Belichtungszeit.

Der Kopiervorgang beginnt mit der Anfertigung der 0-Kopie, mit der sowohl die zweckmäßigste Belichtungszeit als auch die farbliche Verschiebung getestet werden soll. Aus materialökonomischen Erwägungen reicht hierzu eine abgetrennte Hälfte des Farbpapiers hin. Es ist in Anbetracht genau reproduzierbarer Bedingungen angeraten, im endgültigen Vergrößerungsmaßstab zu arbeiten sowie einen mittleren Blendenwert einzustellen.

Die beste Belichtungszeit bestimmt man durch die Erweiterung der 0-Kopie zum Probestreifen unter ausschließlicher Variation der Belichtungszeit. Eine solche Probestreifen-Nullkopie läßt sich beispielsweise durch das Verschieben dreier kurzer Holzleisten, die aneinandergelagert $3/4$ des Rahmenfeldes abdecken, leicht herstellen. Nach jeder Belichtung deckt man mit einer Leiste den belichteten Streifen ab und gibt dabei den nächsten Streifen frei. Der so hergestellte Probestreifen wird bis zum Lichtschutzbad nach Orwo-Verarbeitungsvorschrift 7362 entwickelt und gestattet dann die Beurteilung der oben genannten Parameter.

Es ist empfehlenswert, alle Farbbeurteilungen bei Tageslicht im Schatten durchzuführen und die Mischfarbe der Filterkombination vormäßig hellem, weißem Hintergrund einzuschätzen. Die Aussteuerung der Sternfeld- und Nebelaufnahmen erfolgt auf einen neutralgrau bis schwarzen Himmelsuntergrund; die Farben der Sternscheibchen und Nebel haben dann das verfahrensbedingte Optimum erreicht.

In den Hellphasen der anstrengenden Dunkelkammerarbeit sollte man den Augen ausreichende Möglichkeiten zur Neutralisierung des Farbempfindens und zur Ruhe geben. Auch hierfür ist gedämpftes Tageslicht am günstigsten.

Die Entwicklung des Farbpapiers

Das Farbpapier Fomacolor Typ PM 20 wird in den Bädern des Orwo-Color-Entwicklersatzes 7362 nach gleichlautender Verarbeitungsvorschrift entwickelt. Es ist empfehlenswert, die Vorschrift möglichst genau zu befolgen; bei geringfügigen Abweichungen kommt es auch hier wiederum auf die Konstanz der Verarbeitungsbedingungen an. Das Wirkungsgleichgewicht in den Bädern ist bei Abweichungen von der Verarbeitungsvorschrift zu wahren.

Die Verarbeitungszeiten lassen sich durch akustische Signale eines entsprechend präparierten Tonbandes leicht einhalten. Die Verwendung eines Kurzzeitweckers ist beim recht dunklen Licht des Dunkelkammerfilters 166 nur dann sinnvoll, wenn dieser mit einem Anschlag versehen wird, den man natürlich auch im Dunkeln findet. Zur Wässerung der Bilder ist nicht unbedingt fließendes Wasser erforderlich; hierzu genügen großformatige Schalen mit viel Wasser, das je nach Arbeitsintensität zu wechseln ist.

Als wesentliche Schwerpunkte bei der Abarbeitung der Verarbeitungsvorschrift sind zu beachten:

- die Konstanz der Verarbeitungsbedingungen,
- die Reinhaltung der Chemikalienbäder von artfremden Chemikalien,

- die schonende Behandlung der Schichtseite des Farbpapiers bei ständiger gleichmäßiger Bewegung in allen Bädern,
- daß Entwicklerbad und Bleichbad giftig sind und unter Umständen zu Hautekzemen führen können,
- daß bei beabsichtigter Heitzrocknung der Bilder dem Lichtschutzbad Formaldehyd hinzuzusetzen ist ($30 + 1$) und die Heitzrocknung in einem gut belüfteten Raum erfolgt.

Die endgültige Farbbeurteilung der Bilder ist erst nach der Trocknung möglich, und man erkennt, daß das Verfahren sehr zeitaufwendig ist. Es ist sinnvoll, sich auf die Gewinnung weniger aber bestmöglichst ausgesteuerter Farbpapierbilder in Formaten $\geq 13 \times 18$ cm zu orientieren.

Die Qualität der Farbbilder

Die Beurteilung des erzielten Endprodukts, einer optimal farblich gesteuerten Vergrößerung 18×24 cm, erfolgte durch Vergleich mit anderen farbigen Sternfeldaufnahmen, die als annähernd farbecht gelten und mittels überlegenem instrumentellem Aufwand angefertigt wurden. Weiterhin wurden zur Beurteilung des Auflösungsvermögens und der Konturenschärfe Schwarzweißaufnahmen herangezogen.

Das Verfahren hält wissenschaftlichen Bewertungsmaßstäben nicht stand, und im Bewußtsein dessen möchte ich auch nur von einer Qualitätsabschätzung sprechen. Es ist indessen auch nicht zu übersehen, daß farbige Sternfeld- und Nebelaufnahmen weniger angefertigt werden, um wissenschaftliche Resultate zu erbringen, sondern um in eindrucksvoller Weise die verborgene Schönheit des Sternhimmels einzufangen.

Die zur Beurteilung herangezogene Sternfeldaufnahme der Orionregion von M 42 bis NGC 2024 wurde mit 40 min. Belichtungszeit angefertigt und besitzt die Grenzgröße $14^m 2$ an weißen Sternen. In Abhängigkeit von der Helligkeit werden die Sternfarben mehr oder weniger verfälscht wiedergegeben. So erscheinen Sternscheibchen an der Grenze der Wahrnehmbarkeit auf der Aufnahme ausschließlich als blaue Pünktchen. Die Intensität des eingefallenen Lichts reicht hier lediglich aus, um die obenliegende blauempfindliche Schicht des Aufnahmematerials zu schwärzen.

Sternscheibchen mittlerer Helligkeit von 12^m bis 6^m lassen bereits bei oberflächlicher Betrachtung unterschiedliche Farben erkennen. Hier reicht die Palette von reinem Weiß bis zum Rot der Osthoffsehen Farbenskala. Einige Versuche zur groben Spektralklassifikation der Sterne nach ihrer Farbe führten infolge ungenügender Farbdifferenzierungen um die mittleren gelben Typen zu unbefriedigenden Resultaten. Die bereits in der älteren Literatur aufgezeigten Schwierigkeiten bei der Reduktion verschiedener, letztendlich subjektiver Farbskalen wirkten weiterhin negativ ein. Hellere Sterne als 6^m sind im völlig überbelichteten Zentralteil der Sternscheibchen rein weiß, lediglich das Aussehen der Lichthöfe läßt mit viel Vorbehalt Rückschlüsse auf die wirkliche Sternfarbe zu.

Die im Sternfeld reichlich vorhandenen Nebel in Emission, aber auch in geringem Maße in Reflexion, bieten ein eindrucksvolles Bild und geben einen echten Informationsgewinn gegenüber der Fotografie in Schwarz-Weiß. So werden zarte, großräumig verteilte Nebel, vom Pferdekopfnebel in westlicher Richtung verlaufend, sichtbar, die zwar auf Schwarzweißaufnahmen mit erfaßt werden, doch dem Betrachter kaum als solche auffallen.

Die Farbe der Nebel ist auf dem Bilde rot-violett; dies ist angesichts der Tatsache, daß es sich um Mischlicht der vorwiegend in Rot leuchtenden Emissionsnebel und der in Blau leuchtenden Reflexionsnebel handelt, verständlich. Die Orionnebel sind sowohl das eine als auch das andere, und es besteht kein hinreichender Grund, eine erhebliche Farbenverfälschung in der Wiedergabe anzunehmen.

Während die Konturenschärfe des NC 19 gegenüber des NP 20 leicht vermindert ist, ist die angenehm auffallende Feinkörnigkeit des NC 19 unverkennbar.

Das Auflösungsvermögen des Filmes NC 19 Mask ist, entgegen den Erwartungen bei Farbfilmen, überraschend hoch, und es zeigt sich, daß die Konturenschärfe nicht allein ein Kriterium für die Auflösung ist. Die geringe Dichte der sich vor allem um helle Sterne bildenden Lichthöfe sowie deren andersfarbige Beschaffenheit gegenüber den zentralen Sternscheibchen ermöglichen die deutliche Trennung benachbarter Sterne.

Ähnlich günstig ist die Detailerkennung in den hellen Teilen der Nebel, an denen die Schwarzweißemulsionen (wegen der nicht reproduzierbaren geringen Kontrastunterschiede) ohne Spezialbehandlung versagen. Die Farbaufnahme zeigt wegen der Farbunterschiede zwischen Sternen und Nebeln selbst im dichtesten Teil des M 42 einzelne Sterne.

Schlußfolgerungen

Das beschriebene Verfahren Farbnegativ-Farbpositiv ermöglicht dem Amateurastronomen mit

ihm noch zugänglichen Mitteln die Anfertigung von Sternfeld- und Nebelaufnahmen in befriedigender Qualität. Eine vorwiegend aufgeführte instrumentelle Mindestausrüstung und die eingehende Beschäftigung mit den Besonderheiten der Farbfotografie und der Laborarbeit sind erforderlich. Die sichere Beherrschung bzw. Aneignung aller im Gesamtsystem enthaltenen Einzelschritte gestattet die optimale Nutzung der dem Verfahren eigenen Möglichkeiten. In der praktischen Anwendung des theoretisch erworbenen Wissens um fotografische, labortechnische und astrophysikalische Sachverhalte ist ein interessantes und lehrreiches Arbeitsgebiet für den Sternfreund gegeben. In Anbetracht der in den Farbaufnahmen zweifellos enthaltenen Vielzahl von Informationen und der komplizierten Verknüpfung derselben ist eine exakte wissenschaftliche Auswertung zur Gewinnung astronomischer Daten, zumindest mit amateurmäßigen Mitteln, nicht möglich. Ist indessen nicht die Gewinnung genauer Meßdaten der Sinn der Beschäftigung mit der Astro-Farbfotografie und steht die Freude am Hobby sowie der ästhetische Genuß der schönen Aufnahmen im Vordergrund, so ist der Aufwand sicher auch nicht verfehlt. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Ableitung summarischer Aussagen zur astrophysikalischen Natur der abgebildeten Himmelsobjekte durchaus möglich und gestattet weit über die Möglichkeiten der Schwarzweißtechnik mit Einzelaufnahmen hinausgehende Interpretationen.

Literatur:

Ahnert, P.: Kleine praktische Astronomie, Leipzig 1974 – Astronomische Abhandlungen der Hamburger Sternwarte Bergedorf Bd. II, Nr. 3 – Graff'scher Plejadenkatalog. – Brodtkorb, E.: Der Schwarzschild-Effekt in der Amateur-Astrofotografie, Sterne und Weltraum 1973/8. – Brodtkorb, E.: Indirekte Astrofotografie durch subtraktive Farbmischung, Sterne und Weltraum 1972/12. – Brun, A. und Vehrenberg, H.: Atlas der Kapteynschen Eichfelder nach Harvard – Groningen, Düsseldorf 1965. – Höbel, P.: Untersuchung von Filmemulsionen, Sterne und Weltraum 1974/6. – Junge, W. und Hübner, G.: Fotografische Chemie, Leipzig 1972. – Nagel, F. R.: Farbbilder selbst entwickelt, Leipzig 1978. – Roth, G. D. (Herausgeber): Handbuch für Sternfreunde, Berlin – Heidelberg – New York 1967. – Telcher, G. (Herausgeber): Handbuch der Fototechnik, Leipzig 1972. – Vehrenberg, H.: Astrofotografie in Farbe, Sterne und Weltraum 1976/11. – Weigert, A. und Zimmermann, H.: Brockhaus ABC der Astronomie, Leipzig 1977. – Wien – Harms (Herausgeber): Handbuch der Experimentalphysik Bd. XXVI – Astrophysik, Leipzig 1937. – Wunderlich, W.: Finessen im Fotolabor, Leipzig 1976.

Edgar Otto sen. †

Die Amateurastronomie in der DDR hat einen herben Verlust zu beklagen. Am 28. November 1979 verstarb in Eilenburg, der Stätte seines jahrzehntelangen Wirkens, Edgar Otto sen.

Wir betrauern in ihm nicht nur den profilierten Amateurastronomen, den langjährigen Leiter der Urania-Sternwarte und ihrer Nachfolgerin, der Schul- und Volkssternwarte „Juri Gagarin“. Als Mitbegründer und erster Vorsitzender des Zentralen Fachausschusses Astronomie hat Edgar Otto sen. von 1955 bis 1962 in sehr entscheidenden Jahren die Amateurastronomie in unserem Lande mitgetragen und mitgeprägt. Wesentliche Impulse für die Einführung des Astronomieunterrichts an unseren Oberschulen sind von ihm ausgegangen, und gerade in den ersten Jahren der Entwicklung dieses neuen Faches haben viele Astronomielehrer an seiner Sternwarte in Eilenburg oder auf zentralen Veranstaltungen von ihm dringend benötigte Hilfe und sachkundigen Rat erhalten. In noch größerer Zahl aber kamen die Sternfreunde, junge und alte, zu ihm nach Eilenburg, um sich für ihre Freizeittätigkeit neue Anregungen zu holen.

Edgar Otto sen. hat Bleibendes geschaffen. Es besteht nicht nur in dem sichtbaren Werk – der Sternwarte, den vielen Beobachtungsdaten (vor allem über die Sonnenaktivität und die Bahnen künstlicher Erdsatelliten) und seinen Beiträgen in der astronomischen Fachpresse. Bleibendes drückt sich auch aus in seiner Vorbildwirkung beim Beobachten, beim Organisieren der amateur-astronomischen Tätigkeit, beim Weitergeben wissenschaftlicher Erkenntnisse. Wir nehmen Abschied mit Dankbarkeit und Verehrung.

Kulturbund der DDR

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT
Dr. Siegfried Marx
Chefredakteur

Zentraler Fachausschuß Astronomie
Dr. Klaus Lindner
Vorsitzender

Sternbedeckungen durch den Mond (Beobachtungsanleitung)

DIETMAR BÜTTNER

Die Bedeutung der Sternbedeckungen

Systematische Beobachtungen von Sternbedeckungen besitzen einen großen wissenschaftlichen Wert. Sie eignen sich unter anderem ausgezeichnet zur Kontrolle der Mondbewegung und zur Bestimmung der Ephemeridenzeit. Wenn genügend viele Meßergebnisse vorliegen, können durch Vergleich zwischen den theoretisch berechneten und den beobachteten Mondörtern Störungen in der Bewegung des Mondes aufgedeckt und die Mondbahnelemente verbessert werden. Jede zuverlässige Messung ist wichtig und sollte daher berücksichtigt werden. Da zum Beobachten von Sternbedeckungen keine aufwendigen Hilfsmittel erforderlich sind, kann der Liebhaberastronom an dieser Aufgabe gut mitarbeiten. Welchen Anteil Amateurbeobachtungen haben, läßt sich daran erkennen, daß etwa 2/3 der an das Royal Greenwich Observatory zur Auswertung gemeldeten Resultate von Liebhaberastronomen aus aller Welt stammen. Die größeren Sternwarten müssen sich meist auf andere Gebiete der astronomischen Beobachtung konzentrieren.

Allgemeines über Sternbedeckungen

Bei einer Sternbedeckung tritt der Mond in die Sichtlinie zwischen Beobachter und Stern. Da die Sterne fast punktförmig erscheinen und der Mond keine Atmosphäre besitzt, die eine allmähliche Helligkeitsabnahme bewirken würde, erfolgt das Verschwinden bzw. Wiedererscheinen des Sterns am Mondrand nahezu schlagartig. Im Moment der Bedeckung ist der scheinbare Abstand zwischen dem Stern und der Mitte der Mondscheibe gleich dem scheinbaren Mondradius. Der Mondradius und die Koordinaten des Sterns sind bekannt, so daß man daraus die Position der Mondmitte für den Beobachtungszeitpunkt berechnen kann. In der Zeit zwischen Neu- und Vollmond finden die Eintritte, nach Vollmond die Austritte am unbeleuchteten Mondrand statt. Kontakte am hellen Rand können nur bei wenigen hellen Sternen beobachtet werden.

Prinzipiell sind die Beobachtungen einfacher, wenn der dunkle Mondrand durch das an der Erde reflektierte Sonnenlicht (aschgraues Mondlicht) schwach erhellt wird.

Bei streifenden Sternbedeckungen beträgt der Winkel zwischen der Bewegungsrichtung des Mondes und der Kontaktstelle 90°; der Stern wird dann vom nördlichen oder südlichen Rand des Mondes gerade noch „berührt“. Streifende Sternbedeckungen sind nur von Orten entlang einer schmalen Grenzlinie aus zu beobachten. Wegen der besonderen Bedeutung von streifenden Sternbedeckungen erscheinen in dieser Zeitschrift und in den „Schnellnachrichten“ des ZfA jeweils besondere Hinweise.

Vorbereitung der Beobachtungen

Vorhersagen von Sternbedeckungen werden jährlich im „Kalender für Sternfreunde“ veröffentlicht, wobei die meisten der dort verzeichneten Bedeckungen einfach zu beobachten sind. Im Kalender findet man die Kontaktzeiten für drei Hauptorte (Potsdam, München und Frankfurt/Main). Für Beobachtungsorte, die in der Nähe eines solchen Hauptpunktes liegen, können die Bedeckungszeiten mit der Formel $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\varphi - \varphi_0)$ berechnet werden. Dabei geht man vom nächstgelegenen Hauptort aus. Seine geographischen Koordinaten sind λ_0 und φ_0 , die des Beobachtungsortes λ und φ . Beim Rechnen muß sorgfältig auf die Vorzeichen geachtet werden.

Beispiel: Karl-Marx-Stadt $\lambda = -12^\circ 8'$; $\varphi = 50^\circ 8'$; Potsdam $\lambda_0 = -13^\circ 1'$; $\varphi_0 = 52^\circ 4'$
1979 Jan. 20, Austritt für Potsdam $2^h 49^m 1^s$ MEZ, ZC 1850.

$$a = -1.7 \text{ min}^\circ; b = 2.3 \text{ min}^\circ$$

$$t = 2^h 49^m 1^s + (-1.7 \text{ min}^\circ)[-12^\circ 8' - (-13^\circ 1')] + 2.3 \text{ min}^\circ(50^\circ 8' - 52^\circ 4')$$

$$t = 2^h 49.1 - 1.7 \text{ min}^\circ \cdot 0.3 - 2^\circ 3 \text{ min}^\circ \cdot 1.6$$

$$t = 2^h 49.1 - 0.5 \text{ min} - 3.7 \text{ min}$$

$$t = 2^h 44^m 9^s$$

Da die Differenzen $\lambda - \lambda_0$ und $\varphi - \varphi_0$ für einen bestimmten Ort konstant sind, ist es vorteilhaft, wenn man die Beträge der Produkte $a(\lambda - \lambda_0)$ und $b(\varphi - \varphi_0)$ einmal berechnet und in einer Tabelle festhält (z. B. für a - und b -Werte von 0.1 bis 3.0 min°). Das ist eine wesentliche Vereinfachung beim Umrechnen der Ephemeriden.

Beobachtungstechnik und Instrumentarium

Eintritte sind in der Regel einfacher zu beobachten, weil man den Stern bis zu seinem plötzlichen Auslöschen im Auge behalten kann. Deshalb sollte der Anfänger erste Erfahrungen bei Eintritten sammeln.

Um eine Überblendung zu vermeiden, stellt man das Fernrohr möglichst so ein, daß sich der helle Mondrand nicht im Gesichtsfeld befindet. Das ist besonders bei Bedeckungen schwacher Sterne zu empfehlen (günstige Vergrößerung 50fach und stärker). Bei hellen Sternen kommt man auch oft mit schwächeren Vergrößerungen (z. B. 30fach) aus.

Mit Hilfe des Positionswinkels kann der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die zu erwartende Ein- bzw. Austrittsstelle konzentrieren. Im „Kalender für Sternfreunde“ ist der Positionswinkel für die Hauptorte gegeben, für Orte in der Nähe der Hauptpunkte weicht er nur um wenige Grad ab. Der Positionswinkel wird vom Nordpunkt der Mondscheibe im Gegenzeigersinn (also über Ost) von 0 bis 360° gezählt.

Da das Verschwinden bzw. Wiedererscheinen des Sterns schlagartig erfolgt, muß man sich in der letzten Minute vor dem berechneten Zeitpunkt sehr gut konzentrieren, um den Moment der Bedeckung nicht zu verpassen. Das gilt insbesondere für Austritte und für solche Eintritte, bei denen der dunkle Mondrand nicht zu sehen ist.

Eine bequeme Beobachtungshaltung am Fernrohr erhöht natürlich die Konzentrationsfähigkeit des Beobachters.

Sternbedeckungen können auch mit kleinen Geräten mit einer möglichst sicheren Auflage gut beobachtet werden. Es eignet sich bereits ein Feldstecher oder ein Bastelfernrohr 50/540 dazu, wenn nicht gerade Bedeckungen von Sternen der achten Größenklasse oder noch schwächerer Sterne damit beobachtet werden sollen.

Die Zeitmessung bei Sternbedeckungen

Beim Beobachten einer Sternbedeckung ermittelt man den Augenblick, in dem der Stern verschwindet oder wieder sichtbar wird. Hierbei sollte der Amateurastronom eine Genauigkeit von 0,1 s anstreben. Das läßt sich mit einer Stoppuhr erreichen, wenn diese an ein Zeitzeichen angeschlossen werden kann. Am besten eignet sich dazu das Dauerzeitzeichen, das z. B. auf 4525 und 5000 kHz zu empfangen ist. Aber auch das Rundfunkzeitzeichen kommt in Frage. Es wird fast zu jeder vollen Stunde mit 6 Impulsen (Sekunden 55-60 der letzten Minute) ausgestrahlt. Arbeitet man mit dem Dauerzeitzeichen, so betätigt man die Stoppuhr z. B. 5 oder 6 s nach dem Minutenimpuls, während man den Anschluß an das Rundfunkzeitzeichen günstigerweise beim Einsetzen des letzten (langen) Impulses vornimmt. Auch wenn das nicht immer zu realisieren ist, sollten doch die Laufzeiten der Stoppuhr nach Möglichkeit kurz bleiben. In jedem Fall muß man die Stoppuhr vor dem Beginn der Beobachtungen einem gründlichen Uhrexamen unterziehen, um ihren systematischen Fehler zu ermitteln. Hat man z. B. gefunden, daß die Uhr in einer Stunde durchschnittlich 0,8 s vorgeht, dann sind bei einer Laufzeit von 15 min 0,2 s vom angezeigten Wert abzuziehen.

Bei der Zeitmessung tritt noch ein Fehler in Erscheinung – die sogenannte persönliche Gleichung! Das ist die Verzögerung, mit der die Stoppuhr nach dem Verschwinden oder Wiedererscheinen des Sterns betätigt wird. Man muß sie also vom Meßergebnis der Sternbedeckung abziehen. Die persönliche Gleichung ist bei den einzelnen Beobachtern unterschiedlich groß und muß von jedem selbst eingeschätzt werden. Im Mittel liegt sie bei 0,3 s.

Die Auswertung der Beobachtungen

Wie man seine Beobachtungen auswerten kann, soll an einem Beispiel gezeigt werden:

1979 Jan. 20, ZC 1850, 6^m5, Austritt am dunklen Rand
Nachträglicher Anschluß an das Zeitzeichen
Anzeige der Stoppuhr
korrigierte Anzeige der Stoppuhr x)
Meßergebnis
persönliche Gleichung
Meßergebnis nach Abzug der persönlichen Gleichung
x) Die benutzte Stoppuhr geht in einer Stunde 0,8 s vor.

01^h 58^m 06^s UT
13^m 21^s8
13^m 21^s6
01^h 44^m 44^s4
0^s4
01^h 44^m 44^s0 UT

Geografische Koordinaten des Beobachtungsortes

Die große Mondparallaxe ist die Ursache dafür, daß die Bedeckung ein und desselben Sterns für verschiedene Orte auf der Erde zu verschiedenen Zeitpunkten stattfindet. Sollen die Meßergebnisse von Sternbedeckungen einen wissenschaftlichen Wert haben, müssen die geografischen Koordinaten des Beobachtungsortes auf 1'' und seine Höhe über NN wenigstens auf 30 m genau bekannt sein.

In einigen Fällen sind diese Angaben beim VEB Geodäsie und Kartografie zu erfahren. Zur Orientierung sei noch erwähnt, daß 1'' auf 50° geographischer Breite etwa 30 m in Breite und 19,5 m in Länge entspricht.

Arbeitsgruppe Sternbedeckungen im Kulturbund

Vom ZFA wurde 1976 eine „Arbeitsgruppe Sternbedeckungen“ gegründet. Ihr Leiter ist Edgar Otto, Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“, 728 Eilenburg, Am Mansberg. Alle interessierten Amateure sind dazu aufgerufen, sich mit ihm in Verbindung zu setzen. Die Zentralstelle sammelt die gemeldeten Resultate und leitet sie an das Royal Greenwich Observatory zur Auswertung weiter. Nach einigen Monaten werden dann von dort die Abweichungen zwischen Beobachtung und Berechnung für die einzelnen Messungen mitgeteilt.

Ernsthaftige Interessenten, die bereits einige Erfahrungen bei Bedeckungen aus dem „Kalender für Sternfreunde“ gesammelt haben, können von der Arbeitsgruppe Vorhersagen für etwa 600 Sternbedeckungen im Jahr erhalten.

Bei Zusammenkünften der AG besteht die Möglichkeit des Erfahrungsaustausches zwischen den einzelnen Mitgliedern.

Literaturhinweise: Angaben über Rundfunkzeitzeichen in „Astr. u. Raumfahrt“, Heft 2/74, S. 58. – Hilfsmittel für Positionswinkeldarstellung in „Astr. in der Schule“, Heft 2/76, S. 48.

Die Sichtbarkeitsperiode des Jupiter 1978/79

Bericht der Arbeitsgruppe Planeten

1. Einleitende Bemerkungen

An den Beobachtungen während der Jupitersichtbarkeit 1978/79 beteiligten sich:

H.-J. Blasberg	Dresden	Cassegrain 210 mm
W. Görs	Jena	Refraktor 125/1500 mm
H.-D. Grelßner	Friedersdorf	Refraktor 80/840 mm
K.-H. Mau	Wegeleben	Refraktor 63/840 mm
H.-J. Mettig	Dresden	Coudé-Refr. 150/2250 mm

Am Ende des Beobachtungszeitraumes lagen 170 Jupiterzeichnungen, rund 120 Zentralmeridianpassagen verschiedener Objekte sowie über 200 Intensitätsschätzungen vor. Das Material umfaßt den Zeitraum von Oktober 1978 bis Mai 1979. Allerdings ist das Geschehen bis Januar nur sehr spärlich durch Zeichnungen dokumentiert.

2. Allgemeines zu den beobachteten Erscheinungen

2.1. Die tropischen Breiten auf Jupiter

Die beiden Äquatorialbänder NEB und SEB waren wieder die dunkelsten und breitesten Bänder. Im Gegensatz zum Vorjahr war das NEB recht kompakt, denn Aufspaltungen in Nord- und Südkomponente, Riftbildungen sowie ausgedehnte Dunkelballungen traten nicht mehr auf. Das SEB dagegen war meist in zwei Komponenten aufgespalten. An seinem scharf begrenzten Südrand hatten sich, wie schon vereinzelt in der letzten Sichtbarkeitsperiode beobachtet [1], Kerben gebildet. In mittleren Instrumenten war auch sichtbar, daß mit diesen Kerben ausgedehnte, helle Wolken in der STzZ standen.

Sehr eindrucksvolle Erscheinungen waren drei intensive Granatflecke am Nordrand des NEB (siehe 3.2.). Charakteristisch für die EZ waren wieder Girlanden vom NEB aus, die helle Wolken der Äquatorzone einschlossen oder auf das EB zuliefen. Außer dem unter 3.3. beschriebenen WOS-Objekt befanden sich dort keine bemerkenswerten Objekte mehr.

2.2. Die gemäßigten und polaren Breiten

In den gemäßigten und polaren Breiten konnten auf der Nordhalbkugel keine besonderen Erscheinungen festgestellt werden. Das NTB war zwar etwas besser als im Vorjahr zu sehen, blieb aber auch mit einem 150-mm-Refraktor oftmals an der Wahrnehmbarkeitsgrenze. Die Zonen NTrZ und NTZ waren somit etwa gleich hell. Ein noch in der letzten Periode ausgeprägtes NNTB war fast immer unsichtbar. Nur bei entsprechend guten Beobachtungsbedingungen gelang das Erkennen von streifigen Strukturen am Südrand der NPR.

Auf der Südhalbkugel zeigte sich das STB mit der seit 1977 beständigen Lücke zwischen WOS-FA und -BC, jedoch besaß es auch am WOS-FA-seitigen Ende nur eine sehr geringe Intensität. Dicht oberhalb der STB-Lücke trat ein intensives SSTB auf.

3. Auswahl von beobachteten Objekten

3.1. Der GRF

Der Große Rote Fleck war diesmal bedeutend besser sichtbar als in den letzten zwei Beobachtungsperioden. Die helle GRF-Bal existierte nur noch bis Ende 1978, denn noch im November war der Anblick des Flecks ähnlich wie 1977/78. Spätestens im Februar 1979 war aber der GRF direkt mit dem SEB verbunden. Seine Intensität überstieg nicht die des umgebenden SEB; das Zentrum des GRF wurde 1979 heller als die dunkel umströmten Randgebiete.

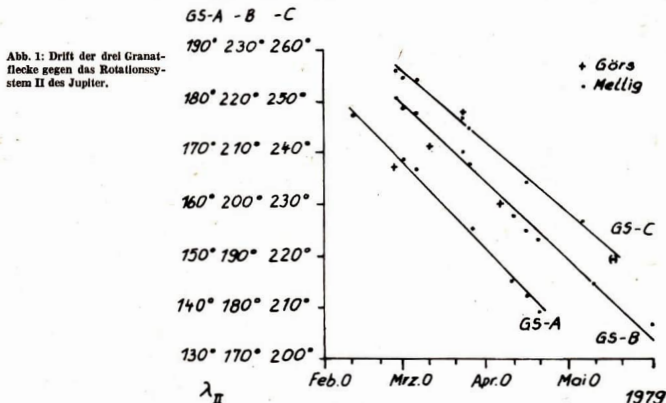
3.2. Granatflecke

Die dunkelsten Objekte der Jupiteratmosphäre waren drei Granatflecke am Nordrand des NEB. Ihre Klassifikation als „klassische“ Granatflecke ist jedoch wegen der etwas länglichen Form nicht ganz einwandfrei. So werden sie z. B. in [2] als NEBn-Barren eingeordnet.

Der Verfasser hat die drei Objekte, der Längenposition nach geordnet, willkürlich mit GS-A, -B und -C bezeichnet.

Alle drei Granatflecke wurden erst ab Februar beobachtet. GS-B war noch zum Schluß der Sichtbarkeitsperiode gut sichtbar. GS-A blieb auf den Zeichnungen bis zum 19. 04. ein auffälliges Objekt. Bei der nächsten Beobachtung am 08. 05. konnte es nicht mehr genau identifiziert werden. Für GS-C gilt ähnliches; die letzte sichere Beobachtung stammt vom 08. 05., und am 16. 05. wurde an der fraglichen Stelle nur noch eine schwache Wolke gesehen.

Abb. 1 zeigt die Drift der drei Flecke gegen das Rotationssystem II.



Nicht mit aufgenommen wurden Positionsmessungen von K.-H. Mau. Diese Meßwerte haben wegen der schwierigen Sichtbarkeit der Granatflecke im 63-mm-Refraktor eine zu hohe Streuung ($s = 8^\circ$) und würden in der Grafik nur verwirren.

Es folgen die wahrscheinlichsten Bewegungselemente (Beobachter Görs und Mettig):

GS-A 11. 02. 1979 bis 19. 04. 1979 $n = 8$
 $\lambda_{11} = 178,4^\circ - 0,571^\circ$ (J. D. - 2443915) $s = 1,0^\circ$

GS-B 26. 02. 1979 bis 30. 05. 1979 $n = 11$
 $\lambda_{11} = 220,5^\circ - 0,506^\circ$ (J. D. - 2443931) $s = 1,3^\circ$

GS-C 26. 02. 1979 bis 04. 05. 1979 $n = 8$
 $\lambda_{11} = 256,6^\circ - 0,454^\circ$ (J. D. - 2443931) $s = 1,0^\circ$

„ s “ ist die quadratische Streuung der Meßwerte gegen die Regressionsgerade und „ n “ die Anzahl der Beobachtungen. Um eventuelle systematische Fehler bei der Zusammenfassung mehrerer Beobachter auszuschalten, wurden auch die Elemente nur aus Positionsmessungen des Verfassers errechnet:

GS-A 11. 02. 1979 bis 19. 04. 1979 $n = 7$
 $\lambda_{11} = 178,9^\circ - 0,579^\circ$ (J. D. - 2443915) $s = 0,8^\circ$

GS-B 26. 02. 1979 bis 30. 05. 1979 $n = 10$
 $\lambda_{11} = 220,5^\circ - 0,505^\circ$ (J. D. - 2443931) $s = 1,3^\circ$

GS-C 26. 02. 1979 bis 04. 05. 1979 $n = 7$
 $\lambda_{11} = 256,5^\circ - 0,455^\circ$ (J. D. - 2443931) $s = 0,8^\circ$

Da bei manchen Positionen relativ hohe Abweichungen zur mittleren Bewegung auftreten und dagegen fast alle Werte sehr sicher sind, läßt sich vermuten, daß die Drift der Granatflecke keineswegs eine gleichförmige war.

Jedoch waren dies nicht die einzigen Erscheinungen am Nordrand des NEB. Ein weiteres, zumeist schwaches granatfleckverächtiges Objekt bewegte sich von etwa 125° (Anfang Februar) bis zu einer Länge von etwa 100° (Anfang Mai) im System II.

Weiterhin konnte an manchen Tagen mit guter Luft dicht unterhalb des NEB etwa in der Breitenlage der Granatflecke ein sehr schwaches Band beobachtet werden. Das zuletzt beschriebene Objekt wurde öfter mit solch einem Band in Verbindung gesehen.

3.3. Langlebiges WOS-Objekt am Nordrand des SEB

Dieses WOS trat schon 1977/78 auf [1]. Die erste Beobachtung in dieser Sichtbarkeitsperiode gelang am 08. 10. 1978. Wegen der großen Helligkeit des Objekts konnten Zeiten der Zentralmeridiandurchgänge sehr leicht genommen werden.

03. 02. 1979 bis 07. 05. 1979 $n = 9$
 $\lambda_{II} = 60,7^\circ + 0,778^\circ$ (J. D. - 2443908) $s = 1,0^\circ$

Letztmalig wurde das WOS am 26. 05. gesehen; die dabei erhaltene Position weicht aber stark von der Ausgleichsgerade der übrigen Werte ab.
 Die Bewegungselemente zeigen auch, daß die in [1] gegebene Geschwindigkeit von $+0,697^\circ/d$ offensichtlich zu niedrig gewählt worden ist.

3.4. Die drei WOS-Objekte im STB

Das WOS-DE blieb als einziges der drei langlebigen STB-WOS-Objekte gut sichtbar. Es konnten folgende Bewegungselemente hergeleitet werden:

10. 02. 1979 bis 15. 05. 1979 $n = 6$
 $\lambda_{II} = 154,7^\circ - 0,633^\circ$ (J. D. - 2443915) $s = 1,0^\circ$

WOS-BC bildete ein Ende der genannten STB-Lücke und war nur im 125-mm- und 150-mm-Refraktor erkennbar. Aber selbst im Coudé-Refraktor wurden genaue Positionsbestimmungen zum Problem. Sinnvoll ist deshalb nur die Angabe der mittleren Geschwindigkeit:

04. 11. 1978 bis 21. 03. 1979 $n = 9$
 $\omega_{II} = -0,49^\circ/d$ $s = 2,4^\circ$

Um den 20. 02 erfolgte eine Konjunktion mit dem GRF. Zu dieser Zeit war das WOS intensiv weiß und somit am besten sichtbar. Auffällig wurde dabei auch die sehr geringe Ausdehnung dieses Objektes.

WOS-FA wurde kaum noch als „weißer ovaler Fleck“ beobachtet. Deutlich sichtbar war aber dafür eine nahe, sicherlich mit dem WOS in Zusammenhang stehende Strömung in der STRZ. Zu manchen Zeiten besaß diese Strömung eine täuschende Ähnlichkeit mit dem GRF. Andere Male hatte sie das Aussehen eines der genannten SEB-Kerben mit weißem Fleck in der STRZ. Die genäherte Driftgeschwindigkeit des WOS-FA läßt sich somit anhand von Positionen der STRZ-Störung ermitteln:

19. 01. 1979 bis 04. 05. 1979 $n = 4$
 $\omega_{II} = -0,49^\circ/d$ $s = 2,8^\circ$

Im Mai konnte auch bei WOS-BC solch eine GRF-ähnliche Störung gesehen werden. Anhand der Zeichnungen läßt sich feststellen, daß ihre Entstehung zwischen Mitte April und Anfang Mai gelegen haben muß.

3.5. Weiße Flecke südlich des STB

Südlich des STB wurden drei relativ langlebige weiße Flecke verfolgt, einer davon im SSTB. Letzterer wurde bis Ende März identifiziert, ein weiterer bis zu seiner Konjunktion mit dem GRF Anfang April. Das dritte Objekt konnte bis in den Mai hinein gesehen werden. Die Geschwindigkeiten aller drei Flecke lagen bei den für diese Strömungszone üblichen Werten [3].

3.6. Weißer Fleck im SEB

Mehreren Beobachtern gelang vom 25. 02. bis zum 05. 03. (?) bei $\lambda_{II} = 150^\circ \dots 160^\circ$ die Beobachtung eines auffälligen weißen Flecks im SEB. Seine Identifikation am 05. 03. ist allerdings sehr unsicher. Vermutlich besaß das Objekt eine recht hohe Bewegung in Richtung des Systems II.

4. Zu den Abbildungen:

Hier sind Zeichnungen zusammengestellt, die am 150-mm-Coudé-Refraktor der Volkssternwarte Radebeul angefertigt worden sind. Zu beachten ist wieder das Ost-West-seitenverkehrte Bild.

Abb. 2 und Abb. 3 zeigen die Südhalbkugel Jupiters am 10. 02. bzw. am 21. 03. 1979. Gut zu erkennen sind der Große Rote Fleck sowie das „über“ ihn hinwegziehende WOS-BC. Die in Abb. 2 eingezeichnete Lücke im rechten Teil des SSTB ist eines der unter 3.5. beschriebenen weißen Flecke.

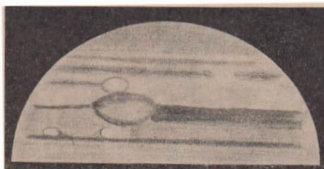


Abb. 2:

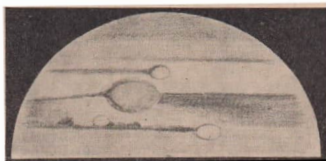
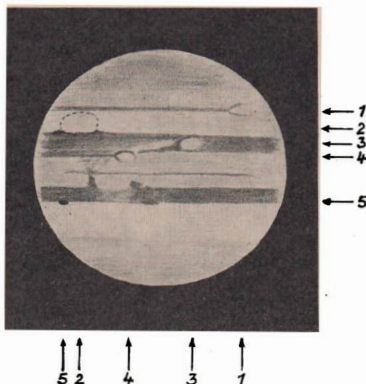


Abb. 3:

Ein Vergleich solcher Zeichnungen mit den Voyager-Aufnahmen (s. A. u. R. 6/79) mag viele in der Meinung bestärken, daß heut-zutage Amateurbesichtungen des Jupiter keinerlei Wert mehr besitzen. So ist es aber nicht. Gewissenhaft durchgeführte Beobachtungsserien größeren Ausmaßes können auch heute noch einen, wenn auch sehr bescheidenen, Beitrag zur Klärung bestimmter Fragen leisten. In diesem Zusammenhang ist es erwähnenswert, daß von englischen und französischen Fachastronomen ein Programm erarbeitet wurde, das Amateuren die Gelegenheit gibt, simultan mit den Missionen von Voyager 1 und 2 zu beobachten. Dieses Programm soll außerdem noch auf den Planeten Saturn ausgedehnt werden. Man erhofft sich dadurch, atmosphärische Vorgänge über einen längeren Zeitraum besser verfolgen zu können.

Abb. 4 ist eine Zeichnung vom 26. 02. Auf ihr sind einige interessante, im Text aufgeführte Objekte näher gekennzeichnet.

- Nr. 1 ... WOS-Objekt DE (s. 3.4.)
 2 ... SEB-Kerbe und weißer Fleck in der StrZ (s. 2.1.)
 3 ... Weißer Fleck im SEB (s. 3.3.)
 4 ... WOS-Objekt am Nordrand des SEB (s. 3.3.)
 5 ... Granatfleck GS-B (s. 3.2.)
 Objekt Nr. 4 ist außerdem noch in Abb. 2 zu erkennen



Literatur:

- [1] Mettig, H.-J.: Die beiden Sichtbarkeitsperioden des Jupiter 1976/77 und 1977/78; *Astronomie und Raumfahrt* 1/1979
 [2] *Mitteilungen für Planetenbeobachter*, Berlin-West; Jahrgang 3, Nr. 3/79, [3] Kowalec, Ch.: Optische Beobachtungen zur Struktur der Jupiteratmosphäre. *Die Sterne*, 46 (1970), Heft 5.

Berichtersteller: HANS-JÖRG METTIG

Bemerkung zur Mondfinsternis vom 13./14. März 1979

Der Verfasser beobachtete die Mondfinsternis vom 13./14. März 1979 bei guten Wetterbedingungen, klarem Himmel und einiger Feuchtigkeit der Luft. Diese mag wohl wieder die Ursache der schon von ihm beschriebenen Mondhöfe gewesen sein. Darum konzentrierte sich der Verfasser auf die Beobachtung der Haloscheinungen, um festzustellen, ob sie von der Helligkeit des Mondes abhängen. Es stellte sich heraus, daß sie davon unabhängig sind. Denn auch während der größten Phase der Verfinsternung war der große Kreis von etwa 45" Durchmesser zu sehen.

Der Verfasser stellt die Frage, sind die Mondhalos nur von der Stellung des Mondes in seiner Umlaufbahn um die Erde abhängig? Denn die besonders schönen Halos beobachtete er immer nur um die Vollmondphase, niemals bei kleinen Phasen.

MATHIAS SCHMÖGNER

Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (I)

Meteorbeobachtungen im April und Mai

Die Perseiden stehen bei der Beobachtung von Meteoren an der Spitze. Im Laufe des Jahres erscheinen jedoch noch eine ganze Reihe anderer Ströme, die aus verschiedenen Gründen nicht so attraktiv sind, aber dennoch sehr interessant. Innerhalb eines Jahres von „Astronomie und Raumfahrt“ sollen einige Meteorströme mit ihren Besonderheiten vorgestellt werden, ergänzt durch Hinweise für Meteorbeobachtungen.

1. Die **Virginiden** können in der ersten Aprilhälfte beobachtet werden. Das Maximum (9. 4.) mit etwa fünf Virginiden pro Stunde ist flach. Typisch sind recht langsame Meteore, die oft gelb leuchten. Der Radiant liegt am 9. 4. bei $\alpha = 210^\circ$, $\delta = -10^\circ$ und verlagert sich täglich etwa 1° in östliche Richtung. Abb. 1 zeigt das Gebiet des Radianten und eine Reihe von Vergleichssterne für Helligkeitsschätzungen (auf 0% genau), sowie die Felder zur Bestimmung der Grenzhelligkeit (s. 4.3.)
2. Die **Lyriden**, meist weiße Meteore ohne Schweif, sind um den 22. 4. zu beobachten (Radiant $\alpha = 273^\circ$, $\delta = +34^\circ$), die maximale Rate beträgt 7-8 Lyriden pro Stunde. Dieser Meteorstrom ist ein Auflösungsprodukt des Kometen 1861 I. Dagegen ist der ekliptikale Strom der Virginiden offenbar mit dem Planetoidensystem verbunden. Die Partikel sind viel breiter verteilt und dadurch die Sichtbarkeitsdauer länger und das Maximum flach. Auch die Definition des Radianten ist bei den Virginiden schlechter als bei den Lyriden.
3. Die **η -Aquariden** sind ein weiterer kometaryer Strom, der mit dem Kometen Halley in Zusammenhang steht. Das Maximum wird am 4. 5. erreicht. Hier treten oft Schweiferscheinungen auf, die Rate liegt bei 10 pro Stunde. Der Radiant ($\alpha = 338^\circ$, $\delta = -1^\circ$) ist erst am Morgenhimmel sichtbar, so daß die zweite Nachthälfte bevorzugt zum Beobachten genutzt werden soll.

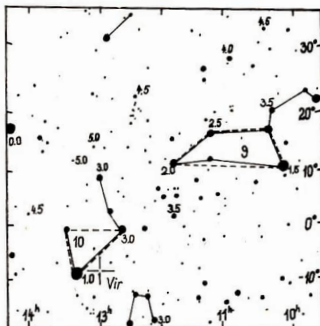


Abb. 1: Karte mit Sternhelligkeiten (auf 0.5 gerundet) für die Beobachtung der Virgiden. Die gestrichelten Felder sind für die Bestimmung der Grenzheiligkeiten vorgesehen (Angabe z. B. Feld 9: 8 Sterne beobachtet)

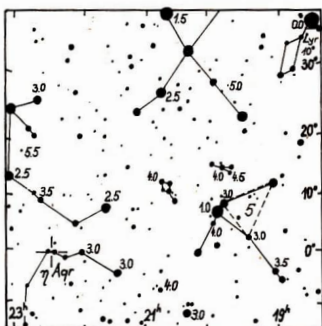


Abb. 2: Feld für die Beobachtung von Lyriden (Radiant 10° westl. von Vega, s. Pfeil) und η-Aquariden am Morgenhimmel.

Hinweis für visuelle Meteorbeobachtungen

- 4.1. Sorgfältige Vorbereitung (Einprägen von Sternhelligkeiten und der Lage des Radianten, bequeme Beobachtungshaltung)
- 4.2. Beobachtungsmethoden:
 - Zählung der in einem vorgegebenen Feld erscheinenden Meteore.
 - Erfassen von Daten (Bahnentragung, Zeit, Helligkeit, Stromzugehörigkeit, Winkelgeschwindigkeit, Dauer, Farbe, Besonderheiten; vgl. dazu „Astronomie und Raumfahrt“ (2/77 und 2/79).
- 4.3. Bestimmung der Grenzheiligkeit (Ausählen der Sterne in bestimmten Feldern – in den Abb. gestrichelt eingezeichnet –).
- 4.4. Weitere Angaben, die benötigt werden, um Ergebnisse verschiedener Beobachter zu vergleichen:
 - Beobachtungsdauer (Abzug von Unterbrechungen!) und Zeitraum
 - genaue Angaben über Wolken (Anteil des bedeckten Feldes und Dauer)
 - Feldgröße (insbesondere bei Beobachtungen aus Kuppeln o. ä.)
- 4.5. Meteore erscheinen statistisch verteilt (zeitlich), so daß erst mit zunehmender Beobachtungsdauer brauchbare Angaben über die Aktivität gewonnen werden. D. h. die Beobachtung soll mindestens eine Stunde dauern. Bei Mondlicht, Dämmerung, Dunst oder auch geringer Konzentration nicht beobachten.
- 4.6. Ergebnisse und Anfragen können an die Arbeitsgruppe „Meteore“, Astronomisches Zentrum „Bruno H. Bürgel“, 15 Potsdam, Neuer Garten gerichtet werden.

JÜRGEN RENDTEL

Kurzberichte

Versuche es selbst! –

Lösungen aus Heft 1/79

Gemeinsam mit dem Autor der Aufgabe, Herrn Erich Litzroth, forderten wir die Leser in Heft 1/79, Seite 31 auf, die Abbildung auf dem Einbanddeckel des Lehrbuches „Astronomie 10“ kritisch zu betrachten. Daß nur drei Leser der Redaktion Lösungen einsandten, heißt sicher nicht, daß die Mehrzahl der Leser dem Denkanstoß keine Beachtung schenkte oder nicht auf die Lösung hätte kommen können.

Zwei Einsender lösten beide Teile der Aufgabe richtig, beim dritten ist nur die erste Teillösung richtig. Lösungen sandten uns ein:

Manfred Mootz, 9932 Bad Brambach/Vogtl., Ringstr. 13; Klaus Rümmler, 9012 St. Michaels 64 d, Fach 35–152; Jens Strauß, 9624 Langenhessen, Mittelweg 35.

Zum ersten Teil der Aufgabe („Was ist an der Darstellung grundsätzlich falsch?“) schrieb uns Herr Mootz:

„Grundsätzlich falsch an der Darstellung auf dem Einbanddeckel von „Astronomie 10“ ist die Phasengestalt eines der beiden Himmelskörper. Es läßt sich kein Punkt finden, in welchen man die Sonne setzen könnte, damit diese beiden Himmelskörper (Erde und Erdmond; d. Red.) die dargestellten Beleuchtungsverhältnisse zeigen. ...“

Für den zweiten Teil, in dem gefragt wurde, in welcher Entfernung sich das Raumschiff von der Erde befunden haben müsse, geben wir die Lösung von Herrn K. Rümmler wider:

„Der Betrachter befände sich etwa 222000 km vom Erdmittelpunkt entfernt. Aus der zeichnerischen Darstellung ergibt sich als Verhältnis der scheinbaren Durchmesser von Erde und Mond 210 mm:21 mm, also 10:1. Das ist gleichzeitig das Verhältnis der Radien. Da der Winkelabstand von Erde und Mond sehr klein dargestellt ist, kann man zur Berechnung die Mittelpunkte von Mond und Erde und den Beobachterstandpunkt auf einer Geraden angeordnet annehmen. Dabei werden weder der scheinbare Monddurchmesser noch die wahre Entfernung Erde-Mond wesentlich verändert.“

Aus der Zeichnung auf dem Lehrbuchumschlag kann man weiterhin qualitativ ableiten, daß der Abstand vom Betrachter zur Erde bzw. zum Mond wesentlich größer sein muß als der Erd- bzw. Mondradius. Das Verhältnis der scheinbaren Radien von Erde und Mond kann demzufolge mit hinreichender Genauigkeit als reales Radienverhältnis betrachtet werden (vgl. auch Abb. 1).

$$\begin{aligned} MN &= 1738 \text{ km (Mondradius)} \\ EF &= 6371 \text{ km (Erdradius)} \\ EG &= 673 \text{ km (1/10 Erdradius)} \\ EM &= 384400 \text{ km (Erde bis Mond)} \\ BE &= x \text{ km (Betrachter bis Erde)} \end{aligned}$$

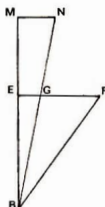
$$MN:EG = BM:BE$$

$$\begin{aligned} 1738 \text{ km} : 673 \text{ km} &= (384400 \text{ km} + x \text{ km}) : x \text{ km} \\ 2,73 &= 384400 : x + 1 \\ x &= 222000 \end{aligned}$$

Wir danken sowohl dem Autor als auch den Lesern für ihre eingesandten Lösungen.

H. A.

Abb. 1



„Astronomie“ 1979 —

astronomisches Jugendlager in Zittau

Sommerlager für jugendliche Amateurastronomen: Das ist seit Apolda 1977 und Kirchheim 1978 für viele ein Begriff. Bei uns war es nur ein Pausengespräch bei der zentralen Astrotagung im Oktober 1978, welches den Stein ins Rollen brachte. Könnten die Zittauer nicht auch mal ein Sommerlager ausrichten? Natürlich waren wir nicht sofort hell begeistert davon. Viele Dinge sind dabei zu bedenken: Unterbringung, Betreuung, Programm und so weiter. Schließlich arbeitet in der Zittauer Sternwarte niemand professionell. Alle Arbeiten müssen nach der normalen täglichen Arbeitszeit durchgeführt werden. Und schon für die alltäglichen anfallenden Aufgaben gehört eine Menge Enthusiasmus. Im November hatten wir uns nach gründlichen Beratungen entschieden. Wir führen das Jugendlager durch, wenn wir eine Jugendherberge bekommen. Auf eine Zeltübernachtung wollten wir uns nicht einlassen. Mit dieser Entscheidung begann die Arbeit und damit der Papierkrieg. Wir wollen uns ersparen hier alle organisatorischen Schwierigkeiten aufzuzählen. Die verantwortlichen Stellen für die Vermittlung von Jugendherbergplätzen zeigten für unser Lager absolut kein Entgegenkommen.

Schließlich fanden wir in der fast 650 m hoch gelegenen „Laisitzer Hütte“, einer kleinen Bande unterhalb der Lausche im Kurort Waltersdorf noch eine Unterkunft. Über die Schnellmittellungen wurde nun ein Aufruf zum Jugendlager „Astronomie 1979“ ausgegeben. Es sollte ein Lager für solche Amateure sein, die erst am Anfang ihrer Laufbahn stehen. Der Termin stand nun auch fest. Vom 24. August bis 29. August sollten etwa 25 Jugendliche bei uns zu Gast sein. Schon Ende Mai lagen dem Unterzeichnenden über 50 Bewerbungen vor. Es mußte der Hälfte aller Bewerbungen abgeschrieben werden. Waren für eine Ab-

lehnung keine triftigen Gründe vorhanden, so entschied das Los über die Teilnahme.

Da das Lager für Anfänger gedacht war, wurde großer Wert auf wirklich praktische Anleitung zum Beobachten gelegt. Nicht alles wurde von den Zittauer Sternfreunden selbst geboten. Die Teilnehmer sollten ihr Lager auch selbst mitgestalten. Beispielsweise hielt Dagmar Klatte, selbst Teilnehmer am Lager, einen Vortrag über die Sonne und Sonnenbeobachtung. Ralph Floegel aus Wittenberge sprach über den Selbstschiff eines Parabolspiegels, ein Vortrag, welcher zu mancher Frage anregte und Diskussionen hervorrief. Einige der angemeldeten Vorträge fielen allerdings dann doch dem Zeitdruck zum Opfer. Anhand von Originalaufnahmen der Sternwarte aus einer halbjährigen Überwachung des Sternes SS Cygni konnten die Teilnehmer selbst ihre Lichtkurve mit Hilfe des Argelander-Verfahrens erarbeiten. Steffen Ziemer und Matthias Scholz sprachen über Aspekte der Planetenforschung durch Raumsonden sowie über Methoden der Planetenbeobachtung durch den Amateure. Schließlich gaben Wolfgang Müller und Dietmar Kittä erste Einführungen in die verschiedensten Methoden der Astrofotografie, wie sie auch der mit einfachen Amateurmitteln ausgerüstete Liebhaber durchführen kann. In einem Schauvortrag wurde dann die Verarbeitung des fotografischen Materials gezeigt. Es wurde demonstriert, wie einfach es beispielsweise ist, mit FU 5 zu arbeiten oder Vergrößerungen herzustellen.

Überblickt man den ganzen Vortragsstell, so könnte man fast sagen, es war eine Sommerschule für Astronomie. Doch dem war nicht so. Petrus hatte für uns hinsichtlich des Beobachtungswetters ein offenes Ohr. Fast mit konstanter Regelmäßigkeit klarte der Himmel abends auf. Schon am zweiten Abend erstiegen wir alle die fast 800 m hohe Lausche. Beim Abmarsch lag die „Laisitzer Hütte“ in den Wolken. Auf der letzten Schleife des serpentinenartigen Weges wurden die ersten Sterne sichtbar. Oben angekommen genossen wir einen Anblick, wie ihn von den Anwesenden kaum einer vorher gesehen hatte. In den Tälern standen die Wolken wie schwere Tücher, aber die umliegenden Gipfel lagen fast ausnahmslos über den Wolken. Und dann erst der Anblick des Himmels! Bis tief in die Gegenden des Schützens konnten mühelos mit dem Feldstecher Sternhaufen und Nebel aufgefunden werden. M 13 war mit bloßem Auge leicht zu erkennen. Mit dem Fernglas konnten selbst schwierige Objekte wie der Triangelnebel und der Nordamerikaner ausgemacht werden. Die Milchstraße zerteilte den Himmel förmlich in zwei Hälften. Ein solcher Himmelsanblick war vor allem für die Großstädter ein echtes Erlebnis. Allerdings trieben uns dann doch Temperaturen unter 8°C und aufkommender Wind vom Gipfel. Mittlerweile war auch weiter unten der Himmel aufgeklart. Der 80/1200 Refraktor und der 80/500 Kometsucher wurden in Betrieb genommen. Kameras wurden für Spuraufnahmen fertiggestellt. Die Beobachtung währte bis in die frühen Morgenstunden. Am dritten Tag besuchten wir die Volkssternwarte Jonsdorf. Der Weg führte uns über die Nonnenfelsen, Sandsteingebilde, wie man sie auch in der Sächsischen Schweiz findet. Abends wurde es wieder klar und eine Gruppe konnte nach nächtlicher Wanderung durch den Hohlsteinweg am 26-cm-Nasmyth in Jonsdorf beobachten. Der Ringnebel und der Andromedanebel fanden die größte Anerkennung. Der vorletzte Tag brachte uns eine Wanderung durch das Jonsdorfer Mühlsteinbruchgebiet. Wenn es auch ab und zu regnete, so war doch beispielsweise die Besichtigung der „Orgel“, ein in der Welt einmaliges Sandsteingebilde, die Mühe wert. Im Anschluß daran führten wir mit der Schmalspurbahn nach Zittau. Abends konnten wir uns wieder um eine Stufe steigern. Wir beobachteten am Zittauer 40-cm-Spiegel. Trotzdem, daß in Zittau nicht die Durchsicht herrschte wie im Gebirge, bot der M 13 bei 185facher Vergrößerung einen wunderbaren Anblick. In viele glitzernde Einzelsterne aufgelöst, war er prachtvoll anzusehen. Neben ihm beeindruckten Ring- und Hantelnebel. Schwierige Objekte, wie ein lichtschwacher planetarischer Nebel im Schwan, demonstrierten die Leistungsfähigkeit des Spiegels. Die Jugendlichen nutzten die Möglichkeit unter Anleitung mit der Schmidtkamera zu

fotografieren. Die Aufnahme wurde natürlich gleich im Anschluß daran entwickelt; das Ergebnis war erfolgreich. Dank der Unterstützung der VEB Robur-Werke kam gegen 21 Uhr ein Sonderbus, der die ersten müde gewordenen nach Waltersdorf brachte. Dort wurden sie wieder sehr munter und packten die Fernrohre zum weiteren Beobachten aus. 23 Uhr erschien der Bus erneut und fuhr die letzten Sterngucker zurück zur Jugendherberge. Viel zu schnell kam der letzte Tag heran. Abends sollte eine Abschiedsfeier mit großem Bratwurstessen am Lagerfeuer stattfinden. Am Nachmittag traf Besuch aus Berlin ein, Frau Klar, Sektorenleiterin beim Kulturbund der DDR konnte sich einen Eindruck von unserem Sommerlager verschaffen. Wie auf Bestellung blieb an diesem Abend der Himmel wolkenverhangen, damit sich auch der fanatischste Beobachter nicht zu ärgern brauchte. Bis spät in die Nacht wurde gefeiert und erzählt. Alle waren der einhelligen Meinung, ihr Kommen nicht bereut zu haben.

An dieser Stelle ist es notwendig all denen, die uns bei der Vorbereitung und Durchführung tatkräftig unterstützten, unseren Dank auszusprechen. In erster Linie gilt es dem ZFA und der Abteilung Natur und Heimat vom Kulturbund der DDR, welche das Lager großzügig finanzierten. Weiterhin dem VEB Robur-Werke Zittau hinsichtlich der Bereitstellung von Bus und LKW für die Erledigung von Transportaufgaben. Nicht zuletzt Frau Elfriede Kitta von der Konsumverkaufsstelle 1102; ihr gilt unser Dank für die Bereitstellung von Lebensmitteln. Die Fachgruppe Zittau dankt der Fachgruppe Jonsdorf, insbesondere Fräulein Gudrun Lorenz für ihre aktive Unterstützung. Abschließend all denen Dank, die sich um die Betreuung und Versorgung der Gäste die größte Mühe gegeben haben.

Im Namen der Volkssternwarte Zittau

DIETMAR KITTA



Abb. 1: Vor der Abreise stellen sich die Jünger Uranias noch einmal der Kamera.

Schulastronomen tagten in Crimmitschau

79 Namen enthält die Anwesenheitsliste der gemeinsamen Tagung, zu der die Forschungsgemeinschaft „Methodik des Astronomieunterrichts“ bei der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR und das Redaktionskollegium der Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ nach Crimmitschau eingeladen hatten. Vom 16. bis zum 18. 10. 1979 versammelten sich in der Käthe-Kollwitz-Oberschule der sächsischen Textilarbeitersstadt Astronomielehrer, Fachmethodiker, Vertreter des Verlages Volk und Wissen und Fachastronomen, um über die inhaltliche und pädagogische Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts und der Arbeitsgemeinschaften „Astronomie und Raumfahrt“ zu beraten. Äußerer Anlaß war, daß vier für die Astronomielehrer unseres Landes bedeutsame Jubiläen auf den Herbst 1979 fielen: Die Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ in Crimmitschau wurde 50 Jahre alt, die DDR feierte den 30. Jahrestag der Staatsgründung; vor 20 Jahren wurde das Fach Astronomie in die Studententafel der polytechnischen Oberschule aufgenommen und die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ konnte ihren 15. Jahrgang vorlegen.

Solche Beratungen finden nicht zum ersten Male statt. Bereits 1972 und 1974, jeweils ebenfalls in den Herbstferien, waren in der Schulumsternwarte Bautzen Kolloquien zur Methodik des Astronomieunterrichts veranstaltet worden, die dem gleichen Ziele dienten, wie das diesjährige Crimmitschauer Treffen: Weiterarbeit an einer wissenschaftlich

begründeten, praktisch handhabbaren Methodik. Sie bildeten Foren für die Diskussion neuer methodischer Schritte, ermöglichten den Dialog zwischen Fach- und Schulastronomie und boten Gelegenheit zu nützlichem Meinungsstreit.

Nach einer fünfjährigen Pause hatte sich ein sehr umfangreiches Material angesammelt, das eine Erweiterung des Rahmens und eine Vergrößerung der Teilnehmerzahl auf mehr als das Dreifache gegenüber den beiden Vorgängertreffen erforderlich machte. Auch ausländische Gäste waren gekommen: Dr. Maria Paóková (Katowice, VR Polen), Eva Mal'arová (Prešov, ČSSR), Luisa Špaková (Košice, ČSSR) und der unseren Lesern als Autor gut bekannte Amateurastronom und Leiter des Planetariums im Technischen Museum Košice, Mathias Schmögner (Medzev, ČSSR).

In seinem Festvortrag „30 Jahre DDR – 20 Jahre Astronomieunterricht“ entrollte Prof. Dr. sc. Manfred Schukowski (Rostock) das Bild einer fest fundierten, dynamisch sich entwickelnden Schulastronomie, die im System der Unterrichtsfächer unserer Oberschulen ihren sicheren und notwendigen Platz gefunden hat und einen unverwechselbaren eigenständigen Beitrag zur Bildung und Erziehung aller Kinder unseres Volkes leistet. Klaus Ullrich (Burg) eröffnete dann die Reihe der methodischen Fachreferate mit vielbeachteten Ausführungen „Zu Problemen der Festigung von Wissen und Können im Astronomieunterricht.“ Zur Gesamtproblematik der Aneignung astronomischer

Kenntnisse durch die Schüler sprachen am ersten Beratungstage weiterhin Helmut Kühnhold (Hettstedt) („Zur Entwicklung des Erkenntnisinteresses der Schüler im Astronomieunterricht“), Wolfgang Severin (Wittenberg) („Eine didaktisch-methodische Variante zur Arbeit mit dem HRD“) und Dr. Christian Friedemann (Jena) („Zur Behandlung der Spätstadien der Sternentwicklung“).

Schon an diesem ersten Tage machte sich überaus angenehm bemerkbar, daß die Organisatoren Mut zu vielen und langen Pausen aufgebracht hatten. Was wir bei unseren zentralen Tagungen für Amateurastronomie erst mühevoll im Begriff sind zu lernen – hier war es freudig genutzte Realität: Nach je zwei Vorträgen (die mit jeweils 20 Minuten Redezeit scharf limitiert waren) ein halbe Stunde Möglichkeit ungezwungenen Gedankenaustausches!

Am zweiten Beratungstage standen Probleme der Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften und der praktischen Beobachtung der Schüler im Vordergrund. Dr. Pańków erläuterte die Situation der astronomischen Arbeit in und mit den Schulen in der VR Polen; Eva Mal'arova die Tätigkeit der astronomischen Volksbildungseinrichtungen in der CSSR. Dr. Fritz Gehlhar (Berlin) sprach über „Wissenschaftliche Erkenntnismethoden im Astronomieunterricht“. Weitere Vorträge befaßten sich mit den Themen „Erfahrungen bei der Verwirklichung des AG-Programms „Astronomie und Raumfahrt“ (Rudolf Brunow, Berlin), „Die Arbeit der AG „Astronomie und Raumfahrt“ (Hans-Dieter Belaschki, Kitzscher), „Zur Funktion der Schülerbeobachtungen im Astronomieunterricht“ (Uwe Walther, Jena), „Intensive Nutzung der Schülerbeobachtungen und deren Integration in den Unterrichtsablauf“ (Dr. habil. Klaus-Günter Steinert, Dresden), „Zur Arbeit des Raumflugplanetariums bei der Vermittlung astronomischer Kenntnisse im Astronomieunterricht (Alfred Müllgass, Cottbus). Das Tagesprogramm schloß mit der Besichtigung des Fachunterrichtsraumes Astronomie für alle Schulen Crimmitschau und mit dem Besuch der fünfzigjährigen gastgebenden Sternwarte.

Am dritten Tage des Treffens befaßten sich die Vorträge und Diskussionen mit dem Generalthema „Unterrichtsmittel“. Hans-Werner Klee (Neuruppin) erläuterte und demonstrierte in einem sehr anregenden Vortrag den „Einsatz fotometrischer Versuche bei der Behandlung astrophysikalischer Sachverhalte“. Volker Kluge (Torgelow) sprach über den „methodischen Einsatz von Diaserien im Astronomieunterricht“ und Klaus Friedrich, Berlin, über „Pädagogische Motivation zur Astrofotografie“.

Mit Recht stellte Dr. Helmut Bernhard (Bautzen) im Schlußwort fest, die Tagung habe ihr Ziel erreicht und eine Fülle von Denkanstößen geliefert. Sie war die in der zwanzigjährigen Geschichte der DDR-Schulastronomie bisher größte und ergiebigste ihrer Art.

Die Amateurastronomen der DDR haben seit langem ein gutes Verhältnis zur Schulastronomie, für deren Entwicklung sie in entscheidenden Phasen Verantwortung übernahmen. Deshalb erregt eine solche Konferenz auch unser Interesse. Mancher gute methodische Gedanke wird, von Crimmitschau ausgehend, auch in die Arbeit der Amateurastronomen hineinwirken, und an vielen Stellen in Referaten und Diskussionen auf der Konferenz wurde deutlich, daß die Tätigkeit der Sternfreunde nach wie vor für den Astronomieunterricht bedeutsam ist. Viele junge Sternfreunde finden den Weg in unsere Fachgruppen und thematischen Arbeitsgruppen, weil sie im Astronomieunterricht und in den Arbeitsgemeinschaften „Astronomie und Raumfahrt“ an ihrer Schule von einem guten Lehrer für unsere Wissenschaft begeistert wurden. Ein Astronomieunterricht, der zu begeistern vermag – dafür hat die Crimmitschauer Konferenz nützliche Ergebnisse gebracht.

Dr. KLAUS LINDNER

Sektion Gnomonik gegründet

Am 9. Juni 1979 konstituierte sich in der Archenhold-Sternwarte, Berlin-Treptow die neu gegründete Sektion

Gnomonik, die zur Arbeitsgruppe „Geschichte der Astronomie“ gehört.

Die Sektion Gnomonik will ihren Beitrag zu einer möglichst vollständigen Erfassung und Beschreibung historisch bedeutsamer und künstlerisch wertvoller Sonnenuhren in der DDR leisten und eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Denkmalspflege sowie mit anderen Einrichtungen des kulturellen Bereiches anstreben.

Durch Vorträge und Veröffentlichungen sollen die Arbeitsergebnisse in der Öffentlichkeit bekannt gemacht werden. Die Sonnenuhren sind nicht nur wichtige Dokumente der Zeitmessung, sondern sollen noch mehr als bisher in das moderne Baugebäude bei der Gestaltung von Neubauvierteln, Gartenanlagen und Erholungszentren einbezogen werden.

Hinweise und Anfragen sowie Meldungen für die Mitarbeit in der Sektion nimmt das Astronomische Zentrum „B. H. Bürgel“, 15 Potsdam, Neuer Garten, entgegen.

ARNOLD ZENKERT

Nach Redaktionsschluß:

Sommerlager junger Amateurastronomen Kirchheim 1980

Unter der Schirmherrschaft des Zentralen Fachausschusses Astronomie findet in der Zeit vom 9.8.–17.8.1980 ein weiteres Sommerlager für junge Amateurastronomen an der Volkssternwarte Kirchheim statt. Es wendet sich vor allem an die Neulinge unter den Amateuren, die eigene Erfahrungen auf dem Gebiet der praktischen Beobachtung machen wollen bzw. Anregungen für ein spezielles Arbeitsgebiet suchen.

Im Vordergrund des neuntägigen Einführungskurses stehen selbstständige Beobachtungen der Teilnehmer mit Teleskopen von 63–300 mm Öffnung. Inhaltliche Schwerpunkte werden sein:

- Astronomie als sinnvolle Freizeitbeschäftigung in unserer Zeit
- Physikalische Grundlagen der astronomischen Beobachtung
- Das Fernrohr des Amateurastronomen:

- Vorzüge und Nachteile verschiedener Fernrothtypen (Was beobachtet man am besten mit welchem Teleskop?)
- Aufbau und Pflege des Teleskops
- Bestimmung des Leistungsvermögens (Grenzreichweite, Auflösungsvermögen)

- Astrofotografie mit einfachen Mitteln

- Dunkelkammerpraxis

- Sonnen- und Mondbeobachtung und -fotografie

- Möglichkeiten des Selbstbaus von Amateurgeräten

Eine Exkursion zur Sternwarte Tautenburg soll einen Einblick in die Forschungen der Berufsastronomen vermitteln. Problemen der modernen Kosmologie wird ein Diskussionsabend gewidmet sein, zu dem ein kompetenter Fachastronom gewonnen werden soll. Neben dem astronomischen Programm ist ein Besuch der IGA und die Besichtigung des Mariendoms zur Erfurt vorgesehen.

Der Unkostenbeitrag für Verpflegung und Unterbringung wird voraussichtlich 70,- Mark pro Teilnehmer betragen. Interessenten im Alter von 16–21 Jahren, die auch eine Unterbringung in Zelten nicht scheuen, wenden sich bitte mit den Angaben

- Name, Vorname; Anschrift
- Alter, Beruf
- Teilnahme an früheren Jugendlagern: ja/nein

bis zum 21. Juni 1980 an:

Jürgen Schulz
Volkssternwarte
5211 Kirchheim Nr. 49

Sonnenrotationen 1980

Da im „Kalender für Sternfreunde 1980“ von Paul Ahnert (erschienen im Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1979) die Zeiten für den Beginn der Sonnenrotationen (astronomisch) nicht enthalten sind, geben wir sie hier nachfolgend bekannt. Dr. P. Ahnert hat sie nachträglich berechnet und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Wie er mitteilt, werden diese Carringtonschen Sonnenrotationen im „Kalender für Sternfreunde 1981“ wieder enthalten sein.

Rot.-Nr.	1980	Beginn (MEZ)
1691	Jan. 24	5 ^h 14 ^m
1692	Feb. 20	13 25
1693	Mrz. 18	21 12
1694	Apr. 15	4 4
1695	Mai 12	9 54
1696	Juni 8	14 55
1697	Juli 5	19 37
1698	Aug. 1	0 38
1699	Aug. 29	6 18
1700	Sep. 25	12 40
1701	Okt. 22	19 35
1702	Nov. 19	2 53
1703	Dez. 16	10 30

Genauigkeit $\pm 0^m01 = \pm 0,6 \text{ min.}$

Die tägliche Differenz der Zentralmeridiane (13°17' im Perihel, 13°23' im Aphel) wurde berücksichtigt.

Die Redaktion

Doppelstern mit Planetensystem – theoretisch erlaubt

Wie berichtet (AuR 5/78, S. 158), besitzt das Doppelsternsystem 61 Cyg wahrscheinlich drei jupiterähnliche Planeten. Unabhängig von diesem Beobachtungsbefund untersuchte R. S. Harrington in einer theoretischen Arbeit die gravitative Stabilität solcher Systeme. Er behandelte eine große Anzahl Drei-Körper-Systeme, von denen einer Planetendimensionen, die zwei anderen Sterngrößen besitzen. Die numerische Integration der Bahnbewegungen über lange Zeit zeigt, daß ein solches System erstaunlich stabil ist, solange der kleinste Abstand des dritten Körpers von der großen Halbachse des aus den ersten beiden bestehenden Systems etwa das vierfache dieser Halbachse nicht unterschreitet, unabhängig davon, ob der dritte Körper nun der Planet ist oder einer der beiden Sterne. Mit anderen Worten: das System ist stabil, sowohl wenn die beiden Sterne ein enges Paar bilden und der Planet sie in größerer Entfernung umkreist, als auch wenn der Planet den einen Stern umkreist, während sich der andere in gebührender Entfernung aufhält: ein einleuchtendes Ergebnis. Als Beispiel behandelt Harrington das Sonnensystem. Einmal ersetzt er die Sonne durch zwei Sterne mit je 0,5 Sonnenmassen und 0,4 AE Abstand. Dabei erfährt Merkur derartige Störungen, daß er das Sonnensystem verläßt, aber bereits Venus merkt kaum etwas von dieser Doppelsonne. Zum anderen steht anstelle von Jupiter eine zweite Sonne. Diesmal muß der Mars dran glauben: er wird auf eine instabile Bahn gezwungen. Doch wiederum sind die restlichen Planeten kaum gestört.

Schließlich ergibt sich, daß die Bedingungen für das Aufkommen von Leben (Jahreszeiten, maßvolle Temperaturschwankungen) im Stabilitätsbereich der untersuchten Dreifachsysteme liegen. Wir können daher bei der Abzählung solcher Sterne des Milchstraßensystems, in deren Umgebung Leben möglich ist, nicht wie bisher sämtliche Doppelsterne von vornherein ausschließen.

H. J. S.

SuW 17 (1978) 2, S. 64.

Aus der Literatur

UV-Emissionen von Jupitermond Europa

Der Raumflugkörper Pioneer 10 registrierte in Richtung des Jupitermondes Europa, im Wellenlängenbereich $< 800 \text{ Å}$, Emissionserscheinungen. Eine Möglichkeit diese Strahlung zu deuten wurde von Wu, Judge und Carlson in der Zeitschrift ApJ 225 erörtert. Sie gingen davon aus, daß solche UV-Emissionen von ausgedehnten Wolken stammen können. Deshalb war ihr Ziel, Wolkenformationen, bestehend aus atomarem Sauerstoff und Wasserstoff nachzuweisen. Diese beiden Elemente hatten deshalb den Vorrang, weil die Existenz von Wasserreis auf Europa bereits bekannt war. Da dieser Mond, ähnlich wie Io, einem starken Teilchenstrom ausgesetzt ist, besteht die Möglichkeit, daß das Wasserreis in seine Bestandteile aufgespalten wird. Somit wäre die Existenz von Sauerstoff- und Wasserstoffwolken plausibel.

Mit einem speziell für Pioneer 10 entwickelten Photometer wurde UV-Strahlung in einem Gebiet um Europa ($1,5 R_{\text{Jupiter}}$) nachgewiesen. Die scheinbare Helligkeit beträgt etwa 10 Rayleigh bei einer Wellenlänge von etwa 500 Å. Die Emissionsquellen wurden jedoch nicht eindeutig identifiziert. Es wurde aber festgestellt, daß sie aus dem Strahlungserfall von Elektronenangeregten Sauerstoffionen stammen müssen. Der Emissionsbeitrag der Wasserstoff $\text{Ly}\alpha$ Quanten scheint sehr gering zu sein. Die neutralen Wasserstoff- und Sauerstoffwolken müssen also aller Wahrscheinlichkeit nach von Europas Oberfläche stammen. Das würde bedeuten, daß die Wassermoleküle durch den Teilchenaufprall dissoziiert werden müssen. Der sich aus den Messungen ergebende Molekülüberfluß ist für atomaren Sauerstoff 10^{13} cm^{-2} , für atomaren Wasserstoff $\leq 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ und für molekularen Wasserstoff $\sim 10^{12} \text{ cm}^{-2}$. Da nur eine Messung gemacht werden konnte, war keine Aussage über die zeitliche Variation dieser Beobachtungsergebnisse möglich. Gegenargumente zu dieser Hypothese wären, daß auch die Jupitermonde Ganymede und Callisto mit Wasserreis bedeckt sind. In ihrer Gegend wurden jedoch keine ausgedehnten UV-Emissionsgebiete entdeckt, obwohl beide einen größeren Durchmesser als Europa besitzen. Es ist aber möglich, daß der energiereiche Strahlungsstrom nahe der Bahnen von Ganymede und Callisto um mindestens den Faktor 10 kleiner ist als bei Europa. Das würde bedeuten, daß die von den Wolkenformationen ausgehende UV-Emission aus der Wechselwirkung von Europa mit dem Teilchenstrom in seiner Umgebung zu erklären ist.

W. HÄU PL

ApJ 225 Nr. 1, Part 1, S. 325

Politisch-rechtliche Aspekte der Weltraumforschung

Die XXXII. UNO-Vollversammlung schätzte 1977 in ihrer Resolution 32/195 ein, daß der Vertrag über Prinzipien für die Tätigkeit der Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums, einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper, seit seinem Inkrafttreten eine überaus positive Rolle für die Weiterentwicklung des Weltraumrechts gespielt hat. Seine Grundsätze wirken auch als Maßstab für die Ausarbeitung und Verabschiedung neuer Normen zur Regelung der Aktivitäten der Staaten bei der Nutzung des Weltraumes.

Bei der Herausbildung der rechtlichen Regime der Weltraumtätigkeiten spielt der UNO-Weltraumausschuß eine besondere Rolle. Der Autor berücksichtigt dabei vor allem den Rechtsunterausschuß. Hier stehen zur Zeit folgende Probleme im Vordergrund:

- Ausarbeitung von Prinzipien zur Regelung des Einsatzes künstlicher Erdsatelliten für Fernsichtübertragung,
- Entwurf eines Mondvertrages;
- Erdfernerkundung mittels Satelliten und
- Erörterung einer Definition bzw. der Abgrenzung des Weltraums (und dabei die Wertigkeit der geostationären Umlaufbahn).

Sehr umfangreich ist die Arbeit des Unterausschusses bei der Erarbeitung einer Konvention über das Satellitenfernsehen. Zu verschiedenen Prinzipien konnte bereits eine allgemeine Zustimmung erreicht werden. Bezüglich der direkten Informationsübermittlung auf ein fremdes Staatsgebiet fordern die Sowjetunion und die anderen sozialistischen Staaten, daß zwischen dem Sendestaat und dem Staat, auf dessen Territorium die Sendung eingestrahlt werden soll, eine vorherige Vereinbarung abgeschlossen werden muß. Die Vereinigten Staaten lehnen dies jedoch ab, weil ihrer Meinung nach dadurch die „Freiheit der Information“ eingeengt würde. Im Kosmos gibt es eine solche „Freiheit“ im absoluten Sinne nicht. Gemäß dem Weltraumvertrag darf die „Freiheit des Weltraums“ nur in Übereinstimmung mit Völkerrecht genutzt werden, welches die strikte Achtung der Souveränität der Staaten verlangt.

Im Widerspruch zu den Normen des Weltraumvertrages, insbesondere zu den Bestimmungen, daß der Kosmos nicht der nationalen Aneignung unterliegt, steht der Anspruch der Äquatorialstaaten, die geostationäre Umlaufbahn als Bestandteil ihres nationalen Territoriums zu betrachten. Diese Satellitenbahn muß allen Staaten ohne Diskriminierung offen stehen. Um die Effektivität der Zusammenarbeit der Staaten bei der ausschließlich friedlichen Nutzung und Erforschung des Weltraums zu steigern, soll eine II. Weltraumkonferenz unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen bis spätestens 1983 vorbereitet und einberufen werden. Ein weiterer Schritt vorwärts bei der allgemeinen Anerkennung der Prinzipien und Normen des Weltraumrechts wäre die Erhöhung des Teilnehmerkreises am Weltraumvertrag. Gegenwärtig sind nur etwas weniger als die Hälfte der UNO-Mitglieder Partner des Vertrages.

Nach J. Kolosov, *Meshdunarodnaja shien, Moskva (1979) 2, S. 87-94*

Die Rechtsstellung der internationalen Raumschiffbesatzungen

Die Weiterentwicklung der internationalen Zusammenarbeit der Staaten bei der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraumes wirft neue Probleme auf. Bereits mit dem Apollo-Sojus-Unternehmen im Jahre 1975 wurde ein erster Schritt auf dem Wege zur gemeinsamen Nutzung von Weltraumobjekten getan. Mit der Verwirklichung des Interkosmos-Programms wird eine höhere Stufe erreicht. Hier arbeiteten im multilateralen Rahmen Kosmonauten aus der UdSSR, der Volksrepublik Polen und der DDR gemeinsam mit Kosmonauten aus der Sowjetunion im Salut 6-Sojus-Komplex zusammen. Für die Zukunft sind gemeinsame Unternehmungen der USA mit westeuropäischen Staaten im Shuttle-Spacecab geplant. Damit stellt sich die Frage nach der Rechtsstellung dieser internationalen Raumschiffbesatzungen.

Bei der Erarbeitung der rechtlichen Stellung internationaler Besatzungen nehmen die Probleme der Jurisdiktion und Kontrolle, der Gewährleistung der Rechtsordnung an Bord sowie der Schutz des menschlichen Lebens und der Gesundheit der Kosmonauten einen wichtigen Platz ein.

Die Ausübung der Jurisdiktion wird von zwei Faktoren beeinflusst: dem Ort der Registrierung des Weltraumobjektes, an dessen Bord sich die Kosmonauten befinden werden und dem Ort des Aufenthalts der Besatzung. Während der Tätigkeit an Bord wird die Jurisdiktion ausschließlich von dem Staat ausgeübt, in dem das Objekt registriert ist, es sei denn, die beteiligten Staaten vereinbaren etwas anderes.

Rechtlich noch nicht eindeutig geklärt ist das Regime der internationalen Mannschaften beim Flug durch den Luftraum eines ausländischen Staates oder bei der Landung auf fremdem Territorium im Falle einer Havarie.

Die Rechte und Pflichten des Raumschiffkommandanten und der Mitglieder internationaler Besatzungen ergeben sich aus den Vereinbarungen, die zwischen den interessierten Staaten oder in speziellen multilateralen Abkommen niedergelegt sind. Bei den letztgenannten sind die bereits geltenden völkerrechtlichen Normen über den Schutz des Lebens und die Gesundheit der Kosmonauten zu beachten; z. B. die Pflicht zur Rückführung von Kosmonauten; die Pflicht zur gegenseitigen Hilfeleistung; die Pflicht zur Information über bevorstehende Gefährdungen u. a. aus dem Abkommen über die Rettung von Kosmonauten und die Rückführung von Kosmonauten und Objekten, die in den Weltraum entsandt wurden von 1968. Besondere Bedeutung kann das Regime internationaler Raumschiffbesatzungen in der Zukunft bei der Einrichtung multinationaler Siedlungen im Weltraum erlangen.

Die Staaten müssen sich bemühen, diese neuen Probleme der internationalen Zusammenarbeit zu lösen, so daß das Weltraumrecht die Entwicklungsrichtungen richtig widerspiegelt und nicht hinter den neuen Anforderungen zurückbleibt.

Dr. K. Mann

Nach Veresetin, V. S., in: *Sovetskoe gosudarstvo i pravo, Moskva 1979, Heft 3, S. 94-101*

Gemeinsame Bodentests der UdSSR und der USA

Die Sowjetunion führt gemeinsam mit den USA Bodentests zur Untersuchung der Auswirkung der Schwerelosigkeit mit Versuchspersonen durch. Dadurch will man „Doppelarbeit“ vermeiden. Eine Gruppe von jeweils 10 Versuchspersonen im Alter von 35 bis 40 Jahren führt einwöchige Liegetests durch, wobei der Kopf um 6 Grad unterhalb der Horizontale liegt, wodurch sich die physiologischen Einwirkungen des Zustandes der Schwerelosigkeit simulieren lassen.

K.-H. N.

NASA-News, Nr. 79-46

Die Rotationsperioden der Asteroiden 55 Pandora und 173 Ino während ihrer Opposition 1977

Über diese beiden kleinen Planeten existieren in der Literatur wenige Angaben. Zellner und Bowell gaben 1977 für 55 Pandora einen Durchmesser von 75 km an. Der mittlere Bahnradius beträgt 2.7598 AE und die Bahnneigung $i = 7^{\circ}19'$. Er wird den metallreichen Asteroiden zugeordnet. 173 Ino besitzt einen Durchmesser von 142 km und sein mittlerer Bahnradius beträgt 2.7473 AE. Die Bahnneigung beträgt $i = 14^{\circ}22'$.

Die Beobachtungen der Rotationslichtkurven wurden von Schober mit einem im UBV System arbeitenden Photometer, unter Verwendung des 50 cm ESO Teleskops in La Silla, erhalten. Dabei ergaben sich für 55 Pandora eine synodische Rotationsdauer von $P = 42.8043 \pm 0.0003$ Tage. Die Transformation der gemessenen V Helligkeit in das Standard UBV System ergab $V = 10.71$. Eine Variation der Farbindex konnte nicht festgestellt werden.

Die Rotationsperiode von 173 Ino betrug $P = 5^h.93 \pm 0^m.01$. Für dieses Objekt wurde am 26. August 1977 eine V Helligkeit von 10.33 gemessen.

Beide Rotationsperioden sind typisch für schnellrotierende Asteroiden.

Lit. Astronomy and Astrophysics Supplement Series Vol. 34 No. 3, Dez. 1978

HCN-Emission in der Sagittarius A-Molekülwolke

Fukui et al berichten in der Zeitschrift Publ. Astronomical Society Japan über die Entdeckung von HCN Molekülen in der interstellaren Molekülwolke Sgr A. Die Ausdehnung wurde mit $26' \times 8'$ angegeben. Aus den Beobachtungen wurden einige interessante Schlussfolgerungen über das galaktische Zentrum abgeleitet.

1. Die räumliche Ausdehnung der Wolke ist größer als früher angenommen wurde.
2. Sie gehört zu den dichtesten bekannten Molekülwolken unserer Galaxie. Die Masse beträgt $\geq 3 \cdot 10^6 M_{\odot}$.
3. Die Wolke besitzt ein relativ geringes Alter ($\tau \leq 10^6$ Jahre) und enthält wenig ionisiertes Gas.
4. Der Vergleich der Sgr A Wolke mit der Sgr B2 Wolke zeigte, daß sie bezüglich ihrer Masse ($\geq 3 \cdot 10^6 M_{\odot}$) und Größe (~ 45 pc) relativ gut übereinstimmen. Der Abstand zwischen den beiden Wolken beträgt ~ 130 pc. Nimmt man an, daß Sgr B2 früher als Sgr A, durch Ausstoß von Materie aus dem galaktischen Kern, entstanden ist, dann beträgt der Altersunterschied zwischen ihnen etwa 10^6 Jahre. Dadurch ist es möglich die molekularen Unterschiede der beiden Wolken zu erklären. In Sgr A sind zum Beispiel das Molekül HCN und die ionisierten Moleküle HCO^+ und N_2H^+ häufiger vertreten als in Sgr B2. In der zuletzt genannten Wolke existieren dagegen mehr komplexe und schwerere Moleküle, wie zum Beispiel HCN und SO_2 . Diese markanten chemischen Unterschiede sind wahrscheinlich in den 10^6 Jahren Altersunterschied zu suchen.

Lit. Publ. Astron. Soc. Japan Bd. 20 (1977)

Untersuchungen der Röntgenquelle MXB 1837-05 im Röntgen- und IR-Spektralbereich

J. Hackwell et al. von der Universität in Wyoming berichten im Circular Nr. 3331 über einen am 7. September 1978 im IR Spektralbereich beobachteten Strahlungsanstieg der Röntgenquelle MXB 1837-05 (Ser X-1). Die Meßdaten wurden mit einem IR Photometer in Verbindung mit dem 2.3-m-Teleskop des Wyoming Observatoriums erhalten. Der beobachtete Spektralbereich lag zwischen $3.2 \mu\text{m} - 5.4 \mu\text{m}$. Gleichzeitig wurde mit dem Satelliten SAS 3 im kurzwelligen Spektralbereich ein Anstieg der Röntgenemissionen gemessen. Das Verhältnis von IR-Strahlung zu der Röntgenstrahlung betrug etwa $5 \cdot 10^{-6}$.

Während der etwa 70 Minuten dauernden Beobachtung im IR wurden neben der oben erwähnten Helligkeitsschwankung, etwa 17 Minuten später, zwei weitere festgestellt. Jedoch registrierte SAS 3 zu diesem Zeitpunkt keine Schwankungen im Röntgenstrahlenbereich.

Gegenwärtig ist man noch nicht in der Lage, diese Erscheinung befriedigend zu deuten. Jedoch scheint es sicher zu sein, daß beide Effekte (IR und Röntgenemissionsschwankung) eng miteinander zusammenhängen. Zur Zeit sind vier dieser Röntgenquellen mit großer Sicherheit als schwache blaue Sterne identifiziert. Die IR Strahlungsausbrüche sind jedoch nur bei zwei Objekten sicher nachgewiesen, während alle vier Objekte im Röntgengebiet öfter Ausbrüche zeigen.

W. HÄUPL

Lit.: Central Bureau for Astronomical Telegrams Circular No 3331

Neues von Voyager 1

Am 4. März 1979 passierte Voyager 1 die Äquatorialebene des Jupiter. Eine 672 Sekunden lang belichtete Aufnahme aus 1,2 Mill. km Entfernung erbrachte den Beweis für die Existenz eines schwachen Jupiterrings, der sich bis in eine Entfernung von 128.900 ± 100 km von Jupiter erstreckt. Der Ring ist weniger als 30 km dick. Er wurde infolge seiner parallaxtischen Bewegung gegen die Hintergrundsterne durch die Bewegung der Sonde identifiziert. Der Nachweis des Jupiterrings konnte auch mittels erdgebundener Beobachtungen erfolgen. Die Beobachtungen dazu wurden mit dem 224-cm-Teleskop auf dem Mauna - Kea (Hawaii) im infraroten Spektralbereich durchgeführt.

Die am 4. und 5. März gewonnenen Aufnahmen vom Jupitermond Io lassen mindestens fünf aktive vulkanische Gebiete erkennen. Mit dem Infrarotspektrometer IRIS angestellte Messungen ergeben für diese Gebiete Temperaturen von mindestens 200 K über der Umgebungstemperatur der Oberfläche, welche mindestens 120 K beträgt.

Eines der aktiven Gebiete ist kreisförmig und hat einen Durchmesser von etwa 200 km. Mittels der Infrarotmessungen konnten auch sich langsam bewegende Flecken höherer Temperatur festgestellt werden, die man als Rauchwolken identifizieren konnte.

Um vermutete Wechselwirkungen des Jupitermagnetosphäre nachzuweisen, sind jedoch langzeitige Beobachtungen von Io im infraroten Spektralbereich erforderlich.

Lit.: „IAU - Circular“ No. 3338

Diskussion über den astronomischen Einsatz des Space-Teleskopes

Auf einer Arbeitstagung in Genf wurde im Februar 1979 über den Einsatz eines Space-Teleskopes beraten. Das Space-Teleskop, ein Spiegelteleskop mit 2,4 m Spiegeldurchmesser soll 1983 mit Space-Shuttle auf eine Erdumlaufbahn gebracht werden. Es wird mit Spektrographen, Kameras und Photometer ausgerüstet, mit denen Beobachtungen im Wellenlängenbereich zwischen 1100 Å und 10000 Å durchgeführt werden können. Von der Erde aus prinzipiell unmögliche Beobachtungen betreffs des Wellenlängenbereiches im UV und der Winkelauflösung rücken damit in den Bereich des Möglichen.

Messungen der Intensität und der Profile der Spektrallinien im UV werden wichtige Aufschlüsse über das Verständnis solcher Objekte wie der Sterne, Gaswolken und der Kerne von Seyfert-Galaxien geben. Infolge des Ausschlusses der atmosphärischen Turbulenz werden Beobachtungen mit einer Winkelauflösung von etwa 0,1 Bogensekunden möglich, was bei der Untersuchung von Strukturen bestimmter Objekte von Vorteil ist. (Von der Erde aus sind Beobachtungen nur mit einer Winkelauflösung von etwa 1 Bogensekunde möglich).

Die angeführten Vorteile machen es theoretisch möglich noch solche Objekte zu erkennen, die 100mal schwächer sind als diejenigen, welche mit den besten Teleskopen von der Erde aus gerade noch erkannt werden können. Die derzeitig überschaubare „Tiefe“ des Kosmos würde sich damit auf das 10fache erweitern.

M. WOCHE

Lit.: „The Messenger“ No. 16 März 1979

„Ariane“-Startprogramm

Die ersten vier Probestarts der westeuropäischen Trägerrakete „Ariane“ finden mit etwa 3 Monaten Verspätung gegenüber den ursprünglichen Terminen statt. Ursache sind Fehler, die beim Test der dritten Raketenstufe aufgetreten sind. Der Plan der ersten 4 Probestarts, die von Korou (Franz. Guayana) aus erfolgen, sieht 3 Starts mit Nutzlasten und einen, den ersten, nur mit einer Raketenprobung dienenden Meßgeräteeinheit vor.

Der zweite Start LO 2 im März 1980 soll den Amateurfunksatelliten „Oscar 9“ sowie den BRD-Forschungssatelliten „Feuerball“ in Umlaufbahnen befördern. Bei LO 3 (Juni 1980) werden der ESA-Wettersatellit „Meteosat 2“ und der indische experimentelle Nachrichtensatellit „Apple“ gestartet und beim vierten LO 4 (Oktober 1980) der geostationäre maritime Nachrichtensatellit „Marecs“ (vormals als „Marots“ bezeichnet) der ESA.

Die Trägerrakete „Ariane“, deren Entwicklung federführend von der französischen Raumfahrtbehörde CNES im Auftrag der ESA erfolgt, ist eine wesentliche Grundlage der westeuropäischen Raumfahrtprogramme im Zeitraum 1980 ... 90.

Nm.

Lit.: cz, 17 (1979) 10, S. 24

Planetensystem in der Entstehung?

Ein großes Problem für die Erforschung der Entstehung unseres Planetensystems liegt darin, daß wir nach wie vor nur von einem Planetensystem sicheres Kenntnis besitzen – von unserem eigenen. Die Erkenntnis von Gesetzen kann jedoch nicht allein von einem einzigen Objekt ausgehen. Es wäre somit von großer Wichtigkeit, weitere Planetensysteme kennenzulernen.

Neuerdings hofft man, in dem Objekt 349 des Mont-Wilson-Katalogs für Emissionslinienobjekte (MWC) einen Stern gefunden zu haben, der dabei ist, ein Planetensystem auszubilden. Das Objekt MWC 349 fällt auf durch einen starken Infrarotexzeß, durch helle Emissionslinien im optischen Bereich und durch eine starke Verfärbung durch interstellaren Staub. Untersuchungen ergaben, daß es sich hierbei um einen Stern des Spektraltyps O 6,5 handelt mit $T_{\text{eff}} = 40000 \text{ K}$, $L = 1,5 \cdot 10^5 L_{\odot}$, $R = 8 R_{\odot}$, $M \sim 30 M_{\odot}$ und $M_v = -4,5$. Der Stern ist von einer zirkumstellaren rotierenden Scheibe umgeben, die die vom Stern ausgehende Strahlung absorbiert und reemittiert. Aus dieser Scheibe fällt ständig Materie auf den Stern. Die Masse der Scheibe beträgt $0,015 M_{\odot}$, der Radius ca. 15 AE. In den Außenzonen hat die Scheibe eine Temperatur von 400 K. Diese Bedingungen sind ideal für die Bildung von Molekülen und Staubkörnern, die sich schnell zu größeren Körpern zusammenballen. Die Bedingungen für die Bildung von Planeten sind hier gegeben. MWC 349 ist der bisher aussichtsreichste Kandidat für einen Stern, der gerade ein Planetensystem ausbildet.

Ha.

Naturwissenschaften 65 (1978) 11, S. 590 f. (D. Schallwäch, M. Reinhardt)

Buchbesprechung

Über den kosmischen Ursprung der Meteorite und Feuerkugeln

Der Band 258 der Reihe „Ostwalds Klassiker ...“ ist dem Andenken Ernst Florens Friedrich Chladni (1756–1827) gewidmet, einem deutschen Physiker, der vor nun fast 200 Jahren die Meteoritenkunde begründete.

Obwohl Steine, die vom Himmel fallen, bereits im Altertum bekannt waren, ging diese Kenntnis im Mittelalter verloren oder sie wurde bewußt ignoriert. Die mit einem Meteoritenfall in Zusammenhang stehenden Feuerkugeln (Boliden) und Sternschnuppen (Meteor) erklärte man noch ausgangs des 18. Jahrhunderts in wissenschaftlichen Lehrbüchern als Ausdünstungen der Erde, „die sich entweder wirklich entzünden oder auch nur bloß leuchten“. Chladni, dessen Hauptbetätigungsgebiet die Akustik war, hatte bei einem Zusammenreffen mit dem Physiker G. C. Lichtenberg 1793 in Göttingen die Anregung erhalten, daß es sich bei diesen Erscheinungen möglicherweise um etwas Kosmisches handelt, das von außen in die Erdatmosphäre eindringt. Diesem Gedanken ging Chladni nach, und schon bald war er auf Grund des Studiums der zu dieser Problematik vorhandenen Literatur von der Richtigkeit des kosmischen Ursprungs der Meteorite überzeugt. Seine Erkenntnisse legte er 1794 in der Schrift „Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen“ dar.

Zunächst weist Chladni anhand der physikalischen Besonderheiten nach, daß „Feuerkugeln aus dichten und schweren Grundstoffen bestehen und nicht tellurische sondern kosmische Körper sind“, deren Leuchten auf die bei der Abbremsung in der Erdatmosphäre entstehende Wärme (und Elektrizität) zurückgeht. In gleicher Weise erklärt er die Sternschnuppen, irrt jedoch in der Annahme, das kurzzeitige Aufleuchten sei durch das Streifen der äußeren Luftschichten der Erde bedingt. Sodann beschäftigt sich Chladni mit den aus der Literatur bekanntgewordenen Niederfällen von Stein- und Eisenmassen aus Feuerkugeln. Anhand der Übereinstimmung des Gehalts dieser Objekte an gediegenem Eisen und dem Vorhandensein einer Schmelzkruste postuliert er die außerirdische Entstehung. Sieben der sechzehn von Chladni beschriebenen Ereignisse erwiesen sich später eindeutig als Meteoritenfälle, von denen Fundstücke erhalten geblieben sind. Gesonderte Aufmerksamkeit widmet Chladni Fundobjekten, die wegen ihrer Beschaffenheit und chemisch-mineralogischen Zusammensetzung ebenfalls den Meteoriten zugerechnet werden könnten. Für die aber keine oder nur unsichere Fallbeobachtungen vorliegen. Zu ihnen gehört das Pallas-Eisen, das Chladni in den Mittelpunkt seiner Theorie stellt. Hierbei handelt es sich um einen 1749 bei Krasnojarsk aufgefundenen 650 kg schweren Meteoriten aus gediegenem Eisen mit zahlreichen rundlichen Olivineinschlüssen, auf den der Deutsche P. S. Pallas auf einer seiner im Auftrage der Petersburger Akademie der Wissenschaften nach Sibirien durchgeführten Forschungsreisen aufmerksam wurde und den er 1776 bekannt machte. Schließlich gibt Chladni, nachdem er die kosmische Herkunft der Meteoriten bewiesen hat, noch eine bemerkenswerte Erklärung der Entstehung derartiger Himmelskörper, die sich mit unseren heutigen Vorstellungen weitgehend deckt. Dem Chladnischen Text ist eine umfangreiche Einführung vorangestellt, in der Prof. Dr. Günter Hoppe einen biographischen Abriss über den Autor gibt sowie über Entstehung und Bedeutung von dessen Schrift informiert. Dabei wird dem Leser gleichzeitig der heutige Kenntnisstand in der Meteoritenforschung vermittelt und auf die Schlüsselstellung der Meteorite bei der Aufhellung der Frühphasen unseres Sonnensystems, einschließlich der Formierung der Erde als Planet sowie ihres strukturellen Baus, hingewiesen. Ein ausführliches Anmerkungsregister, das darüberhinaus die aus moderner Sicht erforderlichen Korrekturen der Chladnischen Theorie enthält, rundet die Wissensvermittlung über den Gegenstand Meteorite ab.

G. EHMKE

E. F. F. Chladni: *Über den kosmischen Ursprung der Meteorite und Feuerkugeln* (1794). 103 Seiten, mit 4 Abbildungen und 1 Porträt. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 258. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig 1979.

Suche Rohrkörper für AS-Objektiv 80/1200 mm. Preis nicht über 100 M. Steffen Wündisch, 7301 Lützscher, Nr. 19.

Unsere Autoren:

Ol. Dr. Klaus Lindner, 7024 Leipzig, Grunicekstraße 7
Dipl.-Lehrer Klaus Friedrich, 1193 Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte
Dr. Paul Ahmert, 64 Sonneberg/Thür., Sternwarte Str. 25 b
Karl-Heinz Neumann, 1297 Zepernick, Heinestraße 90
Prof. Dr. Günter Hoppe, 104 Berlin, Invalidenstr. 43 (Museum für Naturkunde)
Prof. Dr. M. Waldmeier und Dr. A. Zelenka, CH 8092 Zürich, Sternwarte
Wolfgang Roloff, 3511 Birkholz, Dorfplatz 9
Dietmar Böttner, 9030 Karl-Marx-Stadt, Kirchhoffstraße 31
Hans-Jörg Mettig, 8020 Dresden, Tiergartenstraße 30
Mathias Schmögner, 04425 Medvez, Petrovova ul. e 421, ČSSR
Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, 15 Potsdam, Flechtstr. 5
Ol. Heinz Albert, 963 Crimmitschau, Sternwarte
Dipl.-Phys. Dietmar Kitta, 88 Zittau, Willi-Gall-Str. 25
Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Astronomisches Zentrum „B. H. Bürgel“, Neuer Garten
Dipl.-Phys. Jürgen Schulz, Volkssternwarte, 5211 Kirchheim, Nr. 49
Hans-Joachim Schulz, 8055 Dresden, Pillnitzer Landstraße 141
Dr. K. Mann, 1506 Caputh, Schmerbergerweg 3
Dipl.-Phys. Wolfgang Häppli, 6901 Tautenburg, Observatorium
Dipl.-Phys. Manfred Woche, 6901 Tautenburg, Observatorium
Dipl.-Ing. H.-D. Naumann, 8142 Radeberg, Str. der Thälmann-Pioniere 19
Dipl.-Phil. Jürgen Hamel, 1 Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte
G. Ehmke, 1102 Berlin, Falkenseestraße 22

EVP 1,50 M

ISSN 0587-565 X

2¹⁹⁸⁰ Astronomie und Raumfahrt



Der „Arbeitskreis Veränderliche Sterne im Kulturbund der DDR“ · Helmut Busch	33
Zur Motivation der Beobachtung Veränderlicher Sterne durch Amateurastronomen · Dr. Wolfgang Wenzel	37
Die Veränderlichen im Hertzsprung-Russell-Diagramm · Dr. Peter Enskonatus	42
Amateurbeobachtungen zur Entfernung und Physik der Nova Cygni 1978 (V 1968 Cyg) · Dietmar Böhme	45
Bestimmung von Extrema veränderlicher Sterne · Prof. Dr.-Ing. H. Claussnitzer	50
Materielle Möglichkeiten des Amateurs zur Beobachtung veränderlicher Sterne · Klaus Häußler	55
Beobachtung ultrakurzperiodisch Veränderlicher · Uwe-Jens Tietz	57
Einsatzmöglichkeiten der EDV in der Veränderlichenbeobachtung durch Amateure · Arne Jungstand	60
Über den Nutzen langjähriger Beobachtungen eines veränderlichen Sternes · Hans-Joachim Blasberg	60
Prägnante Periodenänderung von IR Cas · Frank Rünmler	63
Was reizt Sie an der Veränderlichen-Beobachtung? (Junge Amateure antworten)	64
Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1979 Nov./Dez. · Dr. A. Zelenka	3. Umschlagseite
Meteorströme 11: Die Juni-Meteore · Jürgen Rendtel	3. Umschlagseite

Buchbesprechung

Kosmische Strahlung im interplanetaren Raum	4. Umschlagseite
---	------------------

Bildseiten

Arbeitskreis Veränderlicher Sterne · 2. Aufl. von BO Cep	I
Materielle Mittel zur VÄ-Beobachtung. (Zum Beitrag S. 55)	II–IV
Nova Cygni 1978. (Zum Beitrag S. 45)	IV

Redaktionsschluß: 20. 1. 1980

„Astronomie und Raumfahrt“, Jahrgänge 1975–1979 in Klemmrücken, komplett, aus Nachlaß abzugeben (je Jahrgang 11 Mark). Vermittlung durch: Dozent Dr.-Ing. habil. K.-G. Steinert, TU Dresden, WB Geodäsie, 8027 Dresden, Mommsenstr. 13.

Suche preisgünstige parallaktische Montierung mit Nachführung (auch reparaturbedürftig). D. Böhme, 4851 Nessa, Nr. 11, PSF 93.

Herausgeber: Kulturbund der DDR. Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur); Jürgen Gaslecki; Achim Grünberg; Dipl.-Phys. Wolfgang Häußler; Artur Hockauf; Dipl.-Phil. Jürgen Hamel; Herma Klar; Dipl.-Gew. Klaus Marquart; Karl-Heinz Neumann; Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel; Dipl.-Phys. Manfred Woche; Arnold Zenkert; Bernd Zill; OL Heinz Albert (verantwortlicher Redakteur).
Redaktionssitz: 968 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“, Straße der Jugend 8. Fernsprecher 3730.

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.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1980 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, 1017 Berlin, Straße der Pariser Kommune 3–4.

Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Der „Arbeitskreis Veränderliche Sterne“ im Kulturbund der DDR

HELMUT BUSCH

Verdienter Lehrer des Volkes

Der „Arbeitskreis Veränderliche“ war der erste Arbeitskreis, der in unserer Republik entstand. Er ist das Ergebnis langjähriger Bemühungen, die ihren Anfang schon in den sechziger Jahren hatten. Die Sternwarte der AdW zu Sonneberg, die wegen der Entdeckung und Erforschung der Veränderlichen internationalen Ruf genießt, war oft Initiator zur Aktivierung der amateurmäßigen Beobachtungstätigkeit von veränderlichen Sternen. Ungezählte Anfragen und Wünsche nach Anleitungen und Beobachtungsunterlagen wurden von den Mitarbeitern dieser Sternwarte bearbeitet. Herr Dr. P. Ahnert organisierte über die Organisation des Kulturbundes z. B. einen Beobachtungswettbewerb und machte sich sehr verdient durch die Herausgabe einer Serie von Umgebungskarten von Veränderlichen und durch seine Beiträge in den von ihm herausgegebenen Kalendern für Sternfreunde, wodurch mancher zur Beobachtung Veränderlicher angeregt wurde. Auch Herr Dr. W. Wenzel hat durch seine Artikel in den Amateurzeitschriften für die Veränderlichenbeobachtung geworben. Und so beobachteten die Amateure für sich allein. Alle Bemühungen damals, sie zusammenzuführen, mißlangen. Gering war auch das, was als Beobachtungsergebnis nach Sonneberg zurückfloß, wenn man von einigen wenigen aktiven Beobachtern absah.

Durch meine vieljährige Amateurtätigkeit lernte ich viele Sternfreunde kennen. Man traf sich auf Tagungen, hatte persönlichen Kontakt. Das gab mir den Mut, alle die Sternfreunde nach Hartha einzuladen, die an einer Zusammenarbeit interessiert sein könnten. Über 20 Sternfreunde folgten der Einladung. So fand am 28. Oktober 1972 die erste Arbeitstagung statt.

Ziele dieser Beratung waren:

- Zusammenführung aller Veränderlichenbeobachter,
- Koordinierung der Beobachtungstätigkeit,
- Sammlung von Beobachtungsergebnissen und deren Weiterleitung an die Fachastronomie und die entsprechende Publikation,
- Anleitung und Unterstützung aller Veränderlichenbeobachter,
- Gewinnung neuer Mitglieder,
- Entlastung der Fachsternwarten in Fragen der Amateurbelange.

So entstand der Arbeitskreis Veränderliche. Die Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha wurde seine Zentrale, da hier die meisten Erfahrungen und die besten materiellen Voraussetzungen vorhanden waren. Die obengenannten Ziele der damaligen Beratung sind dann die Ziele des Arbeitskreises geworden.

Obwohl Beobachtungsprogramme vorgeschlagen werden, ist es jedem Mitglied überlassen, wie er sein Programm gestaltet, da die materiellen, aber auch die persönlichen Bedingungen der einzelnen Mitglieder sehr unterschiedlich sind. Das ist auch heute noch unser Prinzip, was jedoch nicht bedeutet, daß nicht auch durch Empfehlungen eine gewisse Lenkung in der Beobachtungstätigkeit erfolgt. So hat sich die Zentrale bemüht, z. B. auf nicht zu umfangreiche Programme zu orientieren, ungeeignete Sterne nicht ins Programm aufzunehmen, sehr häufig beobachtete nur noch zu Übungszwecken zu verwenden, dafür aber „vernachlässigte“ Sterne zu beobachten.

Erstaunlich gut ist bei vielen Mitgliedern das ausgezeichnete Instrumentarium. Natürlich gibt es auch Mitglieder ohne Fernrohr.

Zwei weitere Beschlüsse wurden in der ersten Tagung gefaßt:

- In A + R wird ein Aufruf zur Mitarbeit im AKV erscheinen.
- Die nächste Zusammenkunft findet im Frühjahr 1973 in Hartha statt.

Nach Erscheinen des Aufrufs zählte der AKV etwa 60 Mitglieder, wodurch der Arbeitsaufwand der Zentrale beträchtlich anstieg. Erfreulicherweise waren es viele Jugendliche, die um Aufnahme in den AKV baten; ein Ergebnis des 1959 in unserer Republik eingeführten Astronomieunterrichtes.

Wie erfolgreich die begonnene Arbeit war, zeigte die erste Auswertung, die am 12. Mai 1973 mit 20 AKV-Mitgliedern an der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha erfolgte:

Von 19 aktiven Beobachtern wurden 12035 Einzelbeobachtungen, davon 4195 visuelle, vorgelegt. Die Ergebnisse wurden veröffentlicht in den

- „Mittellungen über Veränderliche Sterne“ Sternwarte Sonneberg, den
- „Mittellungen der Bruno-H.-Sternwarte Hartha“ und dem
- „Informationsbulletin Verän. Sterne, Komm. 27 der I. A. U.“ Budapest.

Ein weiteres Beobachtungsprogramm wurde für das nächste Jahr beschlossen. Durch die Bekanntgabe der Anschriften der Mitglieder entstanden erste Formen der Gemeinschaftsarbeit.

Am 28. 10. 1973 wurde die erste Weiterbildungsveranstaltung in der Sternwarte Hartha durchgeführt. 28 Sternfreunde nahmen daran teil und konnten ihr Wissen erweitern.

Die zweite Auswertung fand am 1. 3. 1975 statt, zu der 23 Mitglieder erschienen waren. Es entstand eine Untergruppe „Berechnung von Systemkonstanten von Bedeckungsveränderlichen“, der vier Mitglieder angehören. Ziel der Gruppe ist es, aus eigenen lichtelektrischen Beobachtungsergebnissen Systemkonstanten zu ermitteln. Da das Harthaer lichtelektrische Photometer modernisiert und umgebaut wird, konnte bisher nur theoretisch gearbeitet werden. Es wurden die verschiedenen Rechenmethoden gesichtet und nach ihrer Brauchbarkeit für uns untersucht. Veröffentlichte Resultate anderer Sternwarten wurden übungs- und vergleichsweise durchgerechnet, wozu moderne Rechenanlagen genutzt werden. Die Leitung der Untergruppe hat Bfrd. Dipl.-Math. D. Richter, Meißen.

Ein besonderes Ereignis in unserer Tätigkeit war das Erscheinen der Nova Cygni 1975 (V 1500 Cyg). Unsere Mitglieder erhielten insgesamt 259 Beobachtungen.

Hauptanliegen der dritten Auswertung, die am 22. Mai 1976 stattfand, waren die Erhöhung der Beobachtungsgenauigkeit und die formgerechte Eingabe der Beobachtungsergebnisse. Weiterhin galt es, dem Grundsatz, daß Reihenbeobachtungen wertvoller als Einzelbeobachtungen sind, mehr Beachtung zu schenken. Für die bessere Information der Mitglieder sorgt Bfrd. D. Böhme, Nessa, der zu diesem Zweck in die Zentrale aufgenommen wurde.

Seit dem 11. Mai 1977 gibt die Zentrale in unregelmäßigen Abständen ein internes Informationsblatt an seine Mitglieder heraus. Es findet seitdem guten Anklang. Zu wünschen wäre allerdings, daß noch mehr Mitglieder an der Mitgestaltung beteiligt werden. Das Blatt enthält Informationen der verschiedensten Art: Neue Ergebnisse der Veränderlichenforschung, Hinweise auf zu beobachtende interessante Sterne, Ephemeriden, neuerdings auch Kurzartikel über Beobachtungserfahrungen. Von Zeit zu Zeit werden auch die Anschriften der Mitglieder bekanntgegeben, um die Möglichkeit der Zusammenarbeit zu geben. Aus beruflichen oder persönlichen Gründen sind nicht alle Mitglieder in der Lage, aktiv zu beobachten, was eigentlich Grundforderung ist. Diese Mitglieder helfen unserer Gruppe jedoch auf ihre Weise. So liefert Bfrd. P. Wolff (Berlin) die Beobachtungsunterlagen bei besonderen Erscheinungen, wie Novae. Bfrd. D. Richter (Radebeul) leitet junge Sternfreunde an und ist Leiter der Untergruppe „Systemkonstanten“. Bfrd. S. Seeliger (Dresden) unterstützt aktiv die Sternfreunde aus Dresden durch Himmelsphotographien.

Die meisten AKV-Mitglieder führen ihre Beobachtungen visuell aus, einige arbeiten auch intensiv auf photographischem Wege. Um auch die lichtelektrischen Beobachtungsverfahren bei uns einzuführen, fand am 11. Juni 1977 in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha ein internes *Kolloquium zur lichtelektrischen Photometrie* statt. Die beiden Mitarbeiter der Sternwarte Sonneberg, Dr. W. Wenzel und Dr. W. Fürtig, legten ihre Erfahrungen dar. Dabei zeigte es sich, daß noch einige Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Die Vorstellungen unserer Sternfreunde zu diesen Fragen sind noch nicht klar genug, aber auch materiell-technische Probleme und finanzielle Fragen sind nicht unbedeutend. Seitdem sich gewisse Voraussetzungen zum Aufbau von le-Anlagen geschaffen worden, so daß zu hoffen ist, daß in nicht zu weiter Ferne endlich auch bei uns den Amateuren die Möglichkeit zur lichtelektrischen Photometrie gegeben sein wird.

Zur vierten Auswertung der Beobachtungsergebnisse, die am 21. Mai 1977 stattfand, konnten infolge des außergewöhnlich schlechten Beobachtungsjahres nicht so viel Ergebnisse als sonst vorgelegt werden, aber es wurde festgestellt, daß die Qualität der Beobachtungen zugenommen hat.

Anlaßlich der fünften Auswertung, am 20. Mai 1978, bedankte sich Bfrd. Dr. W. Wenzel für die vom AKV gelieferten Ergebnisse.

Die Arbeit der Zentrale hat trotz ziemlich konstanter Mitgliederzahl des AKV ständig zugenommen, das gilt insbesondere für die Erfassung und Sicherung der Beobachtungsergebnisse. Jede gemeldete Beobachtung wird in geeigneter Form festgehalten. Einzelbeobachtungen und andere aus irgendwelchen Gründen noch nicht auswertbare Beobachtungen werden gesammelt und stehen allen Mitgliedern zur Verfügung. Das umfangreiche photographische Material, das die Mitglieder gewonnen haben, wird heute weitgehend im Archiv der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha aufbewahrt und dient ebenfalls allen Mitgliedern für ihre Arbeit. Um den Arbeitsaufwand der Zentrale bei der Auswertung der Beobachtungen zu verringern und jedem Beobachter seine Ergebnisse zu beschleunigen, wurde ein neues Meldeverfahren eingeführt, das sich bewährt hat.

Es kann eingeschätzt werden, daß sich die materiellen und geistigen Voraussetzungen bei allen Mitgliedern soweit verbesserten, daß jeder in der Lage ist, gute Ergebnisse zu liefern und sie in einer sachgemäßen Form vorzulegen. Trotzdem gibt es noch manche offenen Fragen, die in weiteren Zusammenkünften und Veranstaltungen zu beantworten sind.

Um den Mitgliedern zu zeigen, daß ihre Ergebnisse nicht einfach registriert oder abgelegt werden, wurde in einer der letzten Ausgabe des Informationsblattes eine Dokumentation veröffentlicht (Tabelle 1). Sie zeigt die vielfältige Arbeit unserer Mitglieder. Sicher ist sie für die jungen oder weniger aktiven Mitglieder ein Ansporn für ihre weitere Arbeit.

Einige besonders erfahrene Mitglieder sind seit Jahren in die wissenschaftliche Arbeit der Sternwarte Sonneberg einbezogen. Sie beteiligen sich an dem sog. „Felderplan“, indem sie die in Sonneberg neuentdeckten Veränderlichen untersuchen. Die Ergebnisse wurden bisher in den „Veröffentlichungen der Sternwarte Sonneberg“ publiziert.

Groß ist das Interesse an Fachliteratur und Fachpublikationen. Anlässlich der sechsten Auswertung, am 26. Mai 1979, wurde die umfangreiche Duplikatsammlung der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha aufgelöst und fand großen Zuspruch. Auf dieser Beratung stand auch dieses hier vorgelegte Heft im Mittelpunkt der Diskussion. Wir hoffen, damit einmal ausführlich zeigen zu können, wie unser Arbeitskreis arbeitet.

Für die nächsten Jahre hat sich der Arbeitskreis folgende perspektivische Aufgaben gestellt:

- Das Verhältnis der aktiven Beobachter zur Gesamtmitgliederzahl soll auf etwa 60 % gesteigert werden.
- Die zweite Weiterbildungsveranstaltung wird im Herbst 1980 als Beobachtungsseminar durchgeführt.
- Zu anderen Gruppen (z. B. ČSSR, Ungarische VR) soll Verbindung aufgenommen werden.
- Das lichtelektrische Beobachtungsverfahren wird eingeführt.
- Die Beobachtung vernachlässigter oder verdächtiger Sterne (Sterne, deren Veränderlichkeit vermutet aber nicht bestätigt wurde) wird verstärkt.

Bleibt zum Schluß die Frage: Wer kann Mitglied des ÄKV werden? Jeder, der wenigstens ein Ergebnis über einen Veränderlichen pro Jahr vorlegt! Und das dürfte nicht schwerfallen. *Aktive Beobachter sind stets willkommen!*

Tabelle 1: Dokumentation

„Mitteilung veränderlicher Sterne Sonneberg“ (MVS)

Bd. 6	56	1972	BLASBERG	R CrB
	57		BLASBERG	AC Her
	82		SPLITTGERBER	Photogr. Beob. von Mirasternen auf Platten der Sonneberger Himmelsüberwachung (SHÜ)
	84	1973	BÖHME	Vis. Beob. langp. Veränderlicher
	157		HERZOG	Spektralamplitude von V 341 Aql
	167	1974	SPLITTGERBER	Photogr. Beob. von Mirasternen auf Platten der SHÜ
	193		SPLITTGERBER	Photogr. Beob. von Mirasternen auf Platten der SHÜ
Bd. 7	30	1975	BLASBERG	Visuelle Beob. von R CrB 1972-74
	31		BLASBERG	Maxima von Mirasternen
	31		BLASBERG	Zwei Normalmaxima von XZ Cyg
	39		SPLITTGERBER	Beob. von Z And und AX Per auf SHÜ-Platten
	44		BÖHME	Vis. Beob. der Nova Senti 1975
	114	1976	SPLITTGERBER	Beob. von BF Cyg und AG Per auf SHÜ-Platten
	134		SPLITTGERBER	18 Maxima von GP And
	151		BÖHME	Beob. der Nova Cyg 1975
	178		HERZOG	Spektraltypen des Beobachtungssterns AL Tau
	180		BÖHME	Beob. einiger Veränd. auf SHÜ-Platten
	181		REICHENBÄCHER	Beob. von S Equ
	182		PFITZNER	Maxima des Mirasterns V Mon auf Sonneberger Überw.-Platten
	198		BÖHME	KW Per
	198		BÖHME/RÜMMLER	Nova Vul 1976
Bd. 8	5		RÜMMLER	Photogr. Beob. des halbregelmäßigen Veränderlichen TV And
	8		RÜMMLER	Photogr. Beob. von RS Cas
	9		ÄKV	Vis. Beob. von NQ Vul, Nova Sge 1977 und R CrB
	10		BÖHME	Photogr. Beob. des Beobachtungssterns AZ Vul
	28		BUSCH	Vis. Beob. von kurzperiod. Veränd.
	30	1977	ÄKV	Weitere Beob. der Nova Cyg 1975
	31		ÄKV	Vis. Beob. der Nova Vul 1976
	33		BÖHME	Vis. Beob. von NQ Vul, Nova Sge 1977, HM Sge und R CrB
	48		SPLITTGERBER	Periodenänderung von RY Set
	50		SPLITTGERBER	Photogr. Beob. von Mira-Sternen auf Platten der SHÜ
	52		REICHENBÄCHER	Photogr. Beob. von V 393 Cyg
	63	1978	RÜMMLER	DZ And
	64		REICHENBÄCHER	Beob. des Mirasterns Y Dra
	68		BÖHME	Photogr. Beob. von CH UMa
	71		BÖHME	Photogr. Beob. von HM Sge
	72		RÜMMLER	Der Mirastern TU And

73	AKV	Vis. Beob. der Nova Cyg 1978
74	BÖHME	Der Lichtwechsel des extrem roten Veränd. Jena-18
75	AKV (BÖHME)	Lichtwechsel von VV Cep im Beobachtungsminimum 1976/78

Comm. 7 of I. A. U. Inform. Bull. on Variable Stars (IBVS)

Nr. 747	1972	SPLITTGERBER	MH 73 - 59
754	1973	BUSCH	On two unstudied variable stars in And (F1, FM And)
755		BUSCH	UY Mon
824	1973	BUSCH	Observations of variables on Sky Patrol Plates
882		HÄUSSLER	Observations of 5 CSV-Stars on Sky Patrol Plates
887		BUSCH/HÄUSSLER	DK Sge
901	1975	HÄUSSLER	Observations of 2 CSV-Stars on Sky Patrol Plates
1115	1976	BERTHOLD	V 450 Lyr
1121		BUSCH	CSV 3871
1203		BERTHOLD	Minima of RW Per
1306	1978	BERTHOLD	An improved period of V 387 Cyg
1397		BUSCH	KO Aur
1471		HÄUSSLER	Elements of CSV 260
1521		BERTHOLD	NS Mon
			Notes on four variable stars

Astronomie und Raumfahrt

1973	2, 40 59	HÄUSSLER BUSCH	Eine Dunkelfeldbeleuchtung für den Amateur Arbeitskreis Veränderliche Sterne im Kulturbund der DDR (Aufruf)
1974	3, 118 1, 27 5, 150	BÖHME BUSCH HÄUSSLER	Meine Veränderlichenbeob. mit der Kleinbildkamera AKV (Auswertung 1) Veränderlichenbeobachtungen mit der Kleinbildkamera
1975	5, 154 6, 176	WOLFF/NERNN METTIG	Betrachtungsgerät für astron. Umgebungskarten in Dia-Form Nova Cygni im Feldstecher beobachtet (Photo Nova Cyg)
	186	BUSCH	AKV (Auswertung 2)
1976	1, 021 3, 093	REICHENBÄCHER BERGMANN	Beobachtung der Nova im Schwan Beobachtung der Nova Cygni
	6, 182	BUSCH	AKV (Auswertung 3)
1977	1, 017 4, 122	GRESSMANN KITTA	Zur photographischen Verwendung von Kugelspiegeln Untersuchung zur spektralen Empfindlichkeit des ORWO- NP 27-Films
	4, 126 5, 146	BÖHME ROLOFF	FG Sge Ein Vorschlag zur Korrektur der Nachführung an Amateurf- fernrohren
1978	5, 155 1, 018 027	BÖHME MOSCH BUSCH	5. Tagung des Arbeitskreises Veränderliche Sterne Amateurastronomische Beobachtungen mit dem Feldstecher AKV (Auswertung 4)
	2, 053 3, 083	PFITZNER ROLOFF	Beobachtung des Veränderlichen V Mon Bau und Betrieb einer kleinen Schmidt-Kamera
	4, 113 5, 151	BÖHME BUSCH	Beobachtung des veränderlichen Objektes HM Sge AKV (Auswertung 5)

„Die Sterne“

1974	39	WOLFF	Überprüfung des Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO)- Atlas auf Vollständigkeit bis 9 ^m 0
1977	169	KITTA	Nova Cygni Rapport

Astronomie in der Schule

1975	2, 4	BUSCH	Photographische Veränderlichenbeobachtung mit der Klein- bildkamera
------	------	-------	--

Tabelle 2: Statistische Übersicht der Beobachtungen und Ergebnisse des AKV (1972 - 1979)

	Beobachter	Anzahl der Beob. insges.	davon an Kurzperiod.	Ergeb- nisse	Mirast.	Ergeb- nisse	halb- u. un- per. Sterne	Ergeb- nisse
1. Auswertung (1973)	19	12035	7618	237	1046	22	3371	
2. Auswertung (1975)	18	10458	6640	289	363	13	3446	
3. Auswertung (1976)	19	20948	18768	979	281	10	1899	
4. Auswertung (1977)	20	8518	6233	350	791	24	1494	32

5. Auswertung (1978)	17	8220	4803	202	1407	54	2019	—
6. Auswertung (1979)	27	11549	7843	352	1065	54	2641	52
	Ø 20 aktive Beobachter = 40%	71737 Ø 11956 pro Jahr	51014 Auf 22 Beobachtungen 1 Ergebnis	2409	4953 Auf 28 Beobachtungen 1 Ergebnis	177	14870 Auf 169 Beobachtungen 1 Ergebnis	88

Zur Motivation der Beobachtung Veränderlicher Sterne durch Amateurastronomen

Dr. WOLFGANG WENZEL

Grundlegende Betrachtungen

Die Beobachtung veränderlicher Objekte, die Interpretation dieser Messungen und die theoretisch-physikalische Durchdringung der Befunde ist heute eines der wichtigsten und zugleich vielschichtigsten Arbeitsgebiete der Astrophysik. Die Bedeutung des Begriffs „veränderlich“ hat hierbei zwar im Laufe der Zeit keine Änderung erfahren, wohl aber der Umfang der mit ihm umspannten verschiedenen Typen astronomischer Objekte: Pulsierende Sterne, magnetische Sterne, besondere Doppelsterne, Sterne mit zirkumstellaren Hüllen, Röntgensterne, konvektive Sterne, ja bestimmte Kerne von ganzen Sternsystemen ändern ihre Helligkeit und legen dadurch – leicht beobachtbar – Zeugnis ab von dem Entwicklungszustand, in dem sie sich befinden. Teleskope mit hochentwickelten technischen Meßgeräten untersuchen – vom Erdboden, aber auch von künstlichen Erdsatelliten aus – diese Objekte weiter, bestimmen Radiofrequenz-, Wärme-, ultraviolette, Röntgen- und Gammastrahlung und ihre Eigenschaften mit Photometern, Spektrographen, elektronischen Bildverstärkern, Diodenarrays, Radioteleskopen, um nur einiges zu nennen.

Mira, die Wunderbare, wurde der erstentdeckte veränderliche Stern, der sich von den seit altersher bekannten Supernovae und Novae unterschied, genannt, und zwar nicht nur, weil seine periodischen Helligkeitsänderungen unerklärlich waren, sondern auch, weil die Veränderlichkeit an sich im 17. Jahrhundert etwas überraschend Neues und Seltenes darstellte. Und in der Tat, in den anschließenden 200 Jahren, bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts, kamen nicht einmal 20 weitere Veränderliche dazu, kein Wunder also, daß man die Variabilität der Helligkeit als seltenen, eigentümlichen und „pathologischen“ Ausnahmezustand ansah.

Heute dagegen hat die Zahl der bekannten Veränderlichen bereits 30000 überschritten! Ein Drittel davon wurde im wesentlichen durch C. Hoffmeister an der Sternwarte Sonneberg im Verlauf eines systematischen Planes entdeckt, ein weiteres Drittel am Harvard Observatory (USA), der Rest an vielen anderen Sternwarten, gelegentlich auch durch Zufall. Theoretische Arbeiten zeigten, wie angesichts der Häufigkeit kaum anders zu erwarten, daß die Variabilität in gewissen Durchgangsstadien der Entwicklung der Sterne auftritt und damit in ihren Erscheinungsformen zwar von Masse, chemischer Zusammensetzung und Alter der Objekte abhängt, aber ein regelmäßig auftretendes Phänomen darstellt.

Prinzipiell ist Veränderlichkeit leicht entdeckbar und in ihren Grundeigenschaften auch leicht beobachtbar. Da andererseits die Art der Veränderlichkeit, wie eben erwähnt, mit bestimmten den Stern kennzeichnenden Parametern (Zustandsgrößen) gekoppelt ist, lassen sich diese abschätzen, wenn der Typus des Lichtwechsels bekannt ist. Entfernungs- und Altersbestimmungen solcher Sterne, aber auch der durch sie charakterisierten Sternkollektive, sind damit durch die Beobachtung der Veränderlichkeit ermöglicht.

Immer mehr in den Vordergrund tritt gegenwärtig aber auch die schon eingangs gestreifte gezielte, mit allen technischen Raffinessen durchgeführte astrophysikalische Untersuchung einzelner typischer (aber auch atypischer) Veränderlicher und der bei ihnen ablaufenden Prozesse. So war sicherlich die Nova Cygni 1975 in den Jahren 1975 und 1976 der meistbeobachtete Stern überhaupt, und die in

den letzten Jahren aktuellen variablen Röntgenquellen (z. B. Cyg X1 oder Her X1) werden dieser Nova nur wenig nachstehen. Bemerkt werden soll aber auch, daß beispielsweise im Februar 1964 im Sternbild Auriga eine Nova aufleuchtete, die nach Ausweis Sonneberger Himmelsaufnahmen im Maximum heller als 6^m wurde (also mit bloßem Auge sichtbar war), die aber erst im Jahre 1975 nachträglich auf einer Spektralaufnahme vom November 1964 im Helligkeitsabstieg als Stern der Helligkeit +15^m entdeckt wurde.

Zur Motivation der Mitarbeit

Aus den vorangegangenen Betrachtungen, deren Ziel keineswegs eine vollständige Darstellung aller Gesichtspunkte war, ergeben sich eine Fülle von Argumenten für eine Mitarbeit von Amateurastronomen. An der Spitze steht natürlich folgende Einsicht: Wenn es einem Freizeitastronomen gelingt, etwa durch systematische Helligkeitsbeobachtungen von Veränderlichen eine auch für den Fachastronomen nützliche Mitarbeit zu realisieren, so werden nicht nur seine unmittelbaren Arbeitsergebnisse, unter Umständen eingegliedert in die Resultate anderer, Ansporn für weitere Bemühungen sein, sondern dieser Amateur wird auch aus der Erkenntnis, an einem der modernsten Forschungsbereiche der Astronomie mitzuwirken, neue Anregung gewinnen. Eines allerdings soll festgestellt werden: *Die Tätigkeit eines Liebhaberastronomen – auch nicht die der Amateurbereobachter veränderlicher Sterne – soll grundsätzlich danach beurteilt werden, ob er Erkenntnisse für den Fachwissenschaftler bereitstellt.* Schon die ganz sporadische Feststellung, die der Amateur eines Nachts mit bloßem Auge trifft, während er sich vielleicht vorbereitet, schwache Spiralnebel mit seinem Teleskop einzustellen, daß nämlich β Persei (Algol) jetzt schwächer ist als δ Per, wogegen er doch vorige Nacht so hell war wie γ Andromedae, kann tiefe Befriedigung über diese eigene kleine „Entdeckung“ verleihen. Und das ist letzten Endes die Hauptsache. Auch gelegentliche Beobachtungen einer durch eine Zeitungsnotiz oder durch einen astronomischen Nachrichtendienst bekannt gewordenen Nova an mehreren Abenden zählen hierher.

Sollten allerdings solche sporadischen Beobachtungen dazu führen, unter der Anleitung Kundiger eine mehr systematische Tätigkeit auf diesem Gebiet aufzunehmen, ist dies umso besser. Die beiden genannten Beispiele bieten reichlich Gelegenheit zum weiteren Ausbau:

Nennen wir zunächst die *Bedeckungssterne*, zu denen β Persei gehört. Ihr Lichtwechsel ist im wesentlichen durch den Umlauf zweier Körper umeinander (um den gemeinsamen Schwerpunkt) und die dabei auftretenden, von der Erde aus beobachtbaren „Bedeckungen“ (Finsternisse) und andere geometrische Erscheinungen bestimmt. Im allgemeinen ist die Umlaufperiode – und damit die Lichtwechselperiode – konstant. Unter bestimmten Bedingungen kann sie jedoch periodischen Änderungen unterworfen sein; dies tritt z. B. bei Anwesenheit eines dritten Körpers im System auf oder bei einer Drehung der Apsidenlinie im Falle einer merklichen Bahnexzentrizität. Aber auch unregelmäßige Änderungen der Lichtwechselperiode kommen vor, und zwar vor allem bedingt durch episodischen Massenfluß zwischen den beiden Komponenten oder (seltener) durch Masseverlust des Doppelsystems als Ganzem. Zur Aufklärung des Mechanismus einer vermuteten Periodenänderung, gegebenenfalls zur Feststellung von Zeitabschnitt und Betrag der Änderung, sind die Zeitpunkte gut beobachteter Helligkeitsminima unerlässlich, und hier kann bei der Vielzahl der in Betracht kommenden Systeme der Amateur dem Fachastronomen entscheidende Hilfe leisten.

Dasselbe gilt für das zweite oben erwähnte Beispiel, die Beobachtung von *Novae* und anderen *eruptiven Objekten*. Einmal entdeckt (von einer Fachsternwarte oder einem Freizeitastronomen!), ist die Verfolgung der Helligkeitsänderungen während und nach dem Ausbruch von Bedeutung. Denn womöglich kann ein Amateur wegen adernorts schlechten Wetters ein besonderes Phänomen (z. B. ein sekundäres Minimum oder Maximum) feststellen, und dies kann wiederum für die Erklärung bestimmter spektrographischer Beobachtungen von großer astrophysikalischer Bedeutung sein. Außerordentlich wichtig ist aber auch die Überwachung realer oder potentieller wiederkehrender Novae: Das Netz der beteiligten Beobachter kann nicht eng genug sein, damit trotz Wettereinfluß und sonstiger Hindernisse, die hier und da auftreten, ein Ausbruch schon in seinem Beginn erkannt und an die astronomische Fachwelt signalisiert werden kann.

Diese beiden Beispiele – ein periodisches Objekt, dessen Verhalten man annähernd „planen“ kann, und ein unperiodisches, das man überwachen muß – sollen zur Demonstration der Tatsache genügen, daß die Mitarbeit der Amateure wegen der Vielzahl der zu erfassenden Sterne und Phänomene gerade gegenwärtig stark gefragt ist, wo Fachsternwarten ein gerüttelt Maß an Zeit und Personal für die Konstruktion, den Bau und natürlich die Bedienung spezieller hochkomplizierter Beobachtungs-

und Meßgeräte aufwenden. Letzteres wurde übrigens einmal als „Entpersönlichung des Beobachters“ bezeichnet. Über die Berechtigung und den Stellenwert einer solchen Einschätzung gibt es unterschiedliche Auffassungen. Eines aber wird der Autor vorliegender Zeilen stets vertreten: Es gibt wenige Beobachtungsmöglichkeiten mit dem Auge (mit oder ohne Instrument), bei denen der gefühlsmäßige Kontakt zu fernen Sternwelten so intensiv ist wie bei der Verfolgung des Lichtwechsels veränderlicher Sterne; und dies gilt sogar noch, wenn die photographische Aufnahme eines Sternfeldes in diesem Wahrnehmungsprozeß zwischengeschaltet ist!

Die bisherigen Darlegungen waren unabhängig davon, ob der visuellen oder der photographischen Beobachtungsmethode der Vorrang gegeben wird. Gesetz aber, der Amateur besitzt eine photographische Einrichtung, so sei er ermuntert, sie für Helligkeitsbestimmungen veränderlicher Sterne einzusetzen. Es ist dabei zunächst freigestellt, ob der Kamerakörper eines normalen „Photoapparates“ nahe der Brennebene eines Teleskops angebracht wird und man mit dem relativ kleinen Gesichtsfeld Reihenaufnahmen eines einzelnen Veränderlichen nebst seiner Vergleichssterne gewinnt, oder ob man Zugang zu einer speziellen kleinen Astrokamera hat, mit der man ein größeres Sternfeld selbst bei wenigen cm Öffnung sehr erfolgreich systematisch photographieren kann. Bei geeigneter Anlage befinden sich eine ganze Anzahl von interessanten Objekten in diesem Feld, und etwa 100 Aufnahmen, im Laufe der Zeit gewonnen, ermöglichen eine Vielzahl von Helligkeitsbestimmungen, z. B. an langsam veränderlichen Sternen. Die sorgfältige Herstellung der Aufnahmen, wozu natürlich eine parallaxtische Montierung mit Nachführung vorhanden sein muß, und ihre phototechnische Aufbereitung gewinnen an Nutzen und Motivation, wenn später eine planmäßige Auswertung erfolgt. Eingeschoben sei allerdings der Hinweis, daß eine gut gelungene Weitwinkelaufnahme (z. B. in den Sternbildern Cygnus, Aquila oder Orion) auch allein ihres ästhetischen Anblicks wegen große Befriedigung verleihen kann.

Die folgenden Ausführungen sollen das bisher Gesagte durch drei konkrete Einzelbeispiele, die unmittelbar aus der wissenschaftlichen Forschung stammen, praktisch erläutern.

Beispiel 1: Massenaustausch beim Algolstern U Cephei

U Cephei wurde im Jahre 1880 von CERASKI in Moskau entdeckt. Der Stern ist seither viel beobachtet worden, und eine große Zahl von Bedeckungsminima wurden zeitlich festgehalten. Sehr bald zeigte sich, daß die Periode veränderlich ist. Das erkennt man z. B. am sogenannten ($B-R$)-Diagramm. Dieses entsteht, wenn man die Zeitpunkte der Minima zunächst mit einer linearen Formel

$$\text{Min.} = \text{Ausgangsminimum} + \text{Periode} \cdot E \quad (E \text{ ganz}),$$

in unserem Fall $R \equiv \text{Min.} = 2407890.2957 + 294929005 \cdot E$,

auszurechnen versucht und dann die Differenzen „beobachtetes Minimum-Datum B minus berechnetes Minimum-Datum R “ über der Zeit oder (gleichbedeutend) der Epochenzahl E aufträgt. Abb. 1 zeigt die graphische Darstellung für einige Hundert Minima von U Cep von 1880 bis 1978.

Der Leser möge probieren, aus Abb. 1 selbst die Erkenntnis abzuleiten, daß am Anfang der Reihe – bis etwa 1910 – die Periode etwas kleiner war als obiger mittlerer Wert und am Ende der Reihe, also praktisch in der Jetztzeit, etwas größer, und daß diese Zunahme kontinuierlich, aber von sekundären Schwankungen begleitet, vor sich ging.

Unter Hinzunahme einiger ganz moderner Daten finden wir eine systematische Periodenvergrößerung von

$$29492876 \text{ (1880) auf } 29493083 \text{ (1978),}$$

also um $\Delta P = P(1978) - P(1880) = 18 \text{ s.}$

Betrachten wir das dritte Kopplersche Gesetz,

$$\frac{A^3}{P^2} \sim (m_1 + m_2)$$

(A große Halbachse der relativen Bahn $\approx$ Abstand beider Komponenten, P Umlaufzeit, m_1 Massen der Komponenten), so erkennen wir, daß eine wirkliche Periodenänderung eine Änderung der Bahnachse oder der Gesamtmasse des Systems einschließt oder beides.

Die einfachste physikalische Annahme ist, daß die Gesamtmasse und der Drehimpuls I des Doppelsystems während der Periodenänderung konstant bleiben; keine Masse verläßt das System:

$$m_1 + m_2 = m = \text{const.}$$

$$I = m_1 A_1 v_1 + m_2 A_2 v_2 = \text{const.},$$

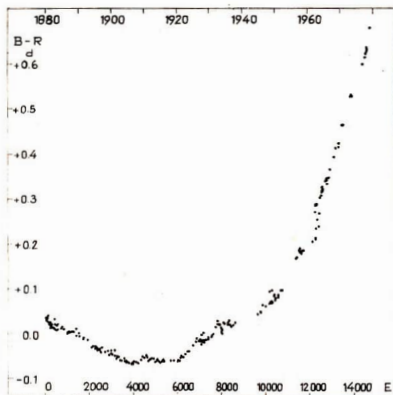


Abb. 1: (B-R)-Diagramm von U Cep von 1880 bis 1970 nach A. H. Batten, ergänzt durch Minima-Daten 1973 bis 1978 von Mitarbeitern des Arbeitskreises „Veränderliche Sterne“.

(A_1 Halbachsen der absoluten Bahnen, v_1 Bahngeschwindigkeiten). Daraus folgt unter Einschluß des Gravitationsgesetzes

$$\frac{\Delta P}{P} = 3 \cdot \frac{2\mu - 1}{\mu(1-\mu)} \cdot \frac{\Delta m}{m}$$

Hierin ist Δm ein durch Massenfluß von Komponente 1 nach Komponente 2 übergehender Massebetrag (der Index 2 bezeichne die massegewinnende Komponente) und $\mu = \frac{m_2}{m} \cdot \Delta m$ berechnen wir im folgenden:

U Cep besteht aus einem BTV-Stern der Masse $4,2 m_\odot$ und einem G8 III/IV-Stern der Masse $2,8 m_\odot$. Da, wie wir gesehen haben, $\Delta P > 0$, muß, da $\Delta m > 0$ definiert ist,

$$\frac{1}{2} < \mu < 1 \text{ sein.}$$

Das bedeutet:

$$m_2 > m_1,$$

der Massenstrom fließt vom G- zum B-Stern. Zwischen 1880 und 1978 hat auf diese Weise der B-Stern

$$\Delta m = \frac{\Delta P}{P} \cdot m \cdot \frac{\mu}{3} \cdot \frac{1-\mu}{2\mu-1} \approx 2,3 \cdot 10^{-4} m_\odot$$

gewonnen, d. h. die Rate des Massenflusses beträgt

$$2,3 \cdot 10^{-6} m_\odot/\text{Jahr} = 4,7 \cdot 10^{27} \text{ g/Jahr.}^*)$$

Dieses wichtige astrophysikalische Ergebnis, das zusammen mit spektrographischen Daten von den Fachastronomen für weitere Überlegungen benutzt wird, hätte ohne die zahlreich beobachteten Minima nicht erlangt werden können, und hieran hatten Amateure bis in die Gegenwart erheblichen Anteil.

Beispiel 2: Überwachung des unregelmäßigen Veränderlichen BO Cephei

BO Cephei gehört zu den vermutlich entwicklungsmäßig extrem jungen Sternen, bei denen die Ursachen der unregelmäßigen Veränderlichkeit immer noch nicht restlos geklärt sind. Die Variabilität wurde 1934 auf Sonneberger Platten entdeckt, und zwar zeigen zwei Aufnahmen vom 17. Dezember

*) Das entspricht etwa $0,78 m_\odot$ - (D. Red.).

1933 den Stern etwa 1.5 mag gegenüber der Normalhelligkeit geschwächt (Bildseite I). Nur auf weiteren zwei Platten von rund 1100 Aufnahmen der Sonneberger Sammlung ist der Veränderliche ebenfalls entschieden im Minimum. Die unperiodische Veränderlichkeit wird bestätigt durch 601 visuelle Schätzungen Hoffmeisters, wobei die Helligkeit in rund 1 % der Nächte 1 mag oder mehr vermindert war. Dagegen zeigen photoelektrische Messungen 1965 bis 1976 in 304 Nächten kein einziges tiefes Minimum, sondern lediglich in 9 unregelmäßig verteilten Nächten Abweichungen von nur 0.1... 0.3 mag. Alle übrigen Messungen ergaben die äußerst geringe durchschnittliche Abweichung von

$$\frac{1}{n} \sum v - \bar{v} = 0.02 \text{ mag},$$

wobei noch rund die Hälfte auf die Meßungenauigkeit fällt.

Die Überwachung eines solchen Sternes zur Erfassung eines der offenbar seltenen und ungleichmäßig verteilten Minima ist äußerst wichtig, und zwar nicht nur, damit im positiven Falle womöglich sofort tiefergreifende Beobachtungen (spektrographisch, polarimetrisch, photometrisch) angestellt werden können, sondern einfach auch zur Verbesserung der Statistik der Minima.

Warnend sei jedoch an dieser Stelle hervorgehoben, daß der Fachastronom sich auf einige wenige ungeprüfte Einzelbeobachtungen eines dazu noch ungeübten Sternfreundes nicht wird verlassen wollen und können. Zu leicht unterliegt man Voreingenommenheiten oder Irrtümern, und selbst Fälle, in denen sich „Beobachter“ grundlos interessant machen wollten, etwas Wichtiges gefunden zu haben, hat der Autor schon erlebt. Bei einem periodischen Veränderlichen kann man grobe Unrichtigkeiten ohne weiteres erkennen und ausmerzen, nicht dagegen bei irregulären Sternen!

BO Cep und andere seines Typus sind meist schwache Objekte; kaum einer ist im Maximum heller als $V = 10^m$. Trotzdem oder gerade deshalb ist es wertvoll, sie auf das Programm einer Gruppe fähiger Amateurbeschafter zu setzen.

Beispiel 3: Die Graphithülle von R Coronae Borealis

R Coronae Borealis ist einer der interessantesten Veränderlichen. Sein Lichtwechsel ist charakterisiert durch wochen- oder monatelange, in unregelmäßigen Abständen auftretende, bis zu 9 mag tiefe Minima. Der Stern steht seit Jahrzehnten auf dem Programm zahlreicher Amateure; auf diese Weise sind die Helligkeitsvariationen ziemlich lückenlos bekannt (Abb. 2). Der Vorschlag, das Entstehen der Minima durch den Auswurf von absorbierenden Massen zu erklären, ist schon über 40 Jahre alt. Er blieb aber eine reine Hypothese, bis vor etwa 10 Jahren photometrische Messungen ergaben, daß eine Abnahme der Helligkeit im visuellen Bereich von einer Zunahme im infraroten Gebiet (Wärmestrahlung) begleitet ist und daß daher während des Minimums die Gesamtstrahlung (bolometrische Helligkeit) annähernd konstant bleibt. Die verstärkte Infrarotstrahlung ist dann als thermische Strahlung einer auf etwa 900 K aufgeheizten Partikelhülle zu verstehen, die im visuellen Bereich den entsprechenden Energiebetrag absorbiert. Da es sich bei diesem Sternstypus um wasserstoffarme Kohlenstoffsterne handelt, ist es naheliegend, an Ruß- oder Graphitwolken zu denken. Den Radius der vom Stern ausgestoßenen Hülle kann man für den Zeitpunkt der (irgendwann nach dem Minimum erfolgten) Messungen wie folgt bestimmen:

Aus der scheinbaren Helligkeit im Normalzustand, $V = 5^m8$, und der entsprechenden absoluten Helligkeit $M_v = -4^m0$ (spektroskopisch bestimmt) sowie der interstellaren Extinktion $A_v = 0.2$ (aus der Position des Sterns in der Galaxis geschätzt) erhalten wir die Entfernung mittels

$$\lg R = 0.2 \cdot (V - M_v - A_v) + 1$$

zu $R = 0.8 \text{ kpc}$.

Aus den photometrischen Messungen in 12 Farbbereichen inklusive Infrarot ergeben sich die Wellenlänge λ_m des Intensitätsmaximums der Strahlung zu $3.1 \mu\text{m}$ und die auf 1 cm^2 Empfängerfläche pro $1 \mu\text{m}$ spektrale Bandbreite einfallende Strahlungsleistung F_m („Beleuchtungsstärke“) zu $2 \cdot 10^{-15} \text{ W}$ (Extinktion berücksichtigt). Unter der Annahme, es handle sich um die Strahlung „schwarzer Körper“, kann man die Temperatur T der strahlenden Partikelhülle aus dem Wienschen Gesetz

$$\text{zu } T = \frac{2900 \text{ K}}{\lambda_m} = 940 \text{ K} \quad (\lambda_m \text{ in } \mu\text{m})$$

und ihren Radius r aus der Beziehung

$$4\pi < R_m F = 4\pi r^2 f_m,$$

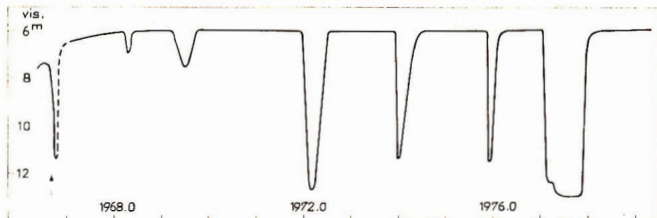


Abb. 2: Lichtkurve von R CrB von 1966 bis 1979 nach Beobachtungen von H.-J. Blasberg, ergänzt durch Schätzungen anderer Mitarbeiter des Arbeitskreises „Veränderliche Sterne“ und von Beobachtern der Association Francaise des Observateurs d'Etoiles Variables (leicht schematisiert). Zum Pfeil siehe Text!

die der Leser selbst begründen möge, ableiten. Hierin ist f_m die von der Hülle ausgehende, aus dem Planckschen Gesetz mit Hilfe der Temperatur T berechenbare Strahlungsleistung bei der Wellenlänge λ_m pro cm^2 emittierender Oberfläche und Bandbreiteneinheit ($1 \mu\text{m}$):

$$f_m = 1.3 \cdot 10^{-15} T^5 \text{ WK}^{-5} = 0.59 \text{ W.}$$

Wir erhalten

$$r = R \sqrt{\frac{F_m}{f_m}} = 0,8 \text{ kpc} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-15}}{0,95}} = 7 \text{ AE}$$

als Radius der Hülle, die vom Stern während des letzten vorangegangenen Minimums ausgestoßen würde.

Zur Prüfung und zum Vergleich kann noch die mittlere Expansionsgeschwindigkeit v der Hülle berechnet werden. Die Zeit zwischen den oben ausgewerteten Messungen (Herbst 1968) und dem Beginn des in Betracht gezogenen Minimums (Mitte 1962) wurde zunächst mit $t \approx 6,3$ Jahren angesetzt. Damit ergab sich

$$v = \frac{r}{t} = 5 \text{ km s}^{-1}$$

Dies stand im Widerspruch zu ähnlichen Überlegungen bei dem Stern RY Sgr, für den $r = 10 \text{ AE}$ und $t \approx 700$ Tage, also $v = 25 \text{ km s}^{-1}$ herauskam. Man fragte sich, warum bei R CrB die Hülle in der längeren Zeit t nicht weiter expandiert sei als bei RY Sgr, sondern weniger, oder warum man bei letzterem eine 5-fach größere Expansionsgeschwindigkeit v findet. Das Rätsel löste sich, als wir erkannten, daß nicht der Abstieg Mitte 1962, sondern vermutlich das zunächst übersehene, von Blasberg im Herbst 1966 beobachtete relativ kurze Minimum (Pfeil in Abb. 2) verantwortlich zu machen ist. Dann stimmt das neu berechnete

$$v = 16 \text{ km s}^{-1}$$

besser mit dem Wert für RY Sgr überein.

Auch an diesem Beispiel erkennt man den hohen wissenschaftlichen Nutzen, den Amateurbeobachtungen erbringen können.

Schlußbemerkungen

Die drei ausgearbeiteten Beispiele sollen für eine Vielzahl verschiedener weiterer Fälle stehen. Wir haben sie etwas ausführlicher dargestellt, um vor allen Dingen den astrophysikalischen Hintergrund, wo wir diesen erkennen können, deutlich zu machen. Vielfach mußte dabei von der Erläuterung weiterer Einzelheiten und von der Darlegung von theoretischen und beobachtungsmäßigen Schwierigkeiten abgesehen werden, damit das Prinzipielle klar wird.

Selbstverständlich werden die physikalischen Einsichten, die hier gestreift wurden, nicht jedem Freizeitastronomen zugänglich oder ohne weiteres einleuchtend sein. Ich hoffe trotzdem, mit diesem Beitrag nicht nur die Motivationen der schon aktiv arbeitenden Veränderlichenbeobachter anderen Amateuren nahegebracht zu haben; ich möchte auch umgekehrt weitere Liebhaber dazu motivieren, sich auf diesem Gebiet zu betätigen. In der DDR existiert seit vielen Jahren der „Arbeitskreis Veränderliche Sterne“, der eine der thematischen Arbeitsgruppen im Kulturbund darstellt. In ziemlich regelmäßigen Abständen erscheinen in komprimierter Form die Beobachtungsergebnisse dieser Gruppe in einer DDR-Fachzeitschrift; der Teil V wird beim Abfassen vorliegender Zeilen gerade zum Druck vorbereitet. Damit werden alle wichtigen Resultate der internationalen Fachwelt zugänglich gemacht, und auch dies dürfte ein Anreiz für gute systematische Beobachtungen sein.

Literatur: Batten, A. H., Publ. of the Dominion Astroph. Obs. Victoria B. C. XIV, 10 (1974). – Plavec, M., *Advances in Astron. u. Astroph.* 6, p. 201 (1968). – Hoffmeister, C., *Veränderliche Sterne*, Verlag Barth, Leipzig (1970). – Hoffmeister, C., *Astron. Nachr.* 274, p. 232 (1944). – Wenzel, W., u. Brückner, V., *Mitt. u. Veränd. Sterne* 8, p. 35 (1978). – Lee, T. A., u. Feast, M. W., *Astroph. J.* 157, L 173 (1969). – Stein, W. A., u. a. *Astroph. J.* 155, L 3 (1969). – Blasberg, H.-J., *Mitt. u. Veränd. Sterne* 4, p. 199 (1968). – Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“ im Kulturbund der DDR, *Mitt. u. Veränd. Sterne* 8, Heft 8 (in Vorber.).

Die Veränderlichen im Hertzsprung-Russell-Diagramm

Dr. PETER ENSKONATUS

Bedeutung des HRD für die Erforschung veränderlicher Sterne

Für die Erforschung der Fixsterne spielt die Untersuchung ihrer Zustandsgrößen eine wesentliche Rolle. Hierbei ist das HRD von Bedeutung, da es den Zusammenhang zwischen zwei wichtigen Zustandsgrößen, der Leuchtkraft und der Spektralklasse und der damit verbundenen effektiven Temperatur widerspiegelt. Gerade die Stellung veränderlicher Sterne im HRD ist von Interesse. Zunächst ist die Kenntnis der Zustandsgrößen für die Klärung der Ursachen des Lichtwechsels von Bedeutung. Historisch läßt sich dies am Beispiel der Erforschung der Cepheiden belegen. Hier wurde im Jahre 1894 analog zu den Bedeckungsveränderlichen eine Spektrallinienverschiebung mit der Periode des Lichtwechsels entdeckt. Dies hatte zur Folge, daß in den nächsten zwei Jahrzehnten die falsche Hypothese vorherrschte, der Lichtwechsel käme durch die Wechselwirkung der Komponenten eines Doppelsterns zustande. Erst nachdem die Erforschung der Zustandsgrößen der Cepheiden einen Widerspruch zu den aus den spektroskopischen Beobachtungen gewonnenen Dimensionen der Doppelsternbahnen lieferte, setzte sich die Pulsationshypothese durch.

Bedeutungsvoll ist außerdem, daß veränderliche Sterne eines bestimmten Typs eine Klasse relativ einheitlicher Objekte darstellen. Zur Klassifikation veränderlicher Sterne genügen meist einfache Beobachtungen. Erforderlich sind Fotografien in verschiedenen Spektralbereichen, woraus man die Spektralklasse grob bestimmen kann und die Beobachtung der Lichtkurve. Hinzu kommt, daß zahlreiche Typen veränderlicher Sterne sehr hell sind, so daß sie in einem großen Raumbereich beobachtet werden können. Einmal resultiert hieraus, daß sich bestimmte Typen veränderlicher Sterne (insbesondere Cepheiden) zur Entfernungsbestimmung eignen, andererseits läßt sich in einfacher Weise die räumliche Verteilung und damit die Populationszugehörigkeit der veränderlichen Sterne beobachten. Dies gibt schon unmittelbare Anhaltspunkte für die Stellung der einzelnen Typen veränderlicher Sterne in der Sternentwicklung. Andererseits gaben uns die Kernphysik und die elektronische Datenverarbeitung die Mittel in die Hand, um die Sternentwicklung auch theoretisch zu verstehen. So ist es heute möglich, die Entwicklung von Sternen bis etwa zum Ende des Riesenstadiums durchzurechnen. Als Ergebnis erhält man (abhängig von den Anfangsbedingungen) Entwicklungskurven im HRD, die auch durch Gebiete verlaufen, in denen sich veränderliche Sterne

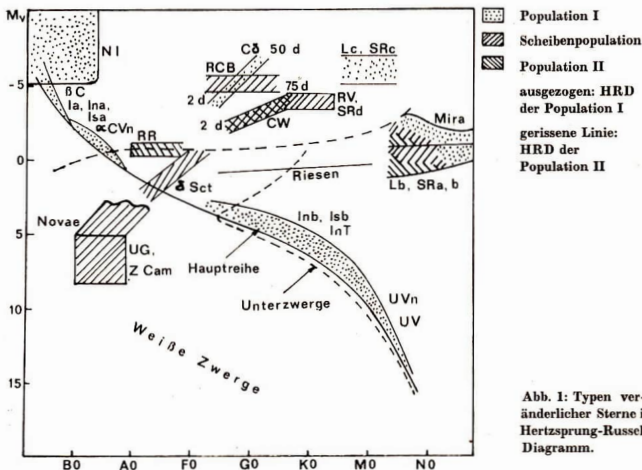


Abb. 1: Typen veränderlicher Sterne im Hertzsprung-Russell-Diagramm.

befinden. So folgt z. B. aus der Theorie, daß ein Stern seine Entwicklung etwas oberhalb der Hauptreihe noch im Kontraktionsstadium als instabiler Stern beginnt. Tatsächlich wurden aber in diesem Bereich verschiedene Typen unregelmäßiger Veränderlicher gefunden, die sich durch ihre räumliche Verteilung (Zugehörigkeit zu Sternassoziationen) als junge Objekte identifizieren lassen.

Ein anderes Beispiel liefern die Arbeiten R. Kippenhahns aus dem Jahre 1965 [4]. Hier zeigte sich bei der Berechnung der Entwicklungswege von Sternen mit $5 M_{\odot}$ und $9 M_{\odot}$, daß diese im Bereich der Riesen und Überriesen eigenartige Schleifen durchlaufen, die mehrfach ein Gebiet kreuzen, in dem Pulsationsinstabilität auftritt. Dies ist gerade das Gebiet der Cepheiden. Die Arbeit gipfelte in der Bestimmung der theoretischen Perioden-Leuchtkraft-Beziehung für Cepheiden, die mit der beobachteten bestens übereinstimmt. Die Stellung der einzelnen Typen veränderlicher Sterne ist aus Abb. 1 ersichtlich [1]. Für die Typbezeichnungen wurden die Abkürzungen entsprechend der neuesten Ausgabe des GCVS [3] verwendet. Geordnet nach der entwicklungsmäßigen Reihenfolge (instabile junge Sterne – Pulsationsveränderliche – Novae und Novaähnliche) sei im folgenden auf die Stellung der einzelnen Typen im HRD kurz eingegangen. Abschließend wird noch etwas zur Lage der Bedeckungsveränderlichen im HRD gesagt.

Die Haupttypen veränderlicher Sterne im HRD

a) Instabile junge Sterne

Am Anfang der Entwicklung stehen die Sterne zunächst etwas oberhalb der Hauptreihe und weisen meist Instabilitäten auf. Dies sind im Bereich der frühen Spektralklassen (0 bis A) die Typen Ia, Ina, Isa und im Bereich der mittleren bis späten Spektralklassen (F bis M) die Typen Inb, Isb, InT. Am rechten unteren Ende der Hauptreihe schließen sich die Flare-Sterne (UVn, UV) an.

b) Pulsationsveränderliche

Während der Verweildauer auf der Hauptreihe sind die Sterne stabil. Man findet jedoch im Bereich der frühen Spektralklassen in der Nähe der Hauptreihe Typen Pulsationsveränderlicher mit geringer Amplitude. Dies sind die Typen C (kurzperiodische Pulsationsveränderliche der Spektralklasse B) und $\alpha_2 CVn$ (Magnetsterne der Spektralklasse Ap). Im Bereich der Riesen und Überriesen gibt es jedoch zahlreiche Gebiete, in denen die Sterne zur Pulsation neigen. Hier finden wir bei den späten

Spektraltypen die verschiedenen Populationen angehörenden zahlreichen Typen langsam veränderlicher Riesen und Überriesen, bei den mittleren Spektralklassen die Cepheiden der Typen C (Population I) und CW (Scheibenpopulation und Population II), die ausgeprägte Perioden-Leuchtkraft-Beziehungen besitzen. Im Bereich der Spektralklasse A in der Nähe des Durchstoßpunktes des Riesenastes der Population II durch die Hauptreihe sind die kurzperiodischen Pulsationsveränderlichen der Typen RR und δ Set zu finden.

c) Novae und novaähnliche Veränderliche

Die Novae und novaähnlichen Veränderlichen sind i. a. Sterne später Entwicklungsstadien. Sie verteilen sich auf einen breiten Leuchtkraftbereich und besitzen die Spektralklassen O bis A. Hier finden wir in der äußersten linken oberen Ecke des HRD instabile heiße massereiche Sterne, die die hellsten Sterne überhaupt sind. Ein Vertreter ist P Cyg. Unterhalb der Hauptreihe im Übergangsfeld zu den Weißen Zwergen finden wir dann die Prä- und Postnovae, sowie die Zwergnovae (UG, Z Cam). Nach den heutigen Kenntnissen ebenfalls zu den eruptiven Veränderlichen zu rechnen sind die Sterne des Typs RCB, die ein sehr spätes Entwicklungsstadium repräsentieren, in welchem der Wasserstoff nahezu vollständig verbraucht ist. Sie sind Kohlenstoffsterne und liegen im Bereich der Überriesen der Spektralklassen F und G.

d) Bedeckungsveränderliche

Da der Lichtwechsel Bedeckungsveränderlicher keine physischen Ursachen hat, können die Komponenten im HRD prinzipiell überall dort auftreten, wo auch normale Sterne auftreten können. Daher sind auch viele Bedeckungsveränderliche Hauptreihensterne. Besonderheiten ergeben sich jedoch aus der Tatsache, daß Bedeckungsveränderliche enge Doppelsterne sind, die oftmals halbgrenzte Systeme oder sogar Kontaktsysteme bilden. Hier spielt also der Materieaustausch eine Rolle, der zu wesentlichen Modifikationen in der Sternentwicklung führt. So haben die Komponenten enger Doppelsterne wesentlichen Anteil an der Leuchtkraftklasse IV der Unterriesen, die dadurch zustande kommen, daß die Entwicklung zum Roten Riesen durch die Rochesche Grenze beschränkt wird. Tatsächlich sind viele Komponenten Bedeckungsveränderlicher im Bereich der Unterriesen zu finden.

Literatur: [1] Hoffmeister, C., Veränderliche Sterne. Leipzig 1970. - [2] Kukarkin, B. W., Erforschung der Struktur und Entwicklung der Sternsysteme auf der Grundlage des Studiums veränderlicher Sterne. Berlin 1954. - [3] Kukarkin, B. W. u. a., GCVS, Moskau 1948, 1958, 1969. - [4] Klippenhahn, R., Stellar Evolution and Variability. Kleine Veröffentlichungen der Remis-Sternwarte Bamberg, Bd. IV, Nr. 40 (1965), S. 7-17. - [5] Plavec, M., Grygar, J., Algol Systems in the HR-Diagram. Kleine Veröffentlichungen der Remis-Sternwarte Bamberg, Bd. IV, Nr. 40 (1965), S. 213-223. - [6] Enskonaas, P., Die Veränderlichen im HRD - einst und jetzt. Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow, Vorträge und Schriften Nr. 56 (1978), S. 10-16.

Amateurbeobachtungen zur Entfernung und Physik der Nova Cygni 1978 (V 1668 Cyg)

DIETMAR BÖHME

Der amerikanische Astronom Peter L. Collins entdeckte diese Nova am 10. September 1978 am Mount Hopkins Observatorium. Er fand sie als Stern 7. Größe nahe dem bekannten Eruptivveränderlichen SS Cygni. Nur wenige Stunden später zeigten drei Japaner unabhängig von Collins Entdeckung die Auffindung des neuen Sternes an. Durch das IAU Circular Nr. 3263 wurde am 11. 09. die Entdeckungsmeldung weltweit verbreitet. Die Koordinaten für den Novaort lauten:

$$\begin{array}{ll} \text{RA } 21^{\text{h}}40^{\text{m}}38^{\text{s}}28 & +234 \text{ pro Jahr} \\ \text{Dekl. } +43^{\circ}48'09''8 & +0,271 \text{ pro Jahr} \end{array} \quad (1950,0)$$

Am genannten Ort konnte nach Lloyd und Argyle auf der Mount Palomar Sky Survey kein Stern sicher als Praenova identifiziert werden, so daß ihre Helligkeit geringer als $m_{\text{pg}} = 21^{\text{m}}$ anzusetzen ist.

1. Das Beobachtungsmaterial der Arbeitsgruppe Veränderliche Sterne

Durch eine verspätete Information der Beobachter liegen erst ab 25. September Schätzungen der Novahelligkeit vor. Da es nicht möglich war, den interessanten ersten Teil der Lichtkurve durch eigene Beobachtungen abzudecken, sind zu dieser Auswertung visuelle Beobachtungen von Mit-

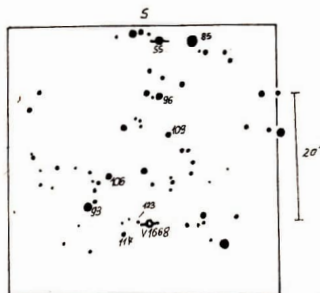


Abb. 1: Umgebungskarte von V 1668 Cygni (nach Angaben der AAVSO).

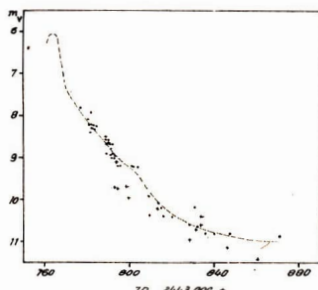


Abb. 2: Visuelle Lichtkurve nach Beobachtungen der Arbeitsgruppe Veränderliche und der AFOEV.

gliedern der französischen Amateurgesellschaft AFOEV herangezogen worden [1]. Der schnelle Helligkeitsabstieg klassifizierte das Objekt zum Typ der raschen Novae (Na). Somit waren die Beobachtungen um das Maximum und bis 4 Wochen danach von großer Bedeutung. Die allgemeine Binschätzung der visuellen Helligkeit basierte auf der AAVSO-Sequenz für 88 Cygni, später dann auf der AAVSO-Sequenz für V 1668 Cygni.

Es konnten 43 Schätzungen der Sternfreunde Blasberg, Böhme, Kändler und Rümmler, und etwa 50 Schätzungen der AFOEV ausgewertet werden. Eine Zusammenstellung der Beobachtungen der Arbeitsgruppe Veränderliche Sterne ist bereits in den MVS veröffentlicht. [2] (Nachträglich sind noch 16 photovisuelle Beobachtungen von U. Jungstand eingegangen, welche nicht mehr zur Auswertung herangezogen werden konnten. In Abb. 2 sind diese Beobachtungen deshalb als Kreuze gekennzeichnet.)

2. Bestimmung der absoluten Helligkeit

Ein Überblick zu dieser Methodik der Bestimmung der absoluten Helligkeit einer Nova wurde in dieser Zeitschrift schon einmal anhand der Nova Cygni 1975 gegeben. [3] Alle für diese Rechnung notwendigen Angaben können unmittelbar aus der grafisch dargestellten Lichtkurve entnommen werden.

Daten der Nova Cygni 1978

scheinbare Maximumshelligkeit	$m_v = 6.1 \pm 0.1$
Geschwindigkeit des Helligkeitsabfalles	$t_{3,v} = 33 \pm 7 \pm 2 \pm 3$
Zeitpunkt des Maximums	$T_{max} = 2443.763,5 \pm 0,5$
scheinbare Helligkeit 15 Tage nach dem Maximum	$m_v(15) = 8.0 \pm 0.2$

Erläuterung: Als Maß für die Geschwindigkeit des Helligkeitsabfalles dient der Wert $t_{3,v}$, dieser sagt aus, wieviel Tage seit dem Maximum vergangen sind bis die Nova drei Größenklassen unter die Maximalhelligkeit abgefallen ist.

Es ist möglich, über die von Mr Laughlin gefundene Beziehung zwischen der Geschwindigkeit des Helligkeitsabfalles und der absoluten Helligkeit von Novae im Maximum diesen Wert unmittelbar zu bestimmen.

$$M_v = -11^m5 + 2^m5 \lg t_{3,v} \quad (1)$$

$$M_v = -7^m7 \pm 0^m2$$

Eine zweite Möglichkeit für die Festlegung der Absolutshelligkeit zeigten Buscombe und Vaucouleurs auf. Diese gründet sich auf der Feststellung, daß alle Novae etwa 15 Tage nach ihrem Maximum eine relativ übereinstimmende absolute Helligkeit besitzen.

$$M_v(15) = -5^m2 \quad (2)$$

$$M_v = m_v - m_v(15) + M_v(15) \quad (3)$$

$$M_v = -7^m1$$

Da erfahrungsgemäß der Wert nach dem ersten Verfahren eine bessere Genauigkeit besitzt, lassen wir diesen in die Mittelwertbestimmung mit doppeltem Gewicht eingehen und finden als Endwert für die Absolutheitigkeit im Maximum:

$$M_V = -7^m5 \pm 0^m3$$

3. Die interstellare Extinktion und Festlegung der Novaentfernung

Um die Entfernung der Nova über den Entfernungsmodul $m - M$ finden zu können, ist es notwendig, Kenntnis über den Einfluß der interstellaren Extinktion zu besitzen. In diesem speziellen Fall wurden zwei unterschiedliche Verfahren angewendet.

3.1. Verfärbung des Novalichtes im Maximum

Nach Schmidt besitzen Novae im Maximum ihrer Helligkeit einen recht gut definierten mittleren Farbenindex von $(B-V)_0 = 0^m35 \pm 0^m05$. Von anderen Autoren wurde ein Wert zwischen $0^m1 - 0^m2$ genannt. Die Differenz zwischen der beobachteten Eigenfarbe $(B-V)_{\text{MAX}}$ und diesem theoretischen Wert wird als selektive Extinktion $E_{(B-V)}$ bezeichnet. In den Circularen der IAU sind eine Reihe geeigneter B-V-Messungen veröffentlicht, auf diesen Angaben basiert die nachfolgende Rechnung.

$$\begin{aligned} (B-V)_{\text{MAX}} &= 0^m64 \pm 0^m05 \\ E_{(B-V)} &= (B-V)_{\text{MAX}} - (B-V)_0 \\ E_{(B-V)} &= 0^m29 \pm 0^m07 \end{aligned} \quad (4)$$

Um die Wirkung der Extinktion im visuellen Bereich zu bestimmen, wird dieses Resultat mit dem Faktor 3 multipliziert und wir erhalten die visuelle Gesamtextinktion A_V .

$$\begin{aligned} A_V &= 3E_{(B-V)} \\ A_V &= 0^m9 \pm 0^m3 \end{aligned} \quad (5)$$

Dieser Faktor 3 wurde anhand umfangreicher statistischer Untersuchungen zum Verfärbungsgesetz gewonnen, jedoch werden auch noch davon abweichende Werte in der Literatur diskutiert.

3.2. Untersuchung der Verfärbung von Feldsternen

Die Kontrolle des ermittelten Extinktionsbetrages erschien wünschenswert, deshalb wurde für eine Anzahl die Nova in einem bestimmten Areal umgebende Feldsterne, deren visuelle Gesamtextinktion und Entfernung bestimmt. Die notwendigen Angaben sind dem Katalog der lichtelektrischen Helligkeiten von Blanco entnommen [4]. Die Größe des Areals ist durch folgende Grenzkordinaten bestimmt:

$$RA \ 21^h25^m \dots 22^h25^m; \text{Dekl. } +38^\circ \dots +50^\circ \quad (1950.0)$$

Durch die Angaben für die einzelnen Sterne ist es möglich, den entfernungsabhängigen Verlauf der interstellaren Extinktion in Richtung zur Nova zu bestimmen. Nachteilig wirkt sich das relativ große Areal aus, denn es ist zu erwarten, daß größere Inhomogenitäten der Extinktion innerhalb dieser Fläche auftreten.

Anhand der im Katalog gegebenen B-V-Werte wurde die selektive Extinktion und daraus die visuelle Gesamtextinktion abgeleitet. Notwendig für die Bestimmung der absoluten Helligkeit war die Kenntnis des genauen Spektraltypes und der Leuchtkraftklassen. Über den Entfernungsmodul wurde auf die Entfernung in Parsec geschlossen.

$$(m - M)_V = m_V - A_V - M_V \quad (6)$$

In Abb. 3 sind die 20 gefundenen Werte eingetragen. Wie schon vermutet, zeigt sich kein eindeutig mittlerer Gang der Extinktion.

3.3 Ermittlung der Novaentfernung

Wir besitzen nun alle Angaben um eine Festlegung der Novaentfernung vornehmen zu können. Nach (6) würde der auf Variante 1 basierende Entfernungsmodul lauten:

$$\begin{aligned} (m - M)_V &= +6^m2 - 0^m9 - (-7^m5) \\ (m - M)_V &= +12^m8 \end{aligned}$$

Tabelle 1: Feldsterne mit Angabe der abgeleiteten Parameter für Entfernung und Extinktion

Stern	V	(B - V) ₀	Sp	M _v	(B - V) ₀	E(B - V)	A _v	m - M	r
BD +47° 3421	9 ^m 54	+0 ^m 58	A0 Ia	-6 ^m 6	-0 ^m 03	-0 ^m 61	+1 ^m 83	+14 ^m 3	7280 pc
HD 204 710	6 ^m 05	+0 ^m 26	B8 Ib	-5 ^m 6	-0 ^m 06	+0 ^m 32	+0 ^m 06	11 ^m 6	2600
HD 204 771	5 ^m 23	+0 ^m 07	K0 III	+1 ^m 2	+0 ^m 99	-0 ^m 02	-0 ^m 06	4 ^m 1	70
HD 204 814	7 ^m 89	+0 ^m 76	G8 V	+5 ^m 5	(+0 ^m 73)	+0 ^m 03	+0 ^m 00	2 ^m 3	28
HD 205 349	6 ^m 25	+1 ^m 82	K1 Ib	-4 ^m 5	(+1 ^m 30)	+0 ^m 54	+1 ^m 62	9 ^m 1	700
HD 205 435	4 ^m 02	+0 ^m 89	G8 III	+1 ^m 6	+0 ^m 91	-0 ^m 02	-0 ^m 06	2 ^m 9	38
HD 205 601	6 ^m 76	-0 ^m 12	B6 V	-0 ^m 7	-0 ^m 16	+0 ^m 04	+0 ^m 12	7 ^m 3	290
HD 206 280	6 ^m 72	-0 ^m 06	B9 V	+0 ^m 5	+0 ^m 08	+0 ^m 02	+0 ^m 06	6 ^m 2	170
HD 206 330	5 ^m 10	+1 ^m 00	M1 III	-0 ^m 4	+1 ^m 55	+0 ^m 05	+0 ^m 15	5 ^m 4	120
HD 206 538	6 ^m 09	+0 ^m 06	A1 V	+1 ^m 3	+0 ^m 01	+0 ^m 05	+0 ^m 15	4 ^m 7	85
HD 206 644	5 ^m 73	+0 ^m 03	A0 V	+1 ^m 0	-0 ^m 02	+0 ^m 01	+0 ^m 03	4 ^m 7	87
HD 206 731	6 ^m 09	+1 ^m 01	G8 II	+1 ^m 6	+0 ^m 95	+0 ^m 05	+0 ^m 15	4 ^m 3	74
BD +40° 3615	9 ^m 07	+0 ^m 33	B1 V	-3 ^m 6	-0 ^m 28	+0 ^m 61	+1 ^m 83	10 ^m 8	1470
HD 207 330	4 ^m 23	-0 ^m 13	B3 III	-3 ^m 1	-0 ^m 21	+0 ^m 08	+0 ^m 24	7 ^m 1	260
HD 207 991	6 ^m 87	+1 ^m 60	K5 Ib	-4 ^m 6	+1 ^m 56	+0 ^m 04	+0 ^m 12	11 ^m 4	1860
BD +47° 3588	9 ^m 61	+0 ^m 09	B1,5 V	-3 ^m 1	-0 ^m 27	+0 ^m 36	+1 ^m 08	11 ^m 6	2070
HD 208 220	9 ^m 49	+0 ^m 04	B1 IV	-4 ^m 0	-0 ^m 28	+0 ^m 32	+0 ^m 05	12 ^m 6	2270
HD 209 961	6 ^m 27	-0 ^m 06	B2 V	-2 ^m 5	-0 ^m 26	+0 ^m 20	+0 ^m 60	9 ^m 4	750
BD +40° 3735	9 ^m 72	+0 ^m 05	B1,5 V	-3 ^m 1	-0 ^m 27	+0 ^m 32	+0 ^m 06	11 ^m 8	2300
HD 212 593	4 ^m 56	+0 ^m 09	B9 Ia	-6 ^m 5	-0 ^m 05	-0 ^m 14	+0 ^m 42	10 ^m 7	1350

Erläuterung:

V = Helligkeit des Sternes im System V
 (B - V)₀ = beobachteter Farbenindex
 Sp = Spektrum
 M_v = abgeleitete absolute V-Helligkeit

(B - V)₀ = theoretisch zu erwartender Farbenindex
 E(B - V) = selektive Extinktion
 A_v = visuelle Extinktion
 m - M = Entfernungsmodul
 r = Entfernung des Sternes in Parsec

Die Entfernung in Parsec ergibt sich zu:

$$\lg r = \frac{(m - M)_v + 5}{5} \quad (7)$$

$$r = 3,7 \text{ kpc}$$

Suchen wir nun im Extinktionsdiagramm die Entfernung, bei der die Extinktion 0,9 Größenklassen beträgt, kommen wir auf einen Wert von etwa 2,0 kpc. Da wahrscheinlich das Extinktionsdiagramm ein unsichereres Ergebnis liefert, lassen wir dieses bei der Definition des Endergebnisses nur mit halbem Gewicht eingehen. Die Novaentfernung beträgt somit:

$$r = 3,1 \pm 1,0 \text{ kpc}$$

Die Nova befindet sich $z = (0,3 \pm 0,1) \text{ kpc}$ unterhalb der galaktischen Ebene.

4. Das Spektrum der Nova

Die Beobachtung in mehreren Farbsystemen und auch einfache spektrographische Untersuchungen sind für den Amateurastronomen Arbeitsmethoden, die durchaus realisierbar sind.

So veröffentlichte der schweizer Amateur J. Lienhard in der Zeitschrift „Orion“ einige sehr gute Spektralaufnahmen. [5] Die publizierten drei Spektren wurden mit einem Prismenspektrographen im Fokus eines 280 mm Spiegels erhalten. Unter Verwendung eines Verzeichnisses beobachteter Novallinien und der von W. Häupl in dieser Zeitschrift gegebenen Hinweise habe ich die Spektren grob analysiert. [6]

(Fortsetzung S. 49)

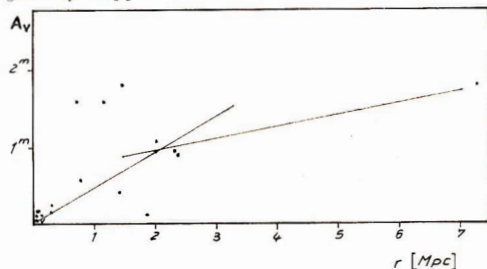
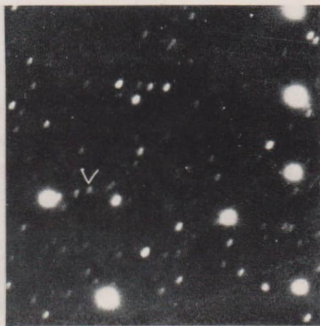


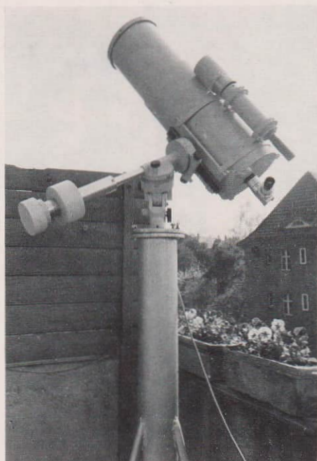
Abb. 3: Entfernungshängiger Verlauf der interstellaren Extinktion im Novaareal, anhand der Untersuchung der Extinktion bei Feldsternen.



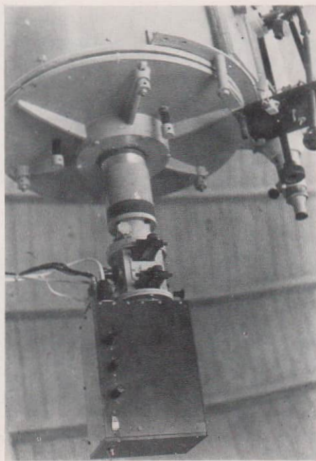
Zusammenkunft des „Arbeitskreises Veränderliche Sterne“ in der Bruno-H.Bürgel-Sternwarte Hartha, Mai 1979. (Foto: K. Reichenbacher)

Zum Beitrag S. 37: Vergrößerte Ausschnitte aus zwei Sonneberger Aufnahmen mit dem Astrographen 17/120 cm; sie zeigen das starke Minimum von BO Cep 1933 Dez. 17 (rechts) im Vergleich zum Normallicht 1933 Nov. 20 (links). Der Stern ist gekennzeichnet. Die Verzeichnung der Sterneindrücke rührt von der Randnähe des $10^\circ \times 10^\circ$ großen Plattenfeldes her. Seitenlänge eines Teilbildes $27'$, Norden oben.



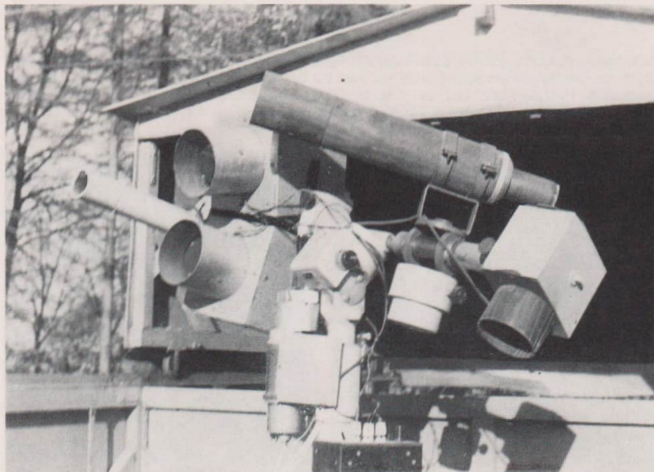


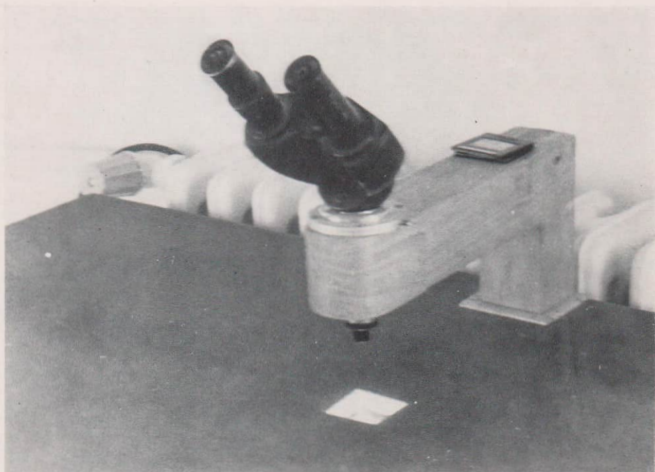
Zum Beitrag S. 55: Spiegelteleskop Cassegrain 210/3000, Selbstbau (Blasberg, Dresden).



Lichtelektrisches Photometer der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte am 360/1750 Cassegrain Teleskop.

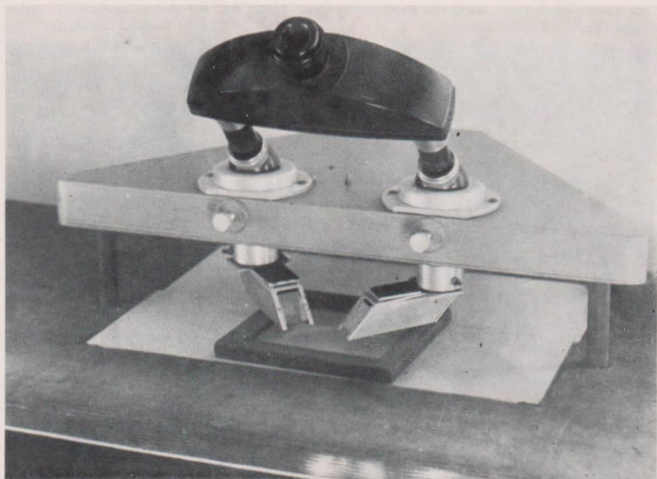
3 Plattenkameras und 1 Refraktor 80/500 als Teleobjektiv für Fokalaufnahmen mit NP 27-Film

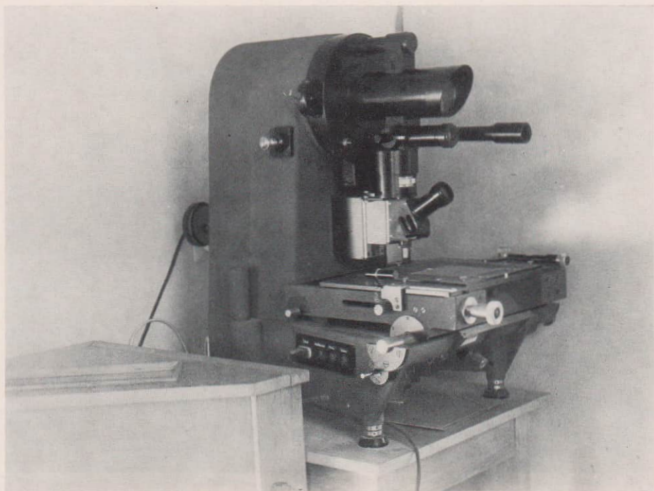




Schätzapparat mit binokularem Schrägtubus.

Vergleichsapparat.





Plattenphotometer.

Zum Beitrag S. 45. Nova Cyg 1978 im Minimallicht (also unsichtbar). Aufnahme von 1978 August 08; J. D. 2443749,420.



Nova Cyg 1978 während ihrer Aufhellung. Aufn. von 1978 Okt. 07; J. D. 2443789,387. Beide Aufn. aus der SHÜ, H. Huth, Sonneberg.



25. 09. 78: Hauptspektrum, Wasserstoffemissionen sind das beherrschende Liniensystem, es treten sehr deutlich Metall-emissionen [Fe II], [Ca II] auf, Emissionslinien von [N II], [N III] sehr schwach, [O I] relativ stark.
 01. 10. 78: Hauptspektrum, diffuses Funkenspektrum. Wasserstoffemissionen verlieren etwas an Intensität, [Ca II] wird intensiver, [Fe II] läßt stark nach, [O I], [N II], [N III] kaum verändert.
 28. 10. 78: Übergang des Orionspektrums zum Nebelspektrum. [N III] und [N II] sind neben den H-Emissionen die beherrschenden Linien im Spektrum, He-Absorption deutlich, [Fe II] sehr schwach, [Ca II] unsichtbar.

Tabelle 2: Identifizierte Linien im Novaspektrum

6563 Å	H α	4471	He II	5890	[Na I]
6300	[O I]	4340	H γ	4179	[Fe II]
5755	[N II]	4363	[O III]	4233	[Fe II]
4950	[Fe II]	4101	H δ	4303	[Fe II]
5080	[Fe II]	3933	[Ca II]	4417	[Fe II]
4861	H β	3968	[Ca II]	4924	[Fe II]
4640	[N III]	4481	Mg II	5018	[Fe II]

Eine Anzahl von Absorptionen und Emissionen konnte keinem bestimmten Element sicher zugeordnet werden. Die Abb. 4a zeigt die Registrierung eines der Spektren, aber die zahlreichen Feinheiten der Originale kommen hier nicht zum Ausdruck (Abb. 4b).

Auf den Spektren vom 25. September und 01. Oktober können die Wasserstofflinien gleichzeitig in Absorption und Emission beobachtet werden, ein P-Cygni-Linienprofil ist sichtbar. Die Emissionskomponente rührt unmittelbar vom Stern her und die Absorption wird durch eine ausgestoßene Hülle verursacht. Wird die Wellenlängendifferenz dieser beiden Linienkomponenten ausgemessen, ist es möglich, die Expansionsgeschwindigkeit der Hülle zu bestimmen. Am 01. 10. wurde die Wellenlängendifferenz zu 16 Å gemessen.

$$V_H = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c; \quad V_H = 1100 \text{ kms}^{-1} \quad (8)$$

λ = Wellenlänge der gemessenen Linie

c = Lichtgeschwindigkeit

$\Delta\lambda$ = Linienverschiebung

V_H = Expansionsgeschwindigkeit

Am 13. 09. 78 bestimmten Klare und Wolf von der Landessternwarte Heidelberg die Expansionsgeschwindigkeit zu 1060 kms⁻¹, was sehr gut mit unserem Ergebnis übereinstimmt.

Abb. 4a: Registrierung eines Novaspektrums vom 25. September 1978 (Autor der Aufnahme: J. Lienhard, Innertkirchen, Schweiz).

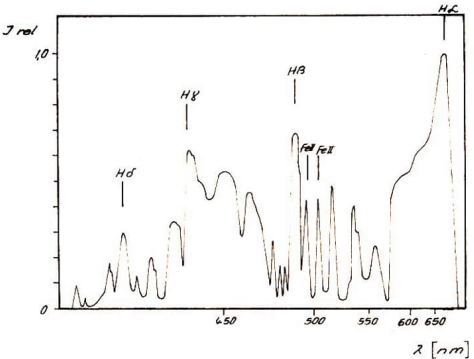
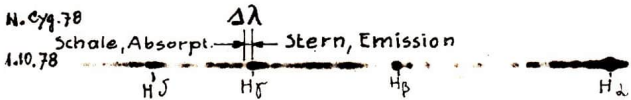


Abb. 4b: Spektrum Nova Cyg 1978. Aufn. vom 1. 10. 1978 (aus [5]).



5. Abschätzung des Photosphärenradius und der Leuchtkraft

Unter dem Photosphärenradius wird der innere Radius der abgestoßenen Hülle verstanden. Während der zeitlichen Entwicklung einer Nova wird dieser Radius immer geringer. Bei bekannter absoluter Helligkeit und effektiver Temperatur kann dieser Radius näherungsweise bestimmt werden. Aus der Literatur können wir für diesen Typus Novae eine mittlere effektive Temperatur im Maximum von $T \approx 17500 \text{ K}$ entnehmen.

$$\lg R = 5900/T - 0,2 M_V - 0,02$$

$$R = 190 R_{\odot}$$

(9)

Dabei bestimmten wir M_V unter Abschnitt 2 zu $-7^m.5$.

Während des Maximums stellt die abgestoßene Hülle eine noch recht scharf definierte Zone dar, welche sich in diesem Falle in einer mittleren Entfernung von 190 Sonnenradien vom eigentlichen Novazentrum befindet.

Tabelle 3 verdeutlicht die Änderungen der Leuchtkraft während der Eruption.

Tabelle 3: Variation der Nova-Leuchtkraft

	m_V	M_V	$L_{\odot}$
Praenova	$> 21^m$	$> +7,4$	$< 0,09$
1978 Sept. 08	> 14	$> +0,4$	< 56
Sept. 10	6,1	-7,5	81000
1979 Jan. 01	10,9	-2,7	980
Juli 02	$> 12,5$	$> -1,1$	< 224

Es könnte überschlägig festgestellt werden, daß die Nova am 10. 09. 78 an einem Tag etwa soviel Energie abstrahlte, wie dies durch die Sonne im Laufe von 220 Jahren geschieht.

6. Schlußbemerkungen

Abschließend soll nochmals zum Problem der Genauigkeit visueller Helligkeitsschätzungen Stellung genommen werden. Der Vergleich zwischen den hier ausgewerteten visuellen Beobachtungen und präzisen lichtelektrischen Messungen zeigte eine systematische Diskrepanz. Diese Diskrepanz (Abb. 5) kann auch prinzipiell durch die Heranziehung anderweitiger visueller Beobachtungen bestätigt werden. Eine eindeutige Beziehung zwischen dieser Abweichung und der Eigenfarbe (B-V) war nicht nachzuweisen. Ursachen dieses Effektes sind wahrscheinlich Inhomogenitäten in der Intensitätsverteilung des Spektrums und eventuell auch ungenaue Vergleichssternhelligkeiten. Es ist deshalb hier sehr wichtig, zwischen Helligkeiten der Systeme m_V und V zu unterscheiden. (Vergleiche auch unsere Abb., s. Bildseite IV.)

Literatur: [1] Schweitzer, E.; Bulletin del AFOEV, Strasbourg, 12, 1978. - [2] Blasberg, H.-J., Böhme, D., Kändler, E., Rümmler, F., Beobachtungen der Nova Cyg 1978, Mitteilungen über Veränderliche Sterne, Sonneberg, 8, 1978, 5. - [3] Böhme, D., Beobachtung der Nova Cyg 1975 (V 1500 Cyg), Astronomie und Raumfahrt, Berlin, 1976, 5. - [4] Blanco, Y. M., Demers, S., Douglas, G. G., Fitzgerald, M. P., US Naval Observatory Publications, Washington, 21, 1968. - [5] Lienhard, J., Nova Cygni 1978, Orion, Zürich, 36 1978, 169. - [6] Häupl, W., Die Novae, Astronomie und Raumfahrt, Berlin, 1978, 5.

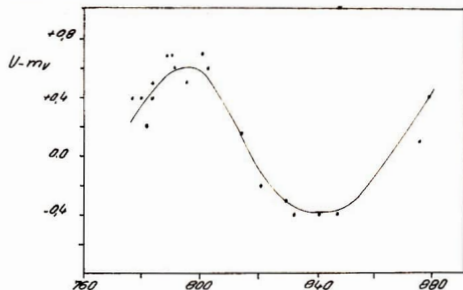


Abb. 5: Verlauf der systematischen Differenz zwischen der beobachteten Helligkeit und lichtelektrischen Messungen im Bereich V.

Bestimmung von Extrema veränderlicher Sterne

Prof. Dr.-Ing. H. CLAUSSNITZER

Im folgenden Beitrag soll eine einfache Möglichkeit gezeigt werden, aus zeitabhängigen Meßwerten (Schätzwerten), die einen Extremwert einschließen, dessen Zeitpunkt rein rechnerisch zu bestimmen. Amateurastronomen beschäftigen sich u. a. mit der Beobachtung veränderlicher Sterne. Aus geschätzten oder gemessenen Helligkeitswerten ist u. a. auch der Zeitpunkt der Helligkeitsextrema zu ermitteln, was auf verschiedene Weise geschehen kann. Es gelingt bei einigem Geschick, diesen Zeitpunkt aus dem durch die Meßpunkte auf Millimeterpapier gezeichneten Kurvenverlauf zu ermitteln. Zeichnerisches Geschick und gutes Schätzvermögen sind für das Zeichnen der Kurve durch die gelegentlich stark streuenden Meßpunkte erforderlich. Durch die Bildung sogenannter gleitender Mittelwerte, z. B. jeweils aus 3 Meßwerten, kann dieses Verfahren sehr erleichtert werden. Ohne Rechenhilfsmittel ist der erforderliche Zeitaufwand trotzdem recht hoch. Mit Hilfe eines leistungsfähigen elektronischen Rechners kann die Ermittlung des Extremwertes jedoch wesentlich einfacher erfolgen. Man kann z. B. durch die in der Nähe des voraussichtlichen Extremwertes liegenden Meßpunkte eine kubische Parabel so legen, daß die Summe der Quadrate der Abstände dieser Punkte von ihr ein Minimum wird [1]. Rechnungen haben gezeigt, daß dabei gelegentlich erhebliche Abweichungen vom tatsächlichen Extremwert auftreten können. Bei Verwendung günstigerer Näherungskurven können die Abweichungen geringer gehalten werden. Hier soll ein wesentlich einfacheres Verfahren dargestellt werden, dessen Genauigkeit ausreichend ist.

Im allgemeinen interessiert nur, zu welchem Zeitpunkt der Extremwert auftritt, nicht der Helligkeitswert selbst. Das bedeutet also, daß in der graphischen Darstellung nur der Abszissenwert zu ermitteln ist. Er kann mit ausreichender Genauigkeit als Schnittpunkt der durch die beiden Kurvenäste gelegten Regressionsgeraden (abgekürzt RG)¹⁾ gefunden werden, wie später anhand von Beispielen gezeigt wird (Abb. 2 und 3). Man könnte vermuten, daß es bei stark streuenden Meßwerten in der Nähe des Extremwertes ungewiß ist, ob einer der Meßpunkte zum rechten oder linken Ast der Kurve zu zählen ist und dadurch größere Ungenauigkeiten entstehen. Bei genügend großer Zahl von Meßwerten (5 oder mehr) für die Ermittlung der RG ist das jedoch nicht der Fall, wie ebenfalls gezeigt werden soll. In Zweifelsfällen kann außerdem ein Mittelwert dadurch gebildet werden, daß der betreffende Punkt einmal zum rechten Ast der Kurve und dann zum linken gezählt wird und sich dementsprechend zwei Schnittpunkte ergeben. Der Mittelwert ist der gesuchte Zeitpunkt. Die folgenden praktischen Beispiele sollen die Brauchbarkeit des Verfahrens zeigen.

Anwendungsbeispiele:

Besonders einfach gestaltet sich das Verfahren mit Hilfe von Taschenrechnern, die unmittelbar eine lineare Regression ermöglichen, wie hier z. B. mit dem TI 58 oder TI 59 von Texas Instruments.

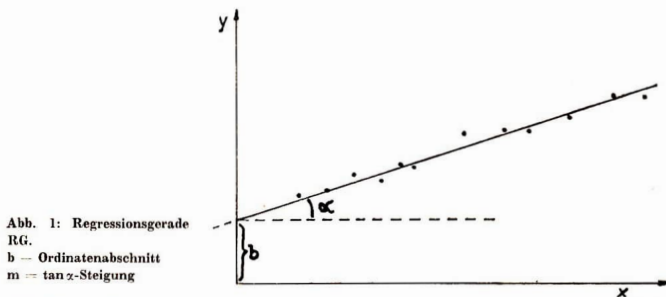


Abb. 1: Regressionsgerade
RG.
b — Ordinatenabschnitt
m = $\tan \alpha$ -Steigung

¹⁾ Die RG ist eine Gerade, die so durch eine Anzahl von Punkten gelegt wird, daß die Summe der Quadrate der Abstände dieser Punkte von der Geraden ein Minimum wird.

Der Rechner gibt unmittelbar die Steigung m der RG und deren Schnittpunkt mit der y -Achse (Abb. 1) an. Diese Werte sind folgendermaßen definiert:

$$\text{Steigung } m = \tan \alpha = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad (1)$$

$$\text{Schnittpunkt mit der } y\text{-Achse } b = \frac{\sum y - m \sum x}{n} \quad (2)$$

Die Meßwerte für die Rechenbeispiele stellte Herr Ing. Blasberg, Dresden, zur Verfügung. Es sind Helligkeitsschätzungen, die von ihm an XZ Cyg, einem RR-Lyrae-Stern, am 20. 8., 30. 9., 7. 10., 8. 10. und 9. 10. 1978 gemacht wurden. Von diesen Meßreihen werden hier nur die vom 20. 8. und 8. 10. 1978, die besonders charakteristisch sind, verwendet (Abb. 2 und 3). In der Tabelle 1 und dann auch in den entsprechenden Abbildungen sind die (in beliebigem Maßstab geschätzten) Helligkeitsstufen mit y und die Zeiten mit x bezeichnet worden, um die mathematische Darstellung in der allgemein üblichen Weise abhandeln zu können. In der Meßreihe vom 20. 8. hat der linke Kurvenast nur 3 oder 4, also wenig Meßpunkte, wogegen die andere Meßreihe auf beiden Seiten des voraussichtlichen Extremwertes viele Meßpunkte aufweist. Jedoch sind offensichtlich in beiden Meßreihen in der Nähe des Extremums ungenaue Schätzwerte zu erkennen. Es soll gezeigt werden, daß das Verfahren trotzdem brauchbare Ergebnisse liefert.

Die Ermittlung der Steigung m und des Ordinatenabschnittes b , die vom Rechner TI 59 unmittelbar nach Eingabe der x - und y -Werte geliefert werden, kann auch mit Rechenschieber, Tafeln oder unter Zuhilfenahme einfacher Rechner erfolgen.

Zu diesem Zwecke müssen die Gleichungen (1) und (2) in der üblichen Weise berechnet werden. Darin bedeuten

$$\begin{aligned} \sum xy &= x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n && \text{für alle Meßpunkte} \\ \sum x^2 &= x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 && \text{eines Kurvenastes} \\ (\sum x)^2 &= (x_1 + x_2 + \dots + x_n)^2 \\ \sum x \sum y &= (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \cdot (y_1 + y_2 + \dots + y_n) \\ n &\text{ ist die Zahl der Meßpunkte.} \end{aligned}$$

Für beide Kurvenäste werden die Steigungen m_1 und m_2 und die Ordinatenabschnitte b_1 und b_2 mit dem Taschenrechner oder in der allgemein üblichen Weise ermittelt. Der Schnittpunkt beider Regressionsgeraden ergibt als Abszissenwert den Zeitpunkt des Extremums. Er wird aus folgender Beziehung ermittelt:

$$x = \frac{b_2 - b_1}{m_1 - m_2} \quad (3)$$

Es sei darauf hingewiesen, daß Taschenrechner, die statistische Funktionswerte enthalten, wie z. B. die Standardabweichung, gelegentlich manche der oben aufgeführten Summenwerte abgespeichert haben. Diese vereinfachen die Berechnung der RG.

Auswertung der Meßergebnisse für den 20. 8. 1978:

Sowohl aus der Abb. 2 als auch bereits aus den y -Werten der Tabelle 1 ist erkennbar, daß der Extremwert in der Nähe des Punktes 4 liegen wird. Wegen der stark streuenden Meßpunkte 2, 3 und 4 ist es zweckmäßig, zwei Berechnungen durchzuführen und einen Mittelwert zu bilden. Einmal soll der Meßpunkt 4 zum rechten Kurvenast und das zweite Mal zum linken gezählt werden.

Die RG aus den Punkten 1–3 ergibt:

$$m_1 = -0,94 \quad b_1 = 220,7,$$

aus den Punkten 4–12

$$m_2 = 1,98 \quad b_2 = -33,3.$$

Mit diesen Werten errechnet man den Zeitpunkt des Extremwertes (hier des Helligkeitsmaximums) $x = 219310$.

Mit den Punkten 1–4 für die linke Gerade erhält man die Werte

$$m_1 = -5,54 \quad b_1 = 127,9,$$

für die rechte Gerade mit den Punkten 5–12

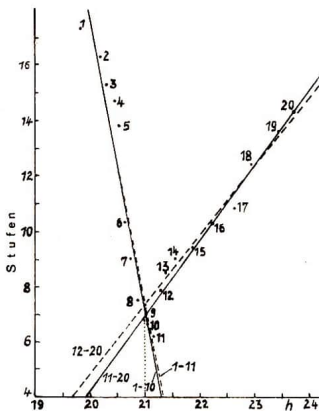
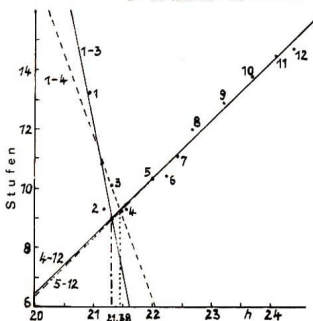
$$m_2 = 1,95 \quad b_2 = -32,6.$$

Abb. 2: XZ Cyg am 20. 08. 78.

RG durch Punkte 1-3 und 4-12 ———
1-4 und 5-12 - - - - -

Abb. 3: XZ Cyg am 8. 10. 78.

RG durch Punkte 1-10 und 11-20 ———
1-11 und 12-20 - - - - -



Und damit für den Zeitpunkt des Extremwertes $x = 21^h443$.

Der Mittelwert beträgt daher $x = 21^h377$.

Wegen der geringen Zahl der Schätzwerte für den linken Ast entstehen zwischen beiden Berechnungen relativ große Unterschiede, so daß eine Mittelwertbildung bei stark streuenden Punkten in der Nähe des Extremwertes zweckmäßig ist.

Der von Blasberg graphisch ermittelte Zeitpunkt beträgt $x = 21^h383$. Die Übereinstimmung ist also sehr gut.

Auswertung der Meßergebnisse für den 8. 10. 1978:

Hier enthalten beide Kurvenäste eine ausreichende Zahl von Meßpunkten, wie aus Abb. 3 ersichtlich ist. Auch hier soll eine Mittelwertbildung erfolgen. Beide Rechenwerte werden sich wegen der großen Zahl von Meßpunkten aber viel weniger voneinander unterscheiden als im ersten Fall.

Die RG aus den Punkten 1-10 ergibt $m_1 = -10,42$ $b_1 = 226,0$,
aus den Punkten 11-22 $m_2 = 2,716$ $b_2 = -50,1$.

Als Schnittpunkt beider Geraden errechnet man für den Extremwert $x = 21^h011$.

Mit den Punkten 1-11 erhält man $m_1 = -10,2$ $b_1 = 221,4$,
aus den Punkten 12-20 $m_2 = 2,505$ $b_2 = -45,3$.

Der Schnittpunkt ergibt hier $x = 20^h991$.

Der Mittelwert beider Zeitpunkte beträgt daher $x = 21^h001$ für das Helligkeitsmaximum. Der nach dem bisher üblichen graphischen Verfahren ermittelte Wert ist $x = 21^h058$. Die Übereinstimmung ist weniger gut, aber völlig ausreichend.

Für die Ermittlung der RG sind nicht alle Schätzwerte zu verwenden, sondern nur jene, die in der Nähe des voraussichtlichen Extremwertes liegen. Die Zahl der Meßpunkte sollte jeweils nur genügend groß sein.

Tabelle 2 zeigt den Vergleich der nach dem neuen Verfahren berechneten Ergebnisse mit den von Blasberg graphisch ermittelten. Man erkennt, daß die Übereinstimmung durchweg gut ist.

Die Brauchbarkeit des neuen Verfahrens wurde außer bei diesen auch bei mehreren anderen Meßreihen nachgewiesen. Da es eine große Zeitersparnis bringt, besonders bei Verwendung leistungsfähiger Taschenrechner, ist seine Anwendung zu empfehlen. Aber auch mit den üblichen Hilfsmitteln hat das neue Verfahren den großen Vorteil, auf eine graphische Darstellung verzichten zu können. Außerdem wird die Auswertzeit verkürzt. Für mathematisch weniger Geübte soll das Verfahren anhand der Beobachtungsreihe für den 20. 8. 1978 nochmals dargelegt werden. Diesmal werden die charakteristischen Kenngrößen der Regressionsgeraden jedoch ohne Taschenrechner, also in der üblichen Weise ermittelt.

Zunächst sind die Summenwerte zu berechnen.

Für die RG durch den linken Kurvenast mit den Punkten 1–3 gilt:

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 20,92 + 21,15 + 21,27 = 63,34 \\ \Sigma y &= 13,2 + 9,3 + 10,1 = 32,6 \\ \Sigma x^2 &= 20,92^2 + 21,15^2 + 21,27^2 = 1337,4 \\ \Sigma xy &= 20,92 \cdot 13,2 + 21,15 \cdot 9,3 + 21,27 \cdot 10,1 = 687,7 \\ (\Sigma x)^2 &= 63,34^2 = 4012\end{aligned}$$

Nach Gl. (1) beträgt die Steigung

$$m_1 = \frac{687,7 - \frac{63,34 \cdot 32,6}{3}}{1337,4 - \frac{4012}{3}} = -9,94,$$

nach Gl. (2) der Ordinatenabschnitt

$$b_1 = \frac{32,6 + 9,94 \cdot 63,34}{3} = 220,7.$$

Für die RG durch die Punkte 4–12 ergeben sich dementsprechend

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 21,55 + \dots + 24,40 = 206,2 \\ \Sigma y &= 9,3 + \dots + 14,7 = 109 \\ \Sigma x^2 &= 21,55^2 + \dots + 24,40^2 = 4732 \\ \Sigma xy &= 21,55 \cdot 9,3 + \dots + 24,40 \cdot 14,7 = 2512 \\ (\Sigma x)^2 &= 206,2^2 = 42523,\end{aligned}$$

$$\text{die Steigung } m_2 = \frac{2512 - \frac{206,2 \cdot 109}{9}}{4732 - \frac{42523}{9}} = 1,982,$$

$$\text{und der Ordinatenabschnitt } b_2 = \frac{109 - 1,982 \cdot 206,2}{9} = -33,3$$

Der Abszissenwert für den Schnittpunkt der beiden Regressionsgeraden ist gemäß Gl. (3)

$$x = \frac{-33,3 - 220,7}{-9,94 - 1,982} = 21,31.$$

Die Fortsetzung der Rechnung geschieht in analoger Weise.

Ergänzende Hinweise

Die Anwendung des neuen Verfahrens ist unabhängig davon, ob die Zeit oder die Phase zur Berechnung verwendet wird. Bei XZ Cyg wird üblicherweise die Phase der Lichtwechselperiode verwendet, doch wurde im Hinblick auf die einfachere mathematische Darstellung mit Zeitwerten gerechnet.

Die Meßpunkte werden nicht immer so gleichmäßig liegen wie in den hier untersuchten fünf Meßreihen an XZ Cyg. Gelegentlich können z. B. viele und stark streuende Helligkeitsschätzwerte in der Nähe des voraussichtlichen Extremwertes liegen, so daß aus den Zahlenwerten allein eine Zuordnung zu der einen oder anderen RG unmittelbar nicht möglich ist. In solchen Fällen sollten die Punkte in ein Diagramm gezeichnet werden, um eine Grobschätzung des Zeitpunktes für den Extremwert und damit eine Aufteilung der Punkte auf die beiden RG vornehmen zu können. Es ist dabei auch hier, wie in jedem anderen Falle, darauf zu achten, daß immer nur solche Meßpunkte zur Bildung der RG heranzuziehen sind, die in der Umgebung z. B. des vermuteten Maximums und nicht etwa schon zum darauf folgenden Minimum gehören. Diese Entscheidung bereitet keine Schwierigkeiten.

Bei Eingabe der x-Werte ist darauf zu achten, daß bei Überschreiten des Zeitwertes 24^h oder des Phasenpunktes 1,0 nicht etwa beispielsweise mit 1^h32 oder 0,15 als Phasenwert zu rechnen ist, sondern mit 25^h32 bzw. 1,15. Anderenfalls würden falsche Summenwerte bei der Berechnung von m und b entstehen.

Die Anregung für dieses neue Berechnungsverfahren ergab sich aus Diskussionen mit Herrn Blasberg, die das Ziel hatten, das bisherige Auswerteverfahren mit Hilfe leistungsfähiger Taschenrechner zu vereinfachen und vor allem das mit Unsicherheiten behaftete Zeichnen der Kurvenverläufe zu vermeiden. Für diese Anregung und für fachliche Hinweise bei der Abfassung des Beitrages sei ihm gedankt.

Ebenso wäre der Verfasser für Hinweise dankbar, wie sich das vorgeschlagene Verfahren bei anderen Typen Veränderlicher Sterne bewährt und ob sich Schwierigkeiten in besonderen Auswertesituationen ergeben.

Literatur: [1] G. Herfurth: Umgang mit Zufallsgrößen, Teil I Fehler- und Ausgleichsrechnung, Teubner Verlagsges. 1970, S. 125 ff.

Tabelle 1: Geschätzte Helligkeitsstufen an XZ Cyg

20. 8. 1978			8. 10. 1978		
Pkt.	x (h, MEZ)	y (Stufen)	Pkt.	x	y
1	20,92	13,2	1	19,82	17,3
2	21,15	9,3	2	20,18	16,3
3	21,27	10,1	3	20,32	15,3
4	21,55	9,3	4	20,45	14,7
5	21,98	10,3	5	20,53	13,8
6	22,23	10,4	6	20,62	10,3
7	22,43	11,1	7	20,73	9,3
8	22,67	12,0	8	20,85	7,5
9	23,20	12,9	9	20,97	6,8
10	23,67	13,8	10	21,05	6,6
11	24,08	14,45			
12	24,40	14,7			

Tabelle 2: Vergleich zwischen graphischem und neuem Verfahren

	20. 8.	30. 9.	7. 10.	8. 10.	9. 10. 78
Graphisch	21 ^h ,383	22 ^h ,783	22 ^h ,867	21 ^h ,058	20 ^h ,083
neues Verf.	21 ^h ,377	22 ^h ,732	22 ^h ,871	21 ^h ,001	20 ^h ,031
Differenz	-0 ^h ,006	-0 ^h ,051	+0 ^h ,004	-0 ^h ,057	-0 ^h ,052
	-0 ^{min} ,4	-3 ^{min} ,1	+0 ^{min} ,2	-3 ^{min} ,4	-3 ^{min} ,1

Materielle Möglichkeiten des Amateurs zur Beobachtung veränderlicher Sterne

KLAUS HÄUSSLER

Viele Amateure sind der Meinung, daß man zur Beobachtung von veränderlichen Sternen keine optischen Hilfsmittel benötigt. Zum Teil stimmt diese Meinung, wenn man sich nur mit den wenigen hellen veränderlichen Sternen beschäftigt. Aber gerade diese Sterne werden auf der gesamten Erde von vielen Beobachtern überwacht und diese Sterne sind so genau bekannt, daß es dort nur wenig Lohnendes zu beobachten gibt.

Aus diesem Grund möchte ich mit dem Artikel einige Hilfsmittel vorstellen, die ein Amateur, der sich ernsthaft mit der Erforschung der veränderlichen Sterne beschäftigt, unbedingt besitzen sollte. Es ist jedoch auch ein höherer finanzieller Aufwand dabei, aber jeder kann diesen mit eigener Initiative und bastlerischem Geschick in Grenzen halten.

1. Beobachtungsgeräte

1.1. Visuelle Beobachtung

In unserem AKV werden die veränderlichen Sterne mit drei Methoden untersucht. Die häufigste Methode, die wohl auch in der nächsten Zeit die dominierende unter den Amateuren bleiben wird, ist die visuelle Beobachtung.

Zur visuellen Beobachtung stehen unseren Amateuren heute die verschiedensten Instrumente zur Verfügung. Schon mit einem einfachen Feldstecher ist es möglich, Sterne bis zu 7. Größe zu beobachten. Gerade in diesem Helligkeitsbereich gibt es einige lohnende Objekte. Für das bloße Auge sind Sterne ab der 5.5 Größe zu schwach und für kleine Fernrohre zu hell, wobei meist auch die entsprechenden Vergleichsterne nicht in das Gesichtsfeld des Fernrohres hineinpassen. Hier hilft

uns der Feldstecher mit seinem großen Gesichtsfeld. Als Beobachtungsbeispiel sei hier die Nova Cygni 1975 (V 1500 Cyg) genannt, die von mir im Bereich der 6. Größe nur mit dem Feldstecher 8×30 beobachtet werden konnte, da die Vergleichsterne einen relativ großen Abstand von der Nova hatten.

Unsere Veränderlichenbeobachter stehen Fernrohre zur Verfügung, die Öffnungen von 5 cm bis etwa 40 cm haben. Die Mehrzahl dieser Instrumente sind im Eigenbau entstanden. Ein gutes Beispiel dafür ist das Spiegelteleskop von Bfrd. Blasberg, Dresden. Der Spiegel (Cassegrain 210/3000) ist von ihm selbst geschliffen und die Rohrmontierung ist auch Eigenbau (Bildseite II).

Auch in der Bruno-H.-Bürgele-Sternwarte Hartha sind die meisten Instrumente im Eigenbau entstanden, wobei allerdings die optischen Teile gekauft wurden.

Es stehen also unseren Amateuren viele Möglichkeiten offen, um sich geeignete Instrumente zur visuellen Beobachtung zu beschaffen. Man muß nur davon ausgehen, daß nicht immer ein möglichst großes Fernrohr erfolgversprechend ist. Mit zunehmender Größe des Fernrohres steigen die Schwierigkeiten im Einstellen und Aufsuchen von veränderlichen Sternen. An großen Fernrohren muß man schon einige Übung und Fertigkeiten besitzen, um überhaupt ein bestimmtes Objekt zu finden.

Auch sollte man nicht vergessen, daß nicht bis zur Grenzgröße des Fernrohres veränderliche Sterne beobachtet werden können. Es kann nur bis etwa eine Größenklasse vor der Grenzgröße geschätzt werden, da sonst die Genauigkeit stark herabgesetzt wird.

1.2. Photographische Beobachtung

Anders ist es mit der photographischen Beobachtung veränderlicher Sterne. Hier ist zwar die Beobachtungszeit entsprechend der Belichtungszeit der Aufnahme nicht so genau wie bei der visuellen Beobachtung, aber die Effektivität steigt sehr stark an. Auf einer Aufnahme ist ja nicht nur ein Stern sondern einige Tausend, so daß viele veränderliche Sterne zur gleichen Zeit photographiert werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Beobachtungen viele Male wiederholt werden können. Das ist auch ein Grund, warum an Forschungssternwarten heute fast ausschließlich photographisch beobachtet wird.

Auch von unseren Amateuren wird diese Beobachtungsmethode in zunehmendem Maße durchgeführt. Im Prinzip genügt dazu eine Kleinbildkamera o. ä. mit hochempfindlichem Film (NP 27). Eine Nachführung der Kamera ist bis zu einer bestimmten Grenzgröße nicht nötig, nur eine feste Aufstellung. Eine Möglichkeit mit Belichtungszeit und Reichweite mit einem Objektiv 1:2, $f = 50$ mm wurde von mir in A + R 1974; 5, 150 veröffentlicht. Mit dem NP 27-Film habe ich zwar den Vorteil, eine hohe Empfindlichkeit zu haben, aber ich kann vom Stern nur die Zeit des Maximums bzw. Minimums ermitteln. Die Helligkeit des Sternes kann man nicht bestimmen, weil der NP 27-Film in keinem internationalen Farbsystem arbeitet und mit entsprechenden Filtern große Helligkeitsverluste eintreten.

Ein besseres photographisches Arbeiten wäre mit Plattenkameras (Bild-S. II) möglich, jedoch bringt der hohe Aufwand (die Platten ORWO ZU 21 sind sehr teuer) nicht immer den entsprechenden Nutzeffekt, denn zur Auswertung müssen viele Platten durchgesehen werden, um zu Ergebnissen zu kommen. Plattenkameras erfordern auch entsprechend lange Belichtungszeiten und damit eine exakte Nachführung des Instrumentes.

Eine Möglichkeit für den Amateur mit der Kleinbildkamera trotzdem sehr lichtschwache Objekte zu photographieren besteht darin, daß die Kleinbildkamera über entsprechende Adapter unmittelbar am Fernrohr befestigt wird und Fokalaufnahmen hergestellt werden. Aber auch hier ist eine einwandfreie Aufstellung und Nachführung des Fernrohres notwendig, wobei die Nachführung nicht unbedingt mit Motor betrieben sein muß, auch mit der Hand ist eine exakte Bewegung des Fernrohres möglich. Beweise dazu gibt es genug in den Amateurenkreisen.

1.3. Lichtelektrische Beobachtung

In den letzten Jahren wurde im AKV immer wieder die Frage diskutiert „Ist es sinnvoll, sich eine lichtelektrische Anlage zur Beobachtung von veränderlichen Sternen zu bauen?“ Ich möchte die Frage mit „Ja“ beantworten unter der Voraussetzung, daß es in den Arbeitsgruppen Mitglieder gibt, die sich in der Feinmechanik-Optik und in der Elektronik auskennen.

Die Fachgruppe in Hartha hat nun schon seit einigen Jahren ein lichtelektr. Photometer (Bild-S. II). An diesem Gerät konnten schon einige theoretische und praktische Erfahrungen gesammelt werden. Es wurde auch in den vergangenen zwei Jahren ein neues Photometer mit Wechselstill und integrierten Schaltkreisen aufgebaut. Mit dieser Methode kann der Verstärkungsfaktor wesentlich erhöht werden, ohne daß dabei der störende Dunkelstrom mit verstärkt wird. Einen Nachteil hat aber auch die lichtelektrische Beobachtung: Man braucht eine sehr hohe Gleichspannung für die Photometeröhre (etwa 2000 V) und die ganze Anlage ist sehr empfindlich gegenüber Witterungseinflüssen (Luftfeuchtigkeit u. Temperatur).

In der Genauigkeit übertrifft jedoch die lichtelektrische Beobachtung die visuelle oder die photographische. Mit einem lichtelektrischen Photometer kann ich die Sternhelligkeit bis auf die hundertstel Größenklasse genau bestimmen, mit ganz exakt arbeitenden Anlagen sogar noch genauer. Dazu habe ich die Möglichkeit, die Helligkeitswerte über einen Bandschreiber aufzeichnen zu lassen.

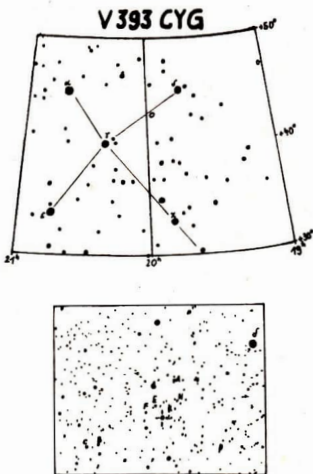
Unser lichtelektrisches Photometer wird vorwiegend zur Beobachtung von Bedeckungsveränderlichen eingesetzt. Wir wollen bei diesen Veränderlichen den exakten Verlauf der Lichtkurve ermitteln, die Helligkeiten des Sternes werden über Filter in den entsprechenden Farbbereichen im UV-System gemessen, um daraus die Systemkonstanten zu berechnen. Die Rechnung macht die Arbeitsgruppe Systemkonstanten im AKV.

1.4. Spektroskopische Beobachtung

Auch spektroskopische Untersuchungen an veränderlichen Sternen sind mit den Mitteln des Amateurs möglich. Die Beobachtungen beschränken sich jedoch nur auf die hellsten Sterne, da sonst sehr große Instrumente notwendig sind. Ich habe dazu einen Refraktor 63×420 mit einem Objektivprisma ausgerüstet und das Ganze an unserer zweiten photographischen Himmelsüberwachungsanlage aufgebaut. Das Fernrohr mit Objektivprisma wurde im entsprechenden Winkel des Prismas so angehaut, daß es mit dem Leitfernrohr übereinstimmt. So hatte ich z. B. die Möglichkeit, von der Nova Cyg 1975 Spektren im Maximum zu erhalten. Zur Verbreiterung der Spektren wurde ein selbst angefertigtes Fadenzugblättchen mit Doppelfäden verwendet.

2. Hilfsmittel zur Beobachtung unveränderlicher Sterne

„Jedes Fernrohr hat seinen Himmel“. Ausgehend von diesem Spruch muß auch jeder Beobachter für sein Beobachtungsgerät das entsprechende Kartenmaterial zur Verfügung haben. Es ist z. B. fast aussichtslos, einen Stern der 10. Größe aufzusuchen mit einem Sternatlas der gerade bis zur 6. Größe reicht. Ebenso ist es im umgekehrten Fall, mit einem weitreichenden Sternatlas einen hellen Stern mit einem kleinen Fernrohr aufzusuchen. Zur Zeit gibt es aber im Handel nur den Sternatlas von Marx und Pfau. Dieser Atlas reicht bis zur 6. Größe. Die meisten veränderlichen Sterne unseres Beobachtungsprogrammes sind aber wesentlich schwächer als 6. Größe. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, den Ort des Sternes im Atlas zu kennzeichnen und den Stern mit einer speziellen Umgebungskarte aufzusuchen. Beim Stern V 393 Cyg habe ich die Umgebungskarte in dieser Form gezeichnet (s. Abb. 1). Auf der oberen Karte ist ein Ausschnitt aus dem Sternatlas mit dem Veränderlichen und auf der unteren Karte die eigentliche Umgebung von V 393 Cyg mit den entsprechenden Vergleichssterne dargestellt, wobei die Helligkeiten nicht unbedingt bekannt sein müssen. Mit diesen zwei Karten kann jeder Beobachter auf einfache Art und Weise den veränderlichen Stern finden. Ein weiteres Hilfsmittel sind Kataloge über veränderliche Sterne mit Ortsangaben, Literaturhinweisen, Typ des Veränderlichen und Angaben über Periodenlänge usw. Solche Kataloge sind in der Regel in unserem Arbeitskreis nur einmal vorhanden. Sie liegen in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha für jedes Mitglied des AKV aus. Auch neuere Arbeiten über veränderliche Sterne sind hier vorhanden und können von jedem Beobachter eingesehen werden.



Umgebungskarte des veränderlichen Sternes V 393 Cyg.

Für spezielle Beobachtungen sind auch Filter nützlich, um möglichst einen großen Spektralbereich zu erfassen, aber dadurch geht sofort die Reichweite des Fernrohres stark zurück. Die Helligkeiten der Vergleichssterne lassen sich mit Eichfeldern feststellen, die es über den gesamten Himmel verteilt gibt. Für photographische Arbeiten gibt es dazu die „Selected Areas“ (SA) von Harvard Groningen bzw. für schwache Sterne die SA von Mount Wilson. Mit diesen Eichfeldern werden entsprechende Anschlüsse an die Vergleichssterne gemacht. Weiterhin gibt es über den gesamten Himmel verteilt Sterne bzw. Sternhaufen, die im UB_V-System vermessen sind. Auch diese Arbeiten sind bei uns vorhanden und können von den Beobachtern eingesehen werden bzw. kann jeder damit die Vergleichssternhelligkeit ermitteln.

3. Auswertegeräte

Wer photographisch arbeitet, sollte unbedingt einige Auswertegeräte besitzen. Am einfachsten kann man die Aufnahmen mit einer Lupe betrachten. Wenn man aber einige hundert Aufnahmen mit der Lupe durchsehen soll, so ist das sehr ermüdend und zeitraubend. Besser ist, wenn man dazu ein Schützermikroskop besitzt (Bild-S. III). Ein solcher Schätzapparat besteht aus einem Tisch mit einem Haltearm für ein Mikroskopobjektiv und einem monokularen bzw. binokularen Schrägtubus mit einer Vergrößerung von etwa 15-fach. Die Aufnahmen werden im Durchlichtverfahren betrachtet. Dazu ist in der Tischplatte eine Öffnung und darunter eine regelbare Lichtquelle, die über eine Mattglasscheibe die Platte beleuchtet. Die Vergleichssternhelligkeiten der Aufnahmen kann man einmal visuell mit einem Vergleichsapparat (Bild-S. III) oder lichtelektrisch mit einem Plattenphotometer feststellen.

Im Vergleichsapparat habe ich die Möglichkeit, über zwei verstellbare Arme zwei verschiedene Felder in einem geteilten Gesichtsfeld zu betrachten und die Helligkeitsunterschiede zwischen den Vergleichssterne und dem Eichfeld unmittelbar einzuschätzen. Das Ganze ist jedoch subjektiv, von der Auffassung des Betrachters abhängig.

Ähnlich arbeitet das Plattenphotometer (Bild-S. IV), nur daß hier die Intensität der Vergleichssterne von einer Photometeröhre (SEV) objektiv gemessen wird. Aber auch hier muß ich die Intensität der Sterne des Eichfeldes mit der der Vergleichssterne vergleichen, um daraus die Helligkeiten abzuleiten. Ein Nachteil ist hier wiederum der hohe technische Aufwand. Von Vorteil ist jedoch, daß die Helligkeiten unbeeinflussbar sind.

Beobachtung ultrakurzperiodisch Veränderlicher

UWE-JENS TIETZ

Für jeden Sternfreund, der mit der Beobachtung veränderlicher Sterne beginnt, sind zunächst drei Faktoren sehr wesentlich:

1. Der Stern muß hell genug sein, um mit den eigenen Mitteln beobachtet werden zu können, und es dürfen keine störenden Farbunterschiede zwischen dem Veränderlichen und den Vergleichssterne vorhanden sein. Weiterhin müssen günstige Vergleichssterne in der Nähe sein.
2. Die Amplitude der Helligkeitsveränderung darf nicht zu klein sein, um sichere Beobachtungen zu gewährleisten.
3. Der Sternfreund wird immer danach streben, möglichst schnell gute und auswertbare Resultate zu gewinnen.

Es gibt genügend Arten von Veränderlichen, die allen Punkten gerecht werden. Oft wird ein besonderes Augenmerk auf den dritten Punkt gelegt. Dann bieten sich im besonderen zwei Möglichkeiten an: Man beobachtet

- entweder Bedeckungsveränderliche, bei denen die Dauer des kleinsten Lichtes nur wenige Stunden beträgt,
- oder Sterne, die ihre Helligkeit auf Grund der Veränderung ihrer Radien ändern, und deren Perioden kleiner als ein Tag sind.

Im folgenden will ich mich auf die letztgenannten beschränken. Diese Sterne sind RR-Lyrae-Sterne. Innerhalb dieser Gruppe unterscheidet man zwischen RRa-, RRB-, RRe- und RRs-Sternen. Die Unterscheidung nach RRa, RRB und RRe wird auf Grund der Lichtkurve getroffen (Abb. 1). [1] RRs-Sterne sind solche mit ultrakurzer Periode.

Die Perioden der R-R-Lyra-Sterne liegen im Bereich zwischen 0,06 und 1,06 Tagen. Eine sehr starke Häufung zeigt sich zwischen 0,45 und 0,6 Tagen. Die Perioden der ultrakurzperiodischen Veränderlichen (Typ RRs) liegen bei 0,06 bis 0,2 Tagen, also zwischen $1\frac{1}{2}$ und 5 Stunden. Das begünstigt die Beobachtung, denn man ist in der Lage, an einem Abend eine vollständige Periode zu beobachten, was die Beobachtung dieser Sterne sehr reizvoll macht. Die Veränderung der Helligkeit vom Minimum zum Maximum vollzieht sich in einem Zeitraum, der kleiner ist als eine halbe Stunde. Daraus ergeben sich für den Beobachter selbstverständlich einige Konsequenzen in Bezug auf die Beobachtungslichte und -genauigkeit, die unbedingt berücksichtigt werden müssen.

Augenmerk ist auf die genaue Zeitangabe der Beobachtung zu legen. Weiterhin darf die Zeit der eigentlichen Schätzung nicht zu lang sein. Sie sollte eine halbe Minute nicht übersteigen, da sonst systematische Fehler auftreten. Die Angabe der Beobachtungszeit soll sich auf die Mitte der Beobachtung beziehen und auf eine viertel Minute genau sein, was heutzutage kein Problem ist.

Bei dem Stern, der die kürzeste Periode hat, die bei uns beobachtet werden kann, CY Aqr (Abb. 2), beträgt die Zeit des Aufstiegs um eine Größenklasse nur 10 Minuten. Daraus läßt sich ersehen, wie sehr man sich mit den Schätzungen beeilen muß. Der Zeitpunkt des maximalen Lichtes läßt sich dann sehr genau feststellen.

Während es bei Sternen mit längerer Periode ausreicht, den Beobachtungsabstand zwischen 10 und 20 Minuten zu halten, verlangt die Arbeit an RRe-Sternen eine wesentlich höhere Beobachtungsdichte, besonders zum Zeitpunkt des Maximums. Für die Zeiten des nahezu konstanten Lichtes reicht eine Beobachtung in etwa 5 Minuten aus; für die Lichtmaximalzeit ist eine Beobachtungsfrequenz von einer Beobachtung pro Minute nötig. Man muß sich also zu dieser Zeit nur auf den einen Stern beschränken. So lassen sich gut auswertbare Lichtkurven erhalten.

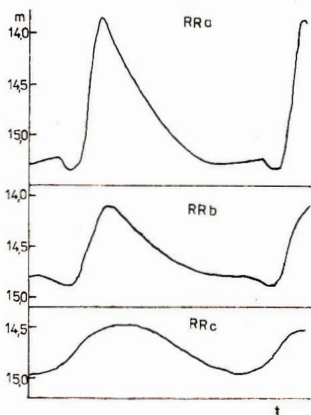


Abb. 1: Haupttypen der Lichtkurven von RR-Lyra-Sternen.

Abb. 2: Lichtkurve eines Maximums von CY Aqr.

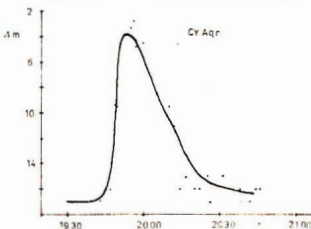
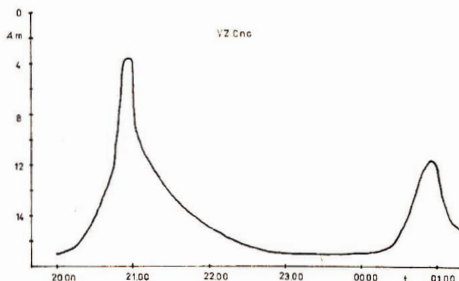


Abb. 3: Veränderung der Amplitude durch Periodenüberlagerung bei VZ Cnc.



Noch ein Wort zum „Wie“ des Beobachtens und zu einigen Beobachtungsfehlern. Für die Beobachtung ultrakurzperiodischer Veränderlicher ist auch, wie für die Beobachtung anderer Typen veränderlicher Sterne, die Methode nach Argelander, wie sie schon vielfach beschrieben wurde, zu empfehlen. Hat man sich einmal mit dieser Methode vertraut gemacht und beherrscht sie, so lassen sich damit hervorragende Ergebnisse, sowohl in der Genauigkeit der Beobachtungen als auch in der Beobachtungsgeschwindigkeit erzielen. Der Wert einer Stufe, die erhält man als Ergebnis einer Einzelschätzung, in Größenklassen, pegelt sich mit der Zeit von Beobachter zu Beobachter auf einen Wert von 0*06 bis 0*08 ein. Durch eine dicht besetzte Beobachtungsreihe wird sich die Genauigkeit weiter erhöhen.

Andererseits kann diese Genauigkeit entscheidend gemindert, wenn nicht sogar die gesamte Beobachtungsreihe nutzlos werden, wenn man bestimmten Fehlern unterliegt. Der wohl entscheidendste ist die Voreingenommenheit. Es ist wichtig, nur das aufzuschreiben, was man wirklich sieht. Wenn man von vornherein weiß, wie sich ein Stern verhält, kommt es dazu, daß man das sieht, was man sich wünscht. Es ist aus diesem Grunde gut, wenn man vor einer Beobachtung nicht weiß, wann das Maximum ist. Bei den RRs-Sternen ist es wegen der kurzen Periode möglich, auf dieses Wissen zu verzichten.

Auch vor der Auswertung sollte man nicht genau wissen, wann das Maximum ist. Nur so ist eine objektive Auswertung möglich und sinnvoll. Man sollte auch nicht versuchen, Beobachtungen im Nachhinein zu glätten. Damit hilft man niemandem, vor allem nicht den Fachastronomen, die ja gerade wissen wollen, wann das Ereignis stattfand. Jeder Beobachter hat mal einen schlechten Tag, und wenn die Lichtkurve zu schlecht ist, dann sollte man sie lieber nicht auswerten. Andere Punkte, die mit beachtet werden sollen, sind beispielsweise die Wirkung von Nebenlicht durch den Mond oder künstliche Lichtquellen. Ist diese Störung zu groß, so kommt es zu Verfälschungen, und man sollte nicht beobachten bzw. sich einen günstigeren Beobachtungsort auswählen. Steht der Veränderliche zu tief, so ist die Beobachtung ebenfalls unangebracht. Weshalb ist gerade die Beobachtung ultrakurzperiodischer Veränderlicher so lohnend?

Der erste Vorteil liegt in der sehr kurzen Periode. Dadurch kommt der Sternfreund schnell zu guten Ergebnissen. Es gibt aber noch einen zweiten, der unsere Aufmerksamkeit verdient.

Wie bei anderen RR-Lyr-Sternen; so zeigt sich auch bei der Untergruppe RRs eine große Veränderlichkeit der Lichtkurve durch die Überlagerung von zwei und mehr Perioden, den sogenannten Bashko-Effekt. Dadurch ändert sich von Periode zu Periode die Amplitude und die Form der Lichtkurve. Das Verhältnis von P_2/P_1 liegt bei den bekannten Sternen zwischen 0,77 und 0,83. [2]

Auch bei der Auswertung der Beobachtungen ultrakurzperiodischer Veränderlichkeiten sind Besonderheiten zu beachten. Bei der Bestimmung der Maxima kann nach der in Abb. 4 gezeigten Weise verfahren werden. Zunächst werden die Beobachtungszeiten in Tagasbruchteile umgewandelt und anschließend die Beobachtungspunkte in ein entsprechendes Diagramm eingezeichnet. Punkte gleicher Helligkeit werden durch Sehnen verbunden. Die so entstandenen Strecken werden halbiert. Durch die Mittelpunkte wird eine glatte Kurve gelegt. Der Schnittpunkt dieser Kurve mit der Lichtkurve ergibt einen wahrscheinlichen Wert des Maximums, der nicht unbedingt mit dem Zeitpunkt der größten beobachteten Helligkeit zusammenfallen muß. Die Neigung der halbierenden Kurve ist ein Maß für die Asymmetrie der Lichtkurve. [3] Das so erhaltene Maximum des Sterns muß weiter verarbeitet werden.

Auf Grund der Bewegung der Erde um die Sonne ist in Abhängigkeit von der Jahreszeit die Entfernung Veränderlicher – Erde unterschiedlich. Es kommt also zu einer scheinbaren Veränderung der Periode. Den gleichen Effekt benutzte seinerzeit Ole Römer zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit auf Grund der Verfinsterung der Jupitermonde. Um das zu eliminieren, wird das erhaltene Maximum mit einem Korrekturwert versehen, so daß alle Beobachtungen auf einen Beobachter auf der Sonne bezogen werden. Diesen Korrekturwert bezeichnet man als Lichtzeit.

$$\text{Lichtzeit} = -0^m00577 \cdot R \cdot \cos \beta \cdot \cos(L - \lambda)$$

(R – Radiusvektor; λ , β –ekliptikale Koordinaten des Sterns; L – Sonnenlänge). [4].

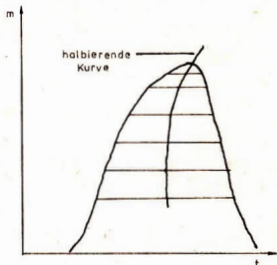


Abb. 4: Ermittlung des Zeitpunktes des Maximums.

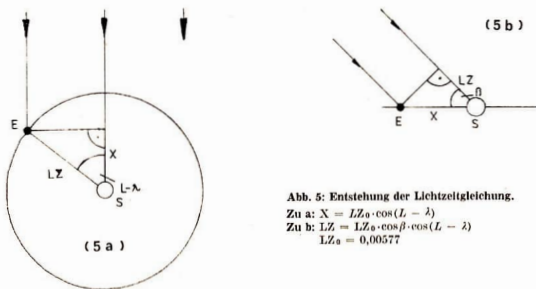


Abb. 5: Entstehung der Lichtzeitgleichung.

Zu a: $X = LZ \alpha \cdot \cos(L - \lambda)$

Zu b: $LZ = LZ \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos(L - \lambda)$

$LZ \alpha = 0,00577$

In Abb. 5 ist die Entstehung der Lichtzeitgleichung gezeigt. Erst nachdem man das Maximum bestimmt und den Korrekturwert addiert hat, sollte man den theoretischen Zeitpunkt des Maximallichtes berechnen. Aus der Differenz zwischen beobachtetem und berechnetem Wert ($B-R$ -Wert) lassen sich weitere Schlüsse ziehen. Kleine ($B-R$)-Werte haben verschiedene Ursachen. Einerseits spiegeln sich dort alle Beobachtungsfehler, systematische und zufällige, wider, andererseits kommt es bei ultrakurzperiodischen Veränderlichen oft zu gewissen Schwankungen in der Periode.

Zeigen die ($B-R$)-Werte aber immer eine ganz bestimmte Tendenz, so kann auf Grund einer größeren Anzahl beobachteter Maxima eine Neubestimmung der Periode P und des Ausgangsmaximums M_0 vorgenommen werden. In den weitaus meisten Fällen handelt es sich aber um zufällige Streuungen.

Wie bereits ausgeführt, lassen sich die Beobachtungsfehler durch eine dicht besetzte und objektiv gewonnene Lichtkurve auf ein Mindestmaß reduzieren. Dies ist von Beobachter zu Beobachter verschieden und hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie der Erfahrung und dem sicheren Schätzen der Helligkeiten. Eine ideale Lichtkurve gibt es nicht und kann es nicht geben. Nur sollten die auftretenden Fehler so klein wie möglich gehalten werden.

Den aufgezeigten Vorteilen von RRs-Sternen steht aber auch noch ein negativer Fakt gegenüber. Diese Gruppe Veränderlicher ist recht klein. Das hat verschiedene Ursachen. Zum einen ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit auf Grund der kurzen Periode recht gering, zum anderen sind es lichtschwache Objekte. Daraus ergibt sich für den Amateur der größte Nachteil. Für viele dieser Sterne sind bereits größere Instrumente erforderlich. Es gibt aber auch unter den RRs-Sternen einige, bei denen schon die Basteloptik 50/540 oder der „Telemotor“ hervorragende Resultate liefert. Vom Verfasser kann eine Liste der RRs-Sterne mit allen nötigen Angaben bezogen werden. Aufmerksamkeit verdient der Stern VZ Cnc, der in unseren Breiten gut zu sehen ist und dessen Helligkeit die Benutzung einfacher Instrumente ermöglicht.

Seine Periode von $4\frac{1}{4}$ Stunden erlaubt die Beobachtung mindestens eines Maximums in jedem Beobachtungsintervall. Auch die Amplitude ist groß genug, so daß sich auch ein Sterufreund, der erst mit der Beobachtung Veränderlicher Sterne beginnt, diesen mit Erfolg beobachten kann. Alle beschriebenen Eigenschaften der RRs-Sterne sind auch bei VZ Cnc ausgeprägt. Beeindruckend ist der ständige Wechsel der Amplitude (Abb. 3). Ich habe diesen Stern über vier Jahre beobachtet und eine Vielzahl Lichtkurven gewonnen, und ich kann jedem raten, mit diesem Stern zu beginnen, um sich in das schöne Gebiet der Veränderlichenbeobachtung einzuarbeiten.

Literatur: [1] Hoffmeister, Cuno, Veränderliche Sterne. Johann-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig, 1970, S. 64. – [2] ebenda, S. 70. – [3] ebenda, S. 103. – [4] ebenda, S. 33.

Einsatzmöglichkeiten der EDV in der Veränderlichen-Beobachtung durch Amateure

ARNE JUNGSTAND

Zu jeder Beobachtung veränderlicher Sterne gehört eine zum Teil recht umfangreiche Auswertung. Welchen Umfang diese Auswertung annimmt, ist von dem gestellten Ziel abhängig. Da diese Auswertung sich oft wiederholende mathematische Operationen enthält, liegt der Gedanke nahe, hierzu die Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung zu nutzen.

Das beginnt bereits bei der Umwandlung der Helligkeitsschätzungen (die z. B. mit der Argelanderischen Methode gewonnen wurden) in eine Stufenskala und daraus die Berechnung der Helligkeiten, also dem Aufstellen der Lichtkurve. Natürlich ist jeder Beobachter selbst daran interessiert, die Ergebnisse seiner Beobachtung zu erhalten, da hier sicherlich ein Teil der Freude am Beobachten liegt. Außerdem hat nicht jeder die Möglichkeit, mit einer Datenverarbeitungsanlage zu arbeiten. Deshalb sollen hier einige weitere Möglichkeiten für den Einsatz der EDV genannt werden.

1. Kombination der Beobachtungen eines Sterns von verschiedenen Beobachtern, um damit die Helligkeitsveränderungen über einen längeren Zeitraum zu verfolgen.
2. Beobachtungen periodisch veränderlicher Sterne, die zu unterschiedlichen Zeiten vorgenommen wurden, können auf eine Ausgangsepoche zurückgerechnet werden. Außerdem könnten Differenzen zwischen Beobachtung und Vorausberechnung gebildet werden, die einen Aufschluß über eventuelle Periodenänderungen geben.
3. Aufsuchen einer Periode, wenn diese nicht oder unzureichend genau bekannt ist. Damit verbunden ist die Feststellung von Minima- bzw. Maximazeiten.
4. Anpassung der Lichtkurve an eine mathematische Funktion (trigonometrische Funktion, Polynom).
5. Vorausberechnung periodischer Phänomene (z. B. Minima von Algolsternen).
6. Speicherung der Ergebnisse (Helligkeit, Datum) auf Lochstreifen, Lochkarte oder Magnetband um später weitere Rechnungen vornehmen zu können.

Zu einem Teil dieser Überlegungen wurden von einer Gruppe Physikstudenten der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock im Rahmen ihrer EDV-Ausbildung bereits Programme erarbeitet. Diese Programme wurden im Programmsystem „Veränderliche Sterne“ zusammengefaßt [1]. Die Erfahrungen zeigen, daß ein solches Programmsystem insbesondere dann von Bedeutung ist, wenn größere Mengen Beobachtungsmaterial vorliegen.

Für ausgewählte Probleme (z. B. die Umwandlung von Schätzwerten in Helligkeiten) kann die Benutzung programmierbarer Taschenrechner von großem Nutzen sein. Sie oft wiederholende Operationen können programmiert werden und helfen damit den Aufwand für die Auswertung zu verringern.

Man sollte sich aber immer darüber im klaren sein, daß durch die Auswertung mittels EDV die Beobachtungsergebnisse nicht verbessert werden können. Mit der EDV kann nur die Auswertearbeit erleichtert und schneller durchgeführt werden. Außerdem ergibt sich die Möglichkeit, Rechnungen durchzuführen, die sonst nicht oder nur mit riesigem Aufwand bewältigt werden können.

Literatur: [1] Dokumentation zum Programmsystem „Veränderliche Sterne“. Exponat auf der Zentralen Leistungsschau der Physikstudenten der DDR, Jena, Febr. 1979, zusammengestellt von A. Jungstaud.

Über den Nutzen langjähriger Beobachtungen eines veränderlichen Sternes

HANS-JOACHIM BLASBERG

Unter den veränderlichen Sternen gibt es solche, deren Beobachtung unbefriedigend wirkt, weil man oft zunächst keinen sichtbaren Erfolg erlebt. Dazu zählen unter anderen die halbregelmäßigen veränderlichen Sterne. Während bei bestimmten Sternarten, zum Beispiel bei Algol- oder RR Lyrae-Sternen, schon am Beobachtungsabend ein Ergebnis vorliegen kann, ist bei den halbregelmäßig veränderlichen Sternen erst nach längerer Beobachtungszeit ein Erfolg zu erwarten. Die Sterne haben Lichtwechselperioden von etwa 50 bis 150 Tagen, die außerdem eben nicht regelmäßig sind. Dadurch gelingt es meist nicht, aus den einzelnen gewonnenen Helligkeitsbestimmungen einer Beobachtungsperiode den Lichtwechselverlauf darzustellen. Die angestellten Beobachtungen scheinen nutzlos zu sein. Welchen Wert sie jedoch erhalten, wenn man mit Geduld und Ausdauer den betreffenden Stern jährlich erneut beobachtet, soll am Beispiel der Beobachtungen des Sternes AC Herkulis dargestellt werden. Zur Beobachtung wurde ich angeregt durch die im „Kalender für Sternfreunde von 1957“ von Dr. Ahnert veröffentlichten Angaben über den Stern AC Her. Dort ist auch ein Beobachtungskärtchen angegeben. Ich beobachtete daraufhin AC Her von 1958 bis 1969, also 11 Jahre lang mit meinem Refraktor 80/1200. In Abb. 1 sind für den größten Teil dieses Zeitraumes die jährlich erlangten Helligkeitsschätzungen dargestellt. Es ist zu erkennen, daß, wegen der zwangsläufig vorhandenen Beobachtungslücken, der Lichtwechselverlauf des Sternes aus den Beobachtungen der einzelnen jährlichen Beobachtungsperioden nicht sicher abgeleitet werden kann. Ich habe deshalb das im folgenden beschriebene Auswerteverfahren ausprobiert.

Alle jährlichen Beobachtungsergebnisse wurden im gleichen Maßstab zeitabhängig in einem Diagramm wie Abb. 1 aufgetragen. Anschließend wurde ein Transparenzdeckblatt vorbereitet, in welchem die Zeit- und Helligkeitsachsen ebenfalls im gleichen Maßstab vorgezeichnet waren. Dieses Deckblatt wurde auf das Diagramm eines Beobachtungsjahres aufgelegt, in welchem ein ausgeprägtes Minimum erkennbar ist, zum Beispiel im Jahr 1966. Auf das Transparenzdeckblatt pauste ich alle beobachteten Helligkeitswerte dieses Jahres durch. Dann legte ich das Deckblatt so auf das Diagramm des Jahres 1959, daß sich die Helligkeitswerte dieses Jahres möglichst gut in die aus dem Jahr 1966 einpaßten und pauste die Werte von 1959 zu denen von 1966 hinzu. Das gleiche geschah für die Werte aus dem Jahr 1964. Die auf diese Weise verdichteten Beobachtungsergebnisse lassen schon gut einen zusammenhängenden Kurvenzug erkennen (Abb. 2). Durch Auflegen des Deckblattes auf die übrigen Beobachtungsjahre verdichtete sich der Kurvenzug immer mehr zu einer deutlichen Lichtwechselkurve (Abb. 3). Die so erhaltene Lichtkurve hat die typischen Merkmale eines Sternes von der Art RV Tauri (ausgeprägtes Hauptminimum wechselt mit weniger ausgeprägtem Nebenminimum) und es ergibt sich für den Beobachtungszeitraum eine mittlere Periodendauer von 75 Tagen. Um die Auswertung zu vervollständigen, habe ich nun die erhaltene „Normallichtkurve“ auf die Ergebnisse jedes Beobachtungsjahres nochmals so aufgelegt, daß sich die Werte gut in den Kurvenzug einpaßten. Auf diese Weise ließen sich die Zeiten für das jeweilige Hauptminimum bestimmen, auch wenn es nicht unmittelbar mitbeobachtet worden war. Die so erhaltenen Zeiten der Hauptminima enthält die Spalte B der Tabelle 1. Unter der Annahme, daß der Stern im Beobachtungszeitraum von 1958 bis 1969 seine Periode nicht geändert hat, habe ich dann noch die Zeiten für die Hauptminima rechnerisch bestimmt. Als Ausgangswerte wurden die im „Allgemeinen Katalog für Veränderliche Sterne“ von 1969 enthaltenen Elemente des Sternes verwendet. Die errechneten Zeiten für die Hauptminima sind in der Spalte R der Tabelle aufgezählt. Die Spalte B-R gibt die jeweilige Differenz zwischen den Zeiten der Beobachtungen und denen der Rechnungen. Die geringen Abweichungen bestätigen nochmals die Beobachtungsergebnisse und die Zulässigkeit des benutzten Auswerteverfahrens. Spalte E gibt die jeweilige Epoche an. Das ist die Anzahl der seit dem Ausgangsdatum abgelaufenen Lichtwechselperioden.

Die Darstellung sollte zeigen, wie sinnvoll langjährige Beobachtungen eines gleichen Sternes sind, die in diesem Fall die Voraussetzung für einen Erfolg waren.

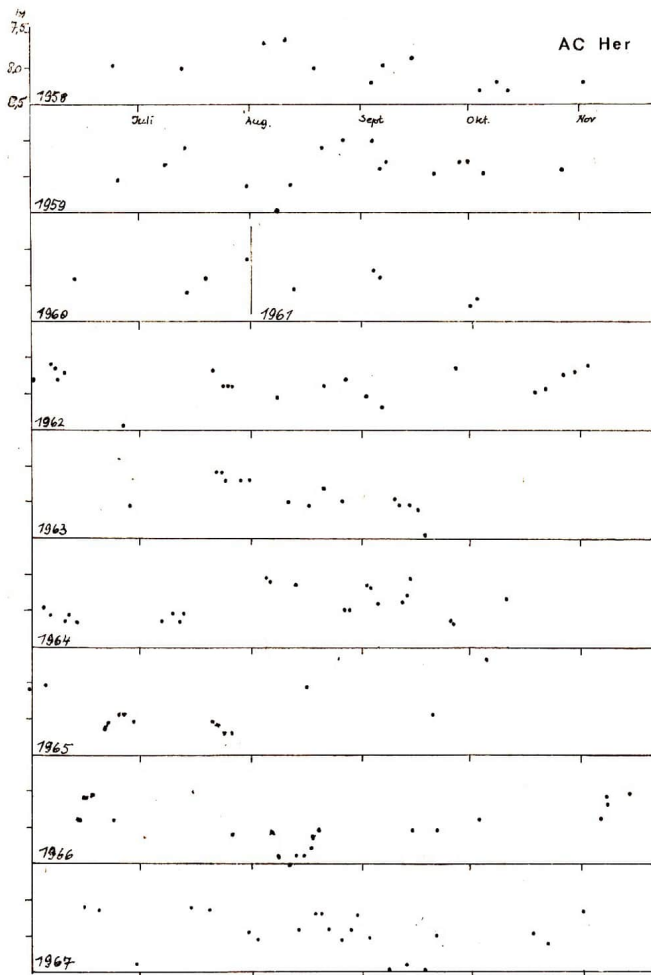


Abb. 1: Helligkeitsschätzungen an AC Her 1958 bis 1967.

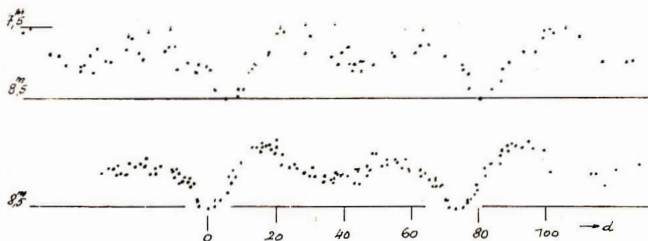


Abb. 2 (oben) und Abb. 3 (Erklärung im Text).

An anderer Stelle dieses Hefts wird über die Freude am Beobachten veränderlicher Sterne berichtet. Im Zusammenhang mit den Beobachtungen von AC Her kann diese Freude bestätigt werden. Gerade bei den unregelmäßigen und halbregelmäßigen Sternen ist jede Helligkeitsbestimmung mit einer Entdeckerfreude verbunden, weil es ja ganz ungewiß ist, in welcher Helligkeit sich der Stern zeigen wird. Darin liegt aber gerade der Reiz und Anreiz beim Beobachten veränderlicher Sterne. Sie bieten außerdem Gelegenheit, das ganze Jahr über zielgerichtet die schöne Lieblaberei zu betreiben und die Beobachtungsgeräte zu benutzen.

Tabelle 1: AC Her 1958 – 1968 Minimum I

<i>B</i>			<i>R</i>		<i>B-R</i>	<i>E</i>
Datum	Jul. Datum		Jul. Datum		in Tagen	
1958 Juli 22.	2 436 407		2 436 410		- 3,3	18
Okt. 05.	36 482		36 486		- 7,7	19
1959 Aug. 07.	36 788		36 787,6		+ 0,4	23
Okt. 21.	36 863		36 863		0	24
1960 Juni 05.	37 091		37 089,5		+ 1,5	27
1961 Aug. 28.	37 540		37 542,2		- 2,2	33
1962 Juli 01.	37 847		37 844,1		+ 2,9	37
Sept. 12.	37 920		37 919,5		+ 0,5	38
1963 Sept. 23.	38 296		38 296,8		- 0,8	43
1964 Juli 22.	38 599		38 598,7		- 0,3	47
Okt. 03.	38 673		38 674,2		- 1,2	48
1965 Aug. 03.	38 976		38 976		0	52
1966 Aug. 11.	39 349		39 353		- 4	57
Okt. 28.	39 427		39 428,8		- 1,8	58
1967 Juni 23.	39 655		39 655,2		- 0,2	61
Aug. 24.	39 727		39 730,6		- 3,6	62
1968 Juni 22.	40 030		40 032,5		- 2,5	66
Sept. 02.	40 102		40 107,9		- 5,9	67
1969 Juli 06.	40 409		40 409,8		- 0,8	71
Sept. 18.	40 485		40 485,3		- 0,3	72

Prägnante Periodenänderung von IR Cas

FRANK RÜMLER

Der nachfolgende Bericht soll kurz über die erhaltenen Resultate bei einer Untersuchung des Veränderlichen IR Cas informieren. Auf 499 Platten der Sonneberger Himmelsüberwachung habe ich den Stern zwischen 1964 und 1978 im System *mog* geschätzt.

IR Cas ist ein Stern mit Beta-Lyrae-Lichtwechsel und wurde 1935 von H. Gitz entdeckt. Davon unabhängig entdeckte auch C. Hoffmeister in Sonneberg dieses Objekt. Eine erste gründliche Untersuchung zum Lichtwechsel nahm N. T. Florja vor. Er fand dabei folgende Elemente:

Min. (hel) = JD. 2428750,2914 + 0^h08^m06^s178^h^a E₁
(E = -16596 bis +9000)

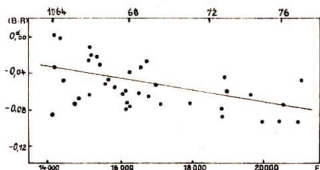


Abb. 1: (B-R)-Diagramm nach Berechnung der Elemente von Florja (E_1).

Die Auswertungen zeigen, daß das Nebenminimum im Rahmen der Beobachtungsgenauigkeit bei der Phase $0,5 \pm 0,015$ zu liegen kommt, also keine Verschiebung nachweisbar ist.

Anhand von 160 Beobachtungen aus den Jahren 1964–1967 ist die in Abb. 2 gezeigte mittlere Lichtkurve erhalten worden. Es ist sicher, daß Amplitude und Form der Lichtkurve bestimmte zeitliche Veränderungen aufweisen. Nachfolgend einige charakteristische Angaben zu den Lichtkurven, von verschiedenen Autoren.

Beobachter	Epoche
Händler	+ 9000 bis 20000
Huth	um + 20000
Rümmel	+ 14000 bis 21000

M	A	a
10 ⁷ 8	1.1	0.5
10 ⁷ 8	1.28	0.73
10 ⁷ 9	1.5	0.5

M: Maximalhelligkeit

A: Amplitude zum Hauptminimum

a: Amplitude zum Nebenminimum

} in phot. Größenklassen

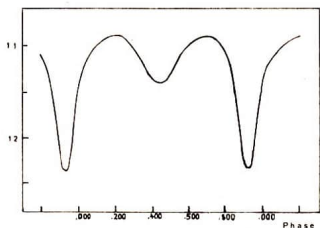


Abb. 2: Mittlere photographische Lichtkurve, nach Beobachtungen aus den Jahren 1964–1967.

Durch K. Händler [1] konnte 1975 eine prägnante Periodenänderung nachgewiesen werden. Bei der Epoche um + 9000 hatte sich die Periode sprunghaft verkleinert. Als neue Elemente wurden von Händler abgeleitet:

$$\text{Min. (hel.)} = 2435868.268 + 0968068424 \cdot E_2 \\ (E = + 9000 \text{ bis } 21000)$$

Meine Beobachtungen bestätigen diesen Befund vollständig. Durch Reduktion von 40 Hauptminima auf der Basis der Elemente E_1 erhielt ich das (B-R)-Diagramm, welches in Abb. 1 dargestellt ist. In der Gegenwart erreichen die (B-R)-Werte eine Größenordnung von $-0,1$. Durch Verkürzung der Periode um etwa 0,5 Sekunden lassen sich neue Elemente finden:

$$\text{Min. (hel.)} = 2442364.054 + 096806854 \cdot E_3 \\ (E = + 14000 \text{ bis } 21000)$$

Einige Bemerkungen zur theoretischen Interpretation des Beobachteten. Bei Beta Lyrae-Sternen handelt es sich um Bedeckungssysteme. Es sind Kontaktsysteme mit unterschiedlich hellen Komponenten. Derartige Systeme besitzen meist eine ausgedehnte, beide Komponenten umspannende Atmosphäre. Von der massereicheren Komponente findet ein Masseaustausch zum kleineren Begleiter statt. Durch eruptive Auswürfe von Materie durch den Primärstern kommt es zu einer Veränderung der Umlaufzeiten und der Ausbildung eines Gasrings um die andere Komponente. Eindeutige Aussagen liefern hier aber nur spektral-analytische Untersuchungen.

Das weitere Verhalten des Sternes dürfte interessant sein.

Literatur: [1] Händler, K., Mitteilungen der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartlau, 1975, Heft 8.

Junge Amateure antworten auf die Frage

„Was reizt Sie an der Veränderlichen-Beobachtung?“

Ralf Hinzpeter: „Ich beschäftige mich nun über zwei Jahre mit der Astronomie. Am Anfang interessierte ich mich für alle Tegebiete. Ich besaß damals einen Feldstecher 8×30 und wollte intensiv beobachten. Durch Herrn Busch, Hartlau, bekam ich eine Anleitung zum Beobachten veränderlicher Sterne. Ich arbeitete sie durch und hätte gerne gleich alles praktisch ausprobiert. Aber ich mußte noch einige Monate warten, bevor ich meine ersten Schätzungen durchführte. Der Veränderliche war Algol (β Persei). Über zwei Stunden überwachte ich den Stern und erhielt die erste brauchbare Lichtkurve. Während ich diese Beobachtungen noch mit bloßem Auge durchführte, sollte ich bald Gelegenheit haben, den Feldstecher zu benutzen. Vier Wochen später betrachtete ich den Lichtwechsel eines weiteren Algol-Sterns, nämlich HU Tau. Das langsame Absinken der Helligkeit des Veränderlichen fesselte mich trotz des Einflusses des Mondlichtes sehr. Zwar war die Kurve diesmal durch ziemliche Streuungen gestört, gefreut habe ich mich trotzdem.

Heute besitze ich ein Fernrohr 50/540 mm, mit dem ich noch weiter in die Sternwelt vordringen kann. Aber den Feldstecher nutze ich auch weiterhin. Seit einiger Zeit überwache ich den halbregelmäßigen Veränderlichen γ Her. Viele Anregungen geben mir die „Informationen“ der Arbeitsgruppe „Veränderliche Sterne“, in die ich aufgenommen wurde.“

Ralf-Kainer Rohloff: „Ich widme mich seit kurzer Zeit der Beobachtung veränderlicher Sterne. Dieses Arbeitsgebiet ist jetzt mit zu meiner Hauptbetätigung geworden, nachdem mich das „Spazierensehen“ am Himmel nicht mehr befriedigte. Das Beobachtungsmaterial ist fast unerschöpflich. Jeder kann sich aus dieser Fülle „seinen“ geeigneten Stern herausuchen. Mich reizte an der Beobachtung von Veränderlichen die Tatsache, daß man auch noch mit einfachen Mitteln und einiger Übung bis zur Endauswertung vordringen kann.“

Eberhard Zische: „Es ist für mich immer wieder eine große Freude, den Sternenhimmel im Fernrohr zu betrachten, ferne und lichtschwächere Objekte zu beobachten, die dem bloßen Auge verschlossen bleiben. Ich habe dabei das erhebende Gefühl, tief in das unendliche Universum einzudringen und die unerschöpfliche Vielfalt der Natur in auf der Erde unvergleichlichen Formen und Dimensionen zu erkennen. Wie auf der Erde so steht auch im weiten Weltall nichts absolut still, es verändert sich alles. Hellere, für mich in einem kleinen Fernrohr erreichbare veränderliche Sterne lassen mir eine Form solcher Veränderungen als Helligkeitsschwankungen deutlich werden. Es macht mir große Freude, diese veränderlichen Sterne einmal als schwache Lichtpünktchen, ein andermal als hellere Sterne zu beobachten und deren Helligkeiten in bestimmten Zeitabständen zu registrieren. Mit dem Gedanken an die unvorstellbar großen Entfernungen und die zum Teil großen Helligkeitsschwankungen stelle ich mir vor, welche unvorstellbaren Naturkräfte wirksam werden, die einen Stern gigantisch pulsieren und in der Helligkeit um ein Vielfaches ansteigen lassen, so daß dieser noch in ungeheuren Entfernungen Kunde über sein Dasein und seine „Lebensweise“ vermittelt.“

Dietmar Böhme: „Die Beobachtung von veränderlichen Sternen ist seit etwa zehn Jahren mein Hauptarbeitsgebiet. War es anfangs die Freude an der reinen Beobachtung, am einfachen Sehen, so kam später die Freude am Gewinnen exakter Beobachtungsergebnisse und der Anfertigung detaillierter Auswertungen hinzu. Nur durch Meß- und Beobachtungsreihen über Monate oder mehrere Jahre ist es möglich, fundierte Aussagen zum Lichtwechsel der mich besonders interessierenden halb- und unregelmäßigen Veränderlichen zu treffen. Das Bestimmen von Maxima und Minima, das Erkennen von Gesetzmäßigkeiten oder Periodizitäten und die Klassifikation unbekannter Sterne bereitet mir eine sehr große Freude. Es ist faszinierend, wenn man in nächtlicher Stille, wissend um Entfernung, Dimension und Physik dieser kosmischen Körperstück für Stück persönliche Erkenntnis gewinnt, ein winziges Stück des großen ganzen Unbekannten erfährt und ihm scheinbar ganz nah ist. Werden die eigenen Ergebnisse durch Publikation der Öffentlichkeit zugeführt und es ist so die Möglichkeit einer Weiterverwertung gegeben, so ist das die Bestätigung doch mühevoller und auch sehr aufwendiger Arbeit.“

(wird in Heft 4 fortgesetzt)

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1979 Nov./Dez.

d	Nov.	Dez.	d	Nov.	Dez.
1	224	122	16	166	220
2	157	156	17	253	180
3	155	187	18	172	151
4	172	218	19	174	138
5	166	232	20	153	126
6	210	206	21	131	131
7	254	212	22	123	140
8	280	272	23	142	132
9	279	293	24	162	130
10	302	286	25	155	161
11	295	279	26	141	127
12	248	272	27	115	93
13	183	235	28	119	98
14	218	230	29	98	121
15	186	225	30	116	139
			31		135
			Mittel	185.0	182.2

Dr. A. ZELENKA

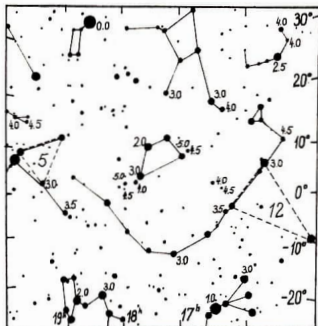
Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (II)

Die Juni – Meteore:

Scorpius – Sagittariiden

Im Juni sind die Bedingungen für Meteorbeobachter recht ungünstig, denn nur der Zeitraum von 23 bis 01 Uhr ist nutzbar. Mit etwa acht Meteoren pro Stunde bleibt die Aktivität auch gering. Auffallend sind aber vereinzelt langsame, häufig gelblichende Meteore im Südbereich mit aufwärtsgerichteten Bahnen. Ihr Radiant ist diffus (ähnlich den Virginiden) und verlagert sich von $\alpha = 230^\circ$, $\delta = -20^\circ$ (20.6.) bis $\alpha = 270^\circ$, $\delta = -30^\circ$ (15.7.). Ein Maximum ist nicht bemerkbar; einzelne Meteore erscheinen noch bis Ende Juli. Die Abb. enthält das Gebiet des Radianten sowie Helligkeitsangaben (gerundet) für Schätzungen. Gestrichelt ist das Feld 12 für die Ermittlung der Grenzhelligkeit eingetragen (vgl. Heft 1/80, S. 26).

JÜRGEN RENDTEL



Buchbesprechung

Kosmische Strahlung im interplanetaren Raum

PZV 31052

In dem 200 Seiten umfassenden Band 244 der vom Akademie-Verlag herausgegebenen Reihe „Wissenschaftliche Taschenbücher“ (WTB) legt der Verfasser ein umfangreiches Material über das interessante Gebiet der Kosmischen Strahlung vor. Das Buch ist für Leser geschrieben, die mit den Grundlagen der kosmischen Physik vertraut und an den Fortschritten der Erforschung hochenergetischer Kernprozesse interessiert sind. Es dürfte aber auch für den auf dem Spezialgebiet der Solar-Terrestrischen-Beziehungen arbeitenden Wissenschaftler von Nutzen sein. Wegen der in den letzten Jahren besonders intensiven Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Kosmischen Strahlung mußte der Autor für die deutschsprachige Ausgabe in den Ende 1973 in der UdSSR erschienenen Text einige Ergänzungen einarbeiten, um das Büchlein auf den neuesten Stand zu bringen.

In 6 sachlich getrennten Kapiteln werden die einzelnen Fragen ausführlich behandelt, so z. B. die noch nicht in allen Details widerspruchsfreien Vorstellungen über den Ursprung der galaktischen und der solaren Kosmischen Strahlung sowie die Bewegung der Partikel durch die kosmischen Magnetfelder. Einen breiten Raum nimmt die Darstellung der zahlreichen Meßmethoden ein, die meist im Zusammenhang mit den zu lösenden Problemen und den Ergebnissen dargestellt werden, zu denen sie geführt haben.

Zu den Beobachtungsmethoden, die seit der Entdeckung der Kosmischen Strahlung zu Anfang unseres Jahrhunderts sukzessive entwickelt worden waren, kamen durch die Höhenraketen, die Erdsatelliten und die verschiedenen Raumsonden neue Methoden der direkten Messung der solaren und galaktischen Kosmischen Strahlung außerhalb der Erdatmosphäre und im Magnetfeld des interplanetaren Raumes. Man erfährt jedoch, daß trotz dieser zahlreichen neuen Informationen eine Reihe wesentlicher Probleme noch nicht oder nur teilweise gelöst sind.

Andererseits zeichnet sich die Erkenntnis ab, daß zwischen den hochenergetischen Partikeln und den elektromagnetischen und dynamischen Prozessen des Weltalls Beziehungen bestehen, darunter auch mögliche Einwirkungen der solaren Kosmischen Strahlung auf das irdische Wettergeschehen und vor allem auf die verschiedenen Bereiche der irdischen Biosphäre. Zu diesen Bereichen gehört auch die Strahlungsgefährdung der Kosmonauten beim Flug im erdnahen Raum durch die Sonneneruptionen. Doch auch Partikel galaktischen Ursprungs bedeuten bei längeren Raumflügen eine Gefahr für die Kosmonauten. Es sei hier auf die Lichtblitze hingewiesen, die diese Teilchen beim Durchgang durch den Augapfel erzeugen. Aber auch für das an der Erdoberfläche befindliche Lebewesen besteht durch die Einwirkung der harten Sekundärstrahlung in der Erdatmosphäre, die durch die aus dem Kosmos eindringenden Primärpartikel erzeugt wird, die Gefahr des Auftretens von Mutationen verschiedenster Art.

Durch die Lektüre des Bändchens beginnt man erst die große Bedeutung zu ahnen, die der Erforschung der Kosmischen Strahlung zukommt. Unser naturwissenschaftliches Weltbild wird auch von dieser Seite der Forschung noch manche überraschende Erweiterung erfahren.

Im Hinblick auf diese Bedeutung sei für die Herausgabe des Bändchens dem Akademie-Verlag und dem Lektor, für die klare Übersetzung und die gute wissenschaftliche Bearbeitung der deutschen Ausgabe den beiden beteiligten Wissenschaftlern gedankt.

Prof. Dr. JOHANNES HOPPE

L. I. Miroshnitschenko, *Kosmische Strahlung im interplanetaren Raum*, Band 244 der Wissenschaftlichen Taschenbücher (WTB), Akademie-Verlag Berlin 1979, 206 Seiten, 64 Abbildungen, 8 Tabellen, 12,50 M.

Unsere Autoren:

Helmut Busch, 7302 Hartha b. Döbeln, Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte

Dr. Wolfgang Wenzel, 64 Sonneberg, ZIAP der AdW der DDR, Sternwarte Sonneberg

Dr. Peter Enskonatus, 116 Berlin, Wilhelmshofstr. 54

Ing. Dietmar Böhme, 4851 Nessa, Nr. 11, PSF 93

Prof. Dr.-Ing. H. Claussnitzer, 8054 Dresden, Calberlastr. 26

Klaus Häußler, 7302 Hartha, Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte

Uwe-Jens Tietz, 1502 Babelsberg, Gaußstr. 5

Dipl.-Phys. Arne Jungstand, 64 Sonneberg, AdW der DDR, ZIAP, Sternwarte Sonneberg

Ing. Hans-Joachim Blasberg, 8053 Dresden, Tolkewitzer Str. 44

Frank Rümmler, 4851 Nessa, Nr. 20

Dr. A. Zelenka, CH 8053 Zürich, Wirzenweid 15

Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, 15 Potsdam Fichtestr. 5

Prof. Dr. Johannes Hoppe, 69 Jena, Sonnenbergstr. 12

EVP 1,50 M

ISSN 0587-585X

3¹⁹⁸⁰ Astronomie und Raumfahrt



Die Atmosphäre der Venus · Prof. J. Houghton, FRS	65
Die Auffindung des Meteoriten von Treysa · Dr. G. Ehmke	70
Kosmos und Entwicklung (I) – Die Durchsetzung des Entwicklungsgedankens in der Astro- nomie · Dr. F. Gehlhar	72

Mitteilungen des ZFA Astronomie

III. Jugendtagung Astronomie – Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“ – Jahrestagung des BFA Astronomie Halle	78
Vorläufige Sonnenfleckenzahlen Jan./Febr. 1980 · Dr. A. Zelenka	79

Amateure beobachten und berichten

Streifende Sternbedeckungen durch den Mond · D. Büttner	80
Meteorbeobachtungen im Juli/Aug. 1979 · J. Rendtel/A. Kaatz	83
Perseidenbeobachtung an der Sternwarte Sonneberg · V. Hopf/M. Koch/P. Stein	89
Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (III) – Meteorbeobachtungen im Hoch- und Spätsommer · J. Rendtel	90

Kurzberichte

Astronomische Expedition 1979 in Upice · K. Kirsch/K. Reichenbacher	91
XVI. Astronomietagung des Bezirkes Karl-Marx-Stadt · J. Gasiecki	92
Bulgariens Beitrag zur Weltraumforschung · A. Fellenberg	93
Erste Bilanz der Arbeitsgruppe Sternbedeckungen · E. Otto	94
Beobachtungen des GRF auf Jupiter · H.-J. Blasberg	95

Aus der Literatur

ARIANE-Start nach drittem Versuch erfolgreich	77
Galaktische Korona durch IUE-Satelliten entdeckt	82
Neue Radarbeobachtungen der Venus	95
SAS-3 in Erdatmosphäre verglüht – Pioneer 10 passierte Uranusbahn – SN-Entdeckung in M 100 durch Amateurastronomie – Der spektroskopische Nachweis von Algol B – Partielle Ver- finsterung . . . durch einen Begleiter – Der Helium-Veränderliche HD 64740 – ein Röntgen- doppelstern?	96
Französische Raumgleiterpläne	3. US.
„Inmarsat“ ab 1981? – „Eutelsat“ ab 1982?	4. US.

Buchbesprechung

Wissenschaft und Menschheit	3. US.
---------------------------------------	--------

Bildseiten

Venusatmosphäre im UV-Teil des Spektrums (Zum Beitrag S. 65)	I
Der Meteorit von Treysa (Zum Beitrag S. 70)	II
Station der Meteorbeobachter in Schmergow (Zum Beitrag S. 83)	II, III
Vierkanalkamera für Meteorbeobachtung (Zum Beitrag S. 93)	III
Ätnausbruch (Satellitenfoto von TIROS N)	IV

Redaktionschluß: 20. 3. 1980

Herausgeber: Kulturbund der DDR. Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur); Jürgen Gasiecki; Achim Grünberg; Dipl.-Phys. Wolfgang Häußel; Artur Hockauf; Dipl.-Phil. Jürgen Hamel; Dipl.-Gew. Klaus Marquart; Karl-Heinz Neumann; Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel; Dipl.-Phys. Manfred Woche; Arnold Zenkert; Bernd Zill; Ol. Heinz Albert (verantwortlicher Redakteur).

Redaktionsitz: 963 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“, Straße der Jugend 8. Fernsprecher 3730.

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

Umgestaltung: Gerd Löffler, Jena.

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1980 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, 1017 Berlin, Straße der Pariser Kommune 8 – 4.

Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des FZV.

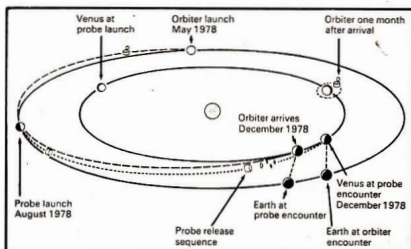
Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Die Atmosphäre der Venus

Prof. J. HOUGHTON, FRS

Messungen durch den ersten, die Venus umkreisenden Raumflugkörper haben sich an Hand der Datenanalyse als ein wichtiger Schritt für das Verständnis der Entwicklung und der thermodynamischen Vorgänge in der dichten Atmosphäre des Planeten erwiesen. Eine erfolgreiche Klärung der Zusammenhänge würde sich auch auf die Lösung schwieriger Probleme der Zirkulation auswirken, die unser eigenes Wetter beeinflusst.

Abb. 1: Flugbahn des Pioneer-Orbiters und der -Sonden.



Im Mai 1978 erhob sich von Cape Canaveral in Florida eine Atlas-Centaur Rakete mit einer Pioneer-Raumsonde an Bord, die nach einer Reise von mehr als sechs Monaten als erster Flugkörper in eine Bahn um den Planeten Venus gebracht werden sollte; am 4. Dezember 1978 wurde das Manöver erfolgreich abgeschlossen. Wenige Tage später drangen vier von einer zweiten Pioneer-Sonde gestartete Meßsonden an verschiedenen Punkten in die Atmosphäre der Venus ein. Der Orbiter und die Sonden trugen eine Vielzahl von Meßgeräten zur Untersuchung von Aufbau und Zusammensetzung der Planetenatmosphäre.

Eines der Experimente an Bord des Orbiters wird mit einem Radiometer ausgeführt, das die von der Atmosphäre und den Wolken ausgesandte Infrarotstrahlung mißt, ähnlich wie die Radiometer an Bord von Erdsatelliten zur Beobachtung unseres Wetters. Durch Beobachtungen mit diesem Instrument kann die Temperatur unterschiedlicher atmosphärischer Schichten und der unter der Sonde liegenden Wolken ermittelt werden. Das Instrument wurde gemeinsam von der Sektion für Physik der Atmosphäre (Department of Atmospheric Physics) an der Universität von Oxford und vom Institut für Strahlantriebe (Jet Propulsion Laboratory) in Pasadena, Kalifornien, entwickelt. Es ist das erste britische Instrument, das zu einem anderen Planeten gelangte.

Die Venus ist selbstverständlich schon früher von Raumsonden untersucht worden. Drei Mariner-Sonden der USA sind an dem Planeten vorbeigeflogen und 9 Venera-Sonden der UdSSR sind in seine Atmosphäre eingetreten. Der Pioneer 12-Orbiter des letzten Jahres jedoch ist das erste Raumfahrzeug, das den Planeten mit dem Ziel umkreist, die täglichen Veränderungen im „Wetter“ der Venus zu untersuchen.

Bereits Bekanntes

Warum ist die Venus für unsere Meteorologen ein derart interessanter Planet ? Um das klar zu machen, möchte ich unsere bisherigen Kenntnisse über die Venus und ihre Atmosphäre vor Pioneer 12 umreißen und dann kurz auf einige Ergebnisse des jüngsten Unternehmens eingehen.

Die Venus ist der erdnächste Planet und steht beträchtlich näher an der Sonne. Sie ist etwa so groß wie die Erde und rotiert erheblich langsamer; ein Tag auf der Venus umfaßt 117 Erdentage. Die Atmosphäre der Venus ist sehr dicht – sie entspricht etwa 100 Erdatmosphären – und die Wolkendecke ist völlig geschlossen, so daß im Visuellen oder Infraroten kein Teil der Oberfläche von außen sichtbar ist.

Die ersten Hinweise auf eine sehr hohe Oberflächentemperatur der Venus von etwa 450°C stammen von erdgebundenen Messungen der Helligkeit des Planeten im Mikrowellenbereich, die um 1960 ausgeführt wurden. Eine Bestätigung lieferte das Mikrowellen-Radiometer an Bord von Mariner 2 im Jahre 1962. Im Gegensatz dazu ergeben Messungen der Farbtemperatur im infraroten Teil des Spektrums eine Temperatur von etwa -40°C, einen Wert, der durch die Temperatur an der Oberseite der sichtbaren Wolken bestimmt wird, die im Infraroten stark emittieren.

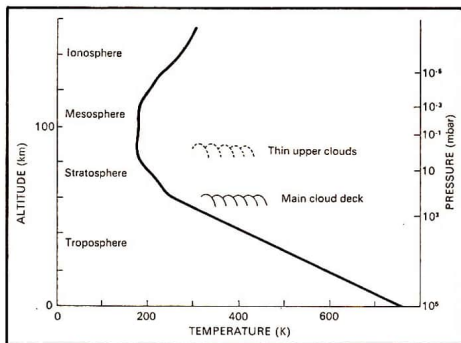


Abb. 2: Die Atmosphäre der Venus mit verschiedenen Abschnitten und Temperaturprofil.

Temperaturprofil

Somit können wir, gestützt auf die Infrarot- und Mikrowellenmessungen, beginnen, für die Venusatmosphäre ein Temperaturprofil in Abhängigkeit von der Höhe zu konstruieren, wie das z. B. im unten stehenden Diagramm gezeigt ist. Beweise für die Zuverlässigkeit dieses Profils kamen auch von vier Venera-Sonden, die von 1969 bis 1972 in geringer Entfernung an der Venus vorbeiflogen.

Obwohl durch theoretische Berechnungen noch nicht genügend gestützt, besteht allgemeine Übereinstimmung darüber, daß die hohe Temperatur an der Venusoberfläche durch den sogenannten „Treibhaus“-Effekt hervorgerufen wird. Die Venusatmosphäre und die Wolkendecke wirken zusammen in ähnlicher Weise wie das Glas in einem Treibhaus, indem sie einen Teil der Sonnenstrahlung hindurch lassen, aber die von der Planetenoberfläche ausgehende Infrarotstrahlung sehr wirksam zurückhalten. Dieser Rückstauereffekt bewirkt, daß nur ein geringer Teil der Sonnenstrahlung die Oberfläche erreichen muß, um eine derart hohe Temperatur hervorzurufen.

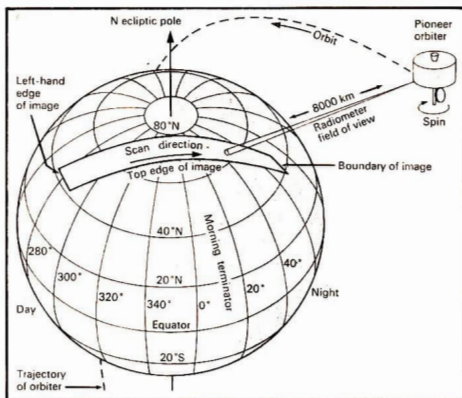
Ein Teil der Opazität im Infrarotbereich wird durch die Absorption der Wolken hervorgerufen, ein anderer dadurch, daß die Absorption durch Wasserdampf und Kohlendioxid infolge des hohen Druckes in der unteren Venusatmosphäre viel höher ist. Ein entscheidender Test der Treibhaushypothese besteht darin, den die Venusoberfläche erreichenden Teil der Sonnenstrahlung im Verhältnis zu der auf die äußere Atmosphäre auftreffenden Gesamtstrahlung zu messen. Erste Messungen wurden 1972 von der Sonde Venera 8 ausgeführt; sie ließen vermuten, daß wahrscheinlich nur 0,25 % des auf den Planeten fallenden solaren Strahlungsflusses bis zur Oberfläche durchdrangen. Wesentlich bessere Messungen durch eine der Pioneer 12-Sonden des letzten Jahres ergaben einen höheren Wert von etwa 2 %, der gut genug scheint, den Treibhausmechanismus als gesichert anzusehen.

Der entscheidende Durchbruch

Spektroskopische Messungen von der Erde aus ergaben, daß der Hauptbestandteil der Planetenatmosphäre Kohlendioxid ist und daß wenig Sauerstoff oder Wasserdampf vorhanden ist. Der offensichtliche Mangel an Wasserdampf führte zu vielen Spekulationen über die Zusammensetzung der Wolken. Eine Reihe von Schwefel- und Quecksilberverbindungen, einige von ihnen reichlich exotisch, wurden als Bestandteile vorgeschlagen. Der entscheidende Durchbruch gelang 1969 mittels sehr sorgfältiger Messungen der Polarisation des vom Planeten reflektierten Sonnenlichtes durch zwei französische Astronomen, Coffeen und Gehrels. Diese wurden von zwei Amerikanern, Hansen und Arking, als Reflexion an einer Wolke kugelförmiger Teilchen von etwa $1 \mu\text{m}$ Radius und dem ziemlich zuverlässigen Brechungsindex von $1,45 \pm 0,02$ erklärt. 1973 brachte A. T. Young aus den USA, indem er dieses und andere Ergebnisse in Rechnung zog, überzeugende Argumente dafür vor, daß die Teilchen der Wolke aus Schwefelsäure bestehen – 75 %ig an der Oberseite der Wolken in 70 km Höhe und etwa 98 %ig an deren Unterseite in einer geschätzten Höhe von etwa 60 km.

Young's Hypothese, daß der Hauptbestandteil der Wolken Schwefelsäure sei, wurde durch die direkten Messungen der Pioneer 12-Sonden sehr gestützt, obwohl wesentlich größere, als Schwefel gedeutete Teilchen, außer den Schwefelsäuretröpfchen gefunden wurden.

Abb. 3: Überstreichen der Venus durch das Infrarot-Radiometer des Pioneer-Orbiters.



Rotation

Viele Beobachter, die im ultravioletten Teil des Spektrums gewonnene Venusfotografien untersuchten, bemerkten zeitlich veränderliche Erscheinungen. Besonders interessant sind einige mit der offensichtlichen Tendenz, in Abständen von etwa 4 Tagen wiederzukehren. Einen Hinweis auf die schnelle Rotation der oberen Atmosphäre geben auch Messungen der unterschiedlichen Dopplerverschiebung der Spektrallinien zwischen den gegenüberliegenden Rändern des Planeten; sie führen auf Geschwindigkeiten von etwa 100 m/s in Übereinstimmung mit der 4-Tage-Rotation. Ein weiterer Beweis sind die ausgezeichneten Fotografien von Mariner 10, der 1973 auf dem Wege zum Merkur an der Venus vorbeiflog. Eine ähnliche Fotografie von Pioneer, im ultravioletten Bereich aufgenommen, ist auf Bild-Seite I wiedergegeben. Die Wolkenstruktur weist auf eine intensive zonale Zirkulation in beiden Hemisphären hin. Die schnell beweglichen Gebilde sind nur auf Ultraviolett Fotografien sichtbar, so daß zu vermuten ist, daß sie zu einer veränderlichen, dünnen Wolkenschicht gehören, die eine beträchtlich größere Höhe (etwa 90 km) besitzt als die Hauptwolkenschicht.

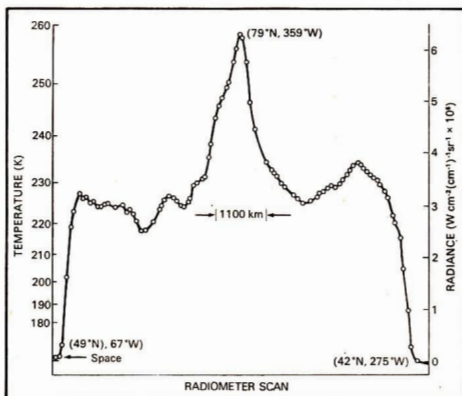


Abb. 4: Farbttemperatur der Wolkenoberseite im Infraroten bei 11 µm Wellenlänge, gemessen über dem in Abb. 3 gezeigten Teil des Planeten.

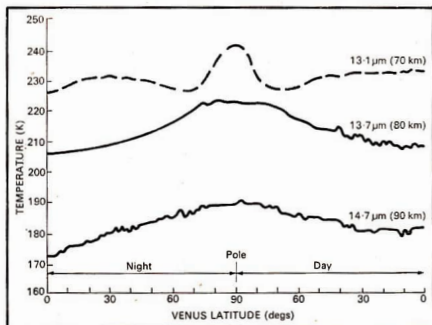


Abb. 5: Streifen von Äquator über den Nordpol, der die Breitenabhängigkeit der Temperatur zeigt; gemessen in drei Kanälen des Infrarot-Radiometers. (Die Zahlen über jeder Kurve geben die Wellenlänge jedes Kanals und die dargestellte Höhe an.)

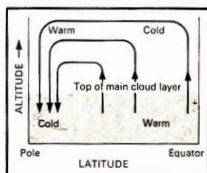


Abb. 6: Einfache, durch Wärme bedingte Zirkulation in der Venusatmosphäre. Die unteren Wolkenschichten nahe dem Äquator werden durch absorbierte Sonnenstrahlung aufgeheizt. Das Gas über dem erhitzten Gebiet steigt auf und kühlt sich dabei ab. Ein gegenläufiges Absinken tritt mit entsprechender Erwärmung in einem kleinen polnahen Gebiet auf.

Da die feste Venusoberfläche, wie oben beschrieben, sehr langsam rotiert, kommt dieser Nachweis einer schnellen Rotation der oberen Atmosphäre etwas überraschend. 1969 stellten Schubert und Whitehead aus den USA die Theorie auf, daß diese Bewegung durch eine wandernde Wärmequelle hervorgerufen würde, die ihren Ursprung in der Sonnenbewegung relativ zur Atmosphäre habe. Um diesen Punkt zu überprüfen, führten sie ein Experiment mit einer langsam unter einem Quecksilber ring wandernden Wärmequelle aus und zeigten, daß das Quecksilber im Ring eine Bewegung in der der Wärmequelle entgegengesetzten Richtung und mit etwa vierfacher Geschwindigkeit entwickelt. Ein Vergleich der dynamischen Eigenschaften der oberen Venusatmosphäre mit dem Quecksilber des Laborrings führte sie zu der Schlußfolgerung, daß das Verhältnis der Atmosphärenbewegung, bezogen auf die scheinbare Sonnenbewegung relativ zur Venusatmosphäre, viel größer ist als der im Labor-experiment gefundene Faktor 4.

Infrarot

Weitere Erkenntnisse bezüglich der Zirkulation werden durch das Infrarotradiometer an Bord des Pioneer 12-Orbiters gesammelt. Dieses Radiometer streicht in der in Abb. 3 gezeigten Weise über den Planeten. Abb. 4 zeigt die entlang eines solchen Streifens an der Wolkenseite gemessene effektive Temperatur (nach F. W. Taylor und Mitarbeitern vom Institut für Strahlantriebe). Das interessanteste Detail ist das sehr warme Gebiet an der Wolkenseite bei etwa 79° Nord, das als echtes Aufklaren der Wolken gedeutet wird und es auf diese Weise dem Radiometer ermöglicht, beträchtlich tiefere und wärmere Schichten der Atmosphäre zu erreichen. In Abb. 5 sind die durch andere Kanäle des Radiometers ermittelten mittleren Temperaturen für verschiedene Höhen in Abhängigkeit von der Breite dargestellt. Sie alle unterstreichen die interessante Tatsache, daß in diesen Höhen die Polargebiete wärmer sind als der Äquator. Zusammengenommen weisen die Messungen auf eine sanft aufsteigende Strömung über einem beträchtlichen Teil der äquatorialen und der Gebiete mittlerer Breite hin, die über einem kleineren Gebiet in Polnähe wieder absinkt. Das absinkende Gas erwärmt sich und löst dadurch die Wolken auf.

Dieser großräumigen Zirkulation scheint eine schnelle zonale Bewegung überlagert zu sein, die auf einen sehr geringen Temperaturunterschied zwischen der Tag- und der Nachtseite des Planeten hinweist; faktisch ist bisher noch keine Differenz in den Infrarotdaten für Höhen unter 90 km ermittelt worden. Aus diesen Daten scheinen sich einige Hinweise auf Veränderungen in Abhängigkeit von der Länge abzuzeichnen, die möglicherweise mit der schnellen zonalen Zirkulation im Zusammenhang stehen.

Für größere Höhen zeigt die Auswertung der Messungen des Infrarot-Radiometers durch die Oxford-Gruppe deutliche Unterschiede in den Temperaturen der Tag- und Nachtseite, was darauf hinweist, daß sich die Zirkulation in der Ionosphäre der Venus von der in den tieferen Schichten unterscheidet (Abb. 7).

Der Treibhauseffekt

Kehren wir zurück in den tieferen Teil der Venusatmosphäre unterhalb der Wolken; dort haben die Messungen der Pioneer 12-Sonden bestätigt, daß die Atmosphäre zu 95 % aus Kohlendioxid besteht, während die restlichen 5 % fast ausschließlich Stickstoff sind. Wie schon bemerkt, ist, verglichen mit der Erdatmosphäre, auffallend wenig Wasserdampf vorhanden. Eine interessante Erklärung dieser Erscheinung wurde 1969 und 1970 von Ingersoll, Rasool und De Burgh in den USA gegeben. Sie wird als „durchgehender Treibhauseffekt“ bezeichnet und soll mit Abb. 8 erläutert werden, die die Atmosphären von Mars, Erde und Venus miteinander vergleicht. Vermutlich entstanden die Atmosphären durch aus dem Planeteninneren ausströmendes Gas zu einer Zeit, als die Oberflächentemperaturen durch das Gleichgewicht zwischen absorbierter Sonnenstrahlung und emittierter langwelliger Strahlung bestimmt wurden, wie es in den Werten auf der linken Seite des Diagramms wiedergegeben ist. Die sich in der Atmosphäre ansammelnden Gase Wasserdampf und Kohlendioxid verursachten durch die abschirmende Wirkung des Treibhauseffektes einen Anstieg der Oberflächentemperatur; eventuell bildeten sich Wolken, die diesen Effekt verstärkten und dadurch die Temperatur weiter erhöhten, bis sich wiederum ein Gleichgewicht einstellte.

Auf dem Mars ist die Atmosphäre so dünn, daß keine merklichen Wolken gebildet wurden. Dadurch blieb auch die Dämmwirkung der Atmosphäre gering. Auf der Erde befindet sich im Gleichgewichtszustand das meiste Wasser in flüssiger Form, während unter den angenommenen Voraussetzungen die Oberflächentemperatur der Venus bei dem herrschenden Druck stets höher war als der Siedepunkt des Wassers und wir daher kein flüssiges Wasser erwarten können. Wenn Wasser in ähnlicher Menge wie auf der Erde aufgetreten ist, müßte es der Hauptbestandteil der frühen Atmosphäre gewesen sein. Vermutlich waren keine anderen Gase vorhanden, um die Dissoziation des Wasserdampfes durch die solare Ultraviolettstrahlung in der oberen Atmosphäre zu verhindern. Der so entstehende Wasserstoff ist entwichen, während der Sauerstoff durch verschiedene Oxidationsprozesse an der Oberfläche gebunden wurde. Die große Menge des weiterhin in der Atmosphäre, anstatt als Karbonat in den Gesteinen, verbleibenden Kohlendioxids stimmt mit dieser atmosphärischen Entwicklung überein.

Inzwischen ist über die Venusatmosphäre genug bekannt, um zu zeigen, daß ihre evolutionäre Zusammensetzung und ihre physikalische Struktur sehr interessante Probleme aufwerfen. Unser Ziel ist die Schaffung eines Modells für das Verständnis des Transports von Wärme, Drehmoment und

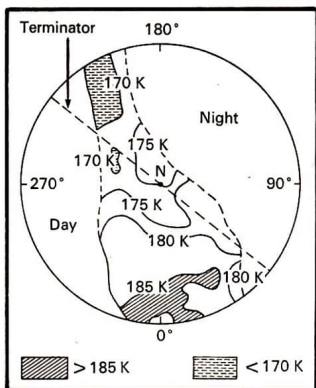
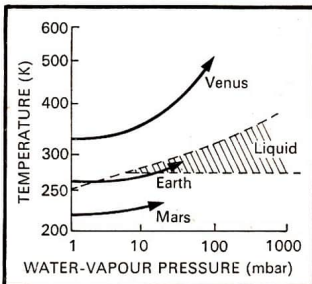


Abb. 7 (links): Temperatur in einer Höhe von etwa 100 km, gemessen mit dem Pioneer-Infrarot-Radiometer. Die Tagesseite ist beträchtlich wärmer (um etwa 10 K) als die Nachtseite.

Abb. 8 (unten): Durchgehender Treibhauseffekt, im Text beschrieben.



Spurenstoffen innerhalb der Venusatmosphäre und für die Entwicklung dieser Atmosphäre in ihren jetzigen Zustand. Die Analyse der Pioneer-Beobachtungen hat sich schon als ein großer Schritt für ein weitergehendes Verständnis erwiesen. Wenn wir die Probleme der Venusatmosphäre lösen können, die von der irdischen so verschieden ist, werden wir als wichtiges Ergebnis die schwierigen Probleme der Zirkulation unserer eigenen Atmosphäre wesentlich zuversichtlicher in Angriff nehmen. Übersetzt aus SPECTRUM, British Science News 1979/163 von H.-J. SCHULZ.

Die Auffindung des Meteoriten von Treysa - eine wissenschaftliche Pioniertat Alfred Wegeners

GERHARD EHMKE

Die Naturwissenschaftler gedenken in diesem Jahr Alfred Wegeners, der am 1. 11. 1980 100 Jahre alt geworden wäre. Von der Ausbildung her Astronom, liegen Wegeners größte Leistungen auf dem Gebiet der Geophysik sowie in der Polarforschung. Ihm verdanken wir die lange angefochtene, heute aber im modernen Gewand der Plattentektonik zum wissenschaftlichen Allgemeingut gewordene Theorie von der Drift der Kontinente sowie grundlegende Erkenntnisse zur Physik der Atmosphäre. Wegener gehört in die erste Reihe der Erforscher arktischer Regionen. Erst 50jährig, fand er auf seiner 4. Grönlandexpedition den Tod.

Vorgeschichte

Obwohl sich Wegener nach Beendigung seines Astronomiestudiums der Meteorologie zuwandte, verlor er nicht völlig den Kontakt zur Himmelskunde. Im Zusammenhang mit seinen Forschungen über die theoretischen Grundlagen der Meteorologie stieß er bald auf einen Problemkreis, in dem sich die von ihm begründete Physik der Atmosphäre und die Astronomie berührten. Konkret waren es die Meteore (Sternschnuppen und Feuerkugeln), jene durch das Eindringen kosmischer Körper in die Lufthülle der Erde hervorgerufene Leuchterscheinungen, denen er sich eingehend widmete [1].

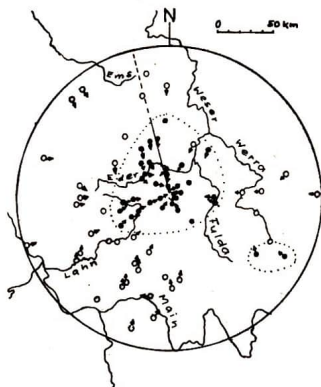


Derart mit der Meteoritenproblematik vertraut, war es naheliegend, daß sich Wegener intensiv mit einem in Hessen von vielen Augenzeugen beobachteten Meteorereignis beschäftigte. Als Alfred Wegener Mitte April 1916 auf einen 14tägigen Militäurlaub zu seiner Familie nach Marburg kam, erhielt er Nachricht über eine am 3. April dort beobachtete Feuerkugel. Die Berichte über einen der Leuchterscheinung nachfolgenden starken Donner ließen ihn vermuten, daß der betreffende Meteorit zur Erde niedergegangen sein und der Fallort in nicht großer Entfernung von Marburg liegen müßte. Sofort begann er mit den Nachforschungen. Die auf seine Inserate in einer größeren Anzahl Zeitungen hin eingehenden Meldungen deuteten auf einen Niedergang des Meteoriten in der Nähe der Ortschaft Treysa, etwa 30 km nordöstlich Marburgs, hin.

Wegener, inzwischen wieder zu seiner militärischen Dienststelle zurückgekehrt, entschloß

Abb. 1: Alfred Wegener (1. 11. 1880 – November 1930) vor seiner letzten Grönland-Expedition.

Abb. 2: Sichtbarkeits- und Hörbarkeitsgebiet des Meteors. Die Pfeile bedeuten die Himmelsrichtung des Niedergehens; die ausgefüllten Kreise sind Beobachtungen mit Schallwahrnehmung (nach [2], S. 4).



sich, das in Frage kommende Fallgebiet selbst aufzusuchen. Er wurde freigestellt und konnte vom 9. bis 12. Mai 1916 in Treysa und Umgebung eine größere Anzahl Augenzeugen befragen. Den Meteorit jedoch fand er nicht, obwohl, wie Wegener schreibt, „die Schilderungen der Erscheinung so vollständig sind, daß man alles bis zum Einschlagen des Meteoriten in die Erde genau verfolgen kann. Es scheint nur ein einzelnes Stück gewesen zu sein, und der Einschlag ist vermutlich im Walde, jedenfalls ungesehen erfolgt. Ich halte es nicht für ganz ausgeschlossen, daß die Stelle noch später einmal entdeckt wird, wenngleich die Wahrscheinlichkeit gering ist“ ([2] S. 2).

Tatsächlich gelang im darauffolgenden Jahr die Auffindung des Meteoriten, wodurch Wegeners mit Akribie und wissenschaftlichem Instinkt durchgeführte Ermittlungen auf das schönste belohnt wurden [3]. Noch niemals zuvor war ein Meteorit auf Grund zielgerichteter fachkundiger Untersuchungen in die Hand des Menschen gekommen, immer hatte es sich um Zufallsfunde gehandelt.

Methodisches Vorgehen und Ergebnisse

Für die Auswertung des Meteorereignisses kamen weit über 100 Beobachtungsbefunde zusammen. Wegen der geringen Genauigkeit vieler Angaben hatte Wegener zunächst nur an die Darstellung der Schall- und Lichterscheinung gedacht. Später dann, unter der Berücksichtigung, daß sich stets wiederkehrende Irrtümer auf Grund früherer Erfahrungen erkennen ließen, entschloß er sich auch zur Bahnbestimmung. Nach Auswertung aller Hinweise gab Wegener folgende Darstellung des Ereignisses:

„Am 3. April 1916, 3 Uhr 25 Minuten nachmittags, ... wurde auf einem kreisförmigen Gebiet, dessen Radius etwa 135 km beträgt, ein hell leuchtendes Meteor gesehen, welches meist erst in etwa 80 bis 90 km Höhe entdeckt wurde, steil auf die Gegend von Treysa herabging und in etwa 16 km Höhe erlosch. Das Licht war rötlich, die Färbung abnehmend. Es endete nicht mit einer Explosion, sondern wurde schwächer und erlosch schließlich; im Fallgebiet wurde von mehreren Punkten aus ein schwarzer Körper gesehen, der an Stelle des bisherigen leuchtenden in schräger Bahn zur Erde weiter fiel. Die in etwa 4 Sekunden zurückgelegte Bahn war in ihrer ganzen Länge als anfangs geradliniger weißer Rauchfaden sichtbar, der sich ausdehnte und dabei immer größer werdende Schraubenwindungen annahm, bis er nach etwa 10 Minuten Dauer durch allmähliches Erblässen verschwand. Auch der schwarze, nach dem Erlöschen sichtbare Körper entwickelte weiter schwachen Rauch, offenbar bis zu seinem leider unbemerkten Einschlag in die Erde ... In einem Kreis von 50–60 km Radius wurde ferner einige Minuten nach der Erscheinung ein donnerartiges Geräusch gehört, welches im Fallgebiet so stark war, daß Fensterscheiben und Kaffeetassen klirrten und die Bevölkerung erschreckt wurde. Letztere wurde hier überhaupt erst durch die Detonation auf die Erscheinung aufmerksam, da wie gewöhnlich hier die Lichterscheinung übersehen wurde“ ([2] S. 10).

Während Endpunkt und Richtung der Bahn sich aus der Vielzahl der Beobachtungen graphisch ermitteln ließen (Abb. 2), verblieben für die Bestimmung der Höhe des Erlöschens, der Bahnneigung sowie von Geschwindigkeit und Radiant des Meteors nach kritischer Durchsicht jeweils nur 5–10 brauchbare Angaben.

Die allmähliche Abnahme der Lichterscheinung sowie die geringe Höhe des Erlöschens waren für Wegener Hinweis auf den Niedergang eines bruchfesten Körpers mit hohem spezifischen Gewicht. Dieser Eisenmeteorit sollte seiner Meinung nach etwa 1,5 m tief in den Erdboden eingedrungen sein. Beide Voraussagen wurden durch den Fund vollauf bestätigt. Als man an der Einschlagstelle nach-

grub – ein Förster hatte auf Grund eines Aufrufes vom Januar 1917 zwei Monate später die Entdeckung des Einschlagloches in einem Waldgebiet gemeldet – fand man in 1,60 m Tiefe einen Eisenmeteoriten von 63,28 kg (Abb. 3 s. Bild-S. II). [3]

Wissenschaftliche Bedeutung

Mit der Auffindung des Meteoriten von Treysa hatte Wegener einen Weg gewiesen, wie man beim Niedergehen eines detonierenden Meteors durch sorgfältiges Zusammentragen und Auswerten möglichst vieler Beobachtungsdaten in den Besitz der auf die Erde gefallen und für die Wissenschaft so wertvollen Meteoritenmaterie gelangen kann. Es sollte lange Zeit das einzige Beispiel bleiben. Erst durch die Jahrzehnte später erfolgte Einführung der automatischen Himmelsüberwachung mittels Meteorkameras in einigen Gegenden der Erde erhöhte sich die Chance für die Auffindung von im Fall beobachteter Meteoriten. Bekannt sind die nach dieser Methode zustande gekommenen Meteoritenfunde von Příbram/ČSSR (Chondrit, Fall am 7. April 1959) und Lost City/USA (Chondrit, Fall am 3. 1. 1970). [4]

Unter den 1916 auf der Erde bekannten etwa 600 Meteoriten – bis heute hat sich die Zahl auf mehr als das Dreifache erhöht – war der Meteorit von Treysa der elfte Eisenmeteorit mit bekanntem Falldatum. Gewichtsmäßig behauptete er in dieser Kategorie sogar die Spitzenstellung. Später wurde er durch einen Meteorit von 1745 kg aus dem Meteoritenschauer von Sichote Alin/UdSSR (Fall am 12. Februar 1947) beträchtlich übertroffen. Für Deutschland, auf dessen Territorium damals 30 Meteorite kamen (21 Fälle/9 Funde), war es überhaupt der erste beobachtete Fall eines Eisenmeteoriten. [5]

Nach der chemisch-mineralogischen Einteilung gehört der Meteorit von Treysa innerhalb der Gruppe der Eisenmeteorite zu den Oktaedriten. Während der Nickelgehalt mit 9,1 % einen mittleren Wert erreicht, weist der Meteorit als chemische Besonderheit einen abnorm hohen Iridiumgehalt auf. [6]

Literatur: [1] Wegener, A.: Über den Farbenwechsel der Meteore. Das Wetter. Sonderheft (Aßmann-Festschrift), 1915, 5 S. – [2] Wegener, A.: Das detonierende Meteor vom 3. April 1916, 3 $\frac{1}{2}$ Uhr nachmittags in Kurhessen. Schriften d. Ges. z. Beförderung d. gesamten Naturwissenschaften z. Marburg 14, 1, 1-83, 1917. – [3] Richarz, F.: Auffindung, Beschreibung und vorläufige physikalische Untersuchung des Meteoriten von Treysa. Anhang zu [2]. Ebendort, 14, 2, 87–114, 1918. – [4] Wasson, J. T.: Mineral and Rocks. 10. Meteorites. 316 S., Berlin-Heidelberg-New York 1974. – [5] Waide, F.: Kleine Meteoritenkunde. 2. Aufl., 142 S., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1957. – [6] Hutchison, R. u. a.: Appendix to the Catalogue of meteorites. British Museum (Natural History), London 1977.

Entwicklung und Kosmos (I)

Die Durchsetzung des Entwicklungsgedankens in der Astronomie

Dr. FRITZ GEHLHAR

„Denn die Zeit wandelt die Natur des ganzen Weltalls, ein Zustand nach dem anderen muß nachfolgend alles übernehmen, und kein Ding bleibt sich gleich: alles ist auf der Wanderung, alles ändert die Natur und zwingt es, sich zu wandeln ...“ (Lukrez, etwa 99–55 v. u. Z.) [12], S. 337.

Bis dieser hier zitierte Gedanke zur Grundlage der wissenschaftlichen Astronomie wurde, ihr „in Fleisch und Blut“ übergang, bedurfte es fast zweier Jahrtausende. Der Prozeß der Durchsetzung der Idee der Entwicklung in der Astronomie ist ein spannendes, kompliziertes Kapitel der Wissenschaftsgeschichte. Er kann im folgenden nur grob skizziert werden. Viele wichtige Aspekte oder Ereignisse müssen weggelassen werden. Zur neueren Geschichte der Kosmogonie – seit Kant – sind in der letzten Zeit bei uns eine Reihe von Publikationen (z. B. [1] bis [4], [16] bis [19]) erschienen, so daß die betreffenden Abschnitte relativ kurz gefaßt werden können.

Schwerpunkt der Darstellung ist die Wechselwirkung astronomischer und philosophischer Überlegungen bei der Durchsetzung des Entwicklungsgedankens. Letztere war ja nicht nur vom Stand der astronomischen Erkenntnisse (empirisches Material, theoretisches Instrumentarium) abhängig, sondern wurde auch wesentlich durch die philosophischen Auffassungen zur Entwicklung geprägt. Diese ihrerseits hatten immer eine mehr oder weniger deutlich zutage tretende ideologische Komponente, da sie stets in Korrelation zu Auffassungen über die sozialen Strukturen und Prozesse standen. Die Fälle G. Bruno und G. Galilei sind die traditionellen Beispiele dafür, wie neue astronomische Ideen

in ihrer weltanschaulich-ideologischen Brisanz von den Herrschenden verstanden wurden. Derartige Beispiele reichen jedoch bis in die Antike zurück. So mußte Anaxagoras (etwa 500–428 v. u. Z.) Athen verlassen, weil man ihm einen Religionsprozeß gemacht hatte. Er hatte die Gottheit der Gestirne gelästert, indem er die Sonne zu einer glühenden Gesteinsmasse erklärte. Zweitausend Jahre später gab Descartes die erste Fassung seiner Kosmogonie nicht zum Druck, nachdem er von dem Prozeß gegen Galilei gehört hatte. Heute haben wir es u. a. mit Versuchen zu tun, die Krisen- und Untergangsstimmung der spätbürgerlichen Gesellschaft in das kosmische Geschehen zu projizieren („Wärmetod“ des Weltalls oder seine Verödung durch Verwandlung in eine Menge Schwarzer Löcher). Diese Beispiele sind eklatant. Viel wichtiger ist jedoch der Sachverhalt, daß die bestehenden Weltanschauungen, oft vermittelt über das Weltbild der betreffenden Wissenschaft, immer einen Einfluß auf die Durchsetzung oder die Behinderung grundsätzlicher Ideen haben, auch wenn dies meist nicht so offensichtlich wird.

Erste Welterklärungsversuche

Der Gedanke des Werdens der Objekte im Weltall ist uralte. Die ersten Welterklärungsversuche waren religiös-kosmogonische Mythen (vg. [11], S. 23–24; [8], S. 25–66), in denen die Erzählungen von der Entstehung und Abstammung der Götter mit der Darstellung des Zustandekommens der von den Menschen bewohnten Welt in eins verwoben sind. Aus der eigenen Erlebniswelt gewonnene Vorstellungen wurden ohne weiteres auf die Erklärung der Welt als Ganzes übertragen. So schreibt der griechische Dichter Hesiod (um 700 v. u. Z.):

„Zuerst von allem entstand das Chaos, dann aber die breitbrüstige Gaia (Erde, zugleich Erdgöttin), der ewige feste Halt für alle Dinge, und der dunkle Tartaros Im Innern der breitstraßigen Erde ... Aus dem Chaos aber wurden Erebus und die schwarze Nacht geboren, von der Nacht dann Äther und Heméra (Tag, zugleich Gottheit des Tages), die sie gebar, nachdem sie sich dem Erebus in Liebe vermählt hatte. Gaia aber gebar zuerst, gleich ihr selber, den gestirnten Uranos (Himmel, zugleich Himmels-gott), damit er sie ganz umhüllte, auf daß er für immer den seligen Göttern ein sichtbarer Wohnsitz wäre. Sie gebar auch die gewaltigen Berge, die lieblichen Behausungen der Götter, sie gebar auch das unfruchtbare Meer, das im Wogenschwall daherbraust, den Pontos (zugleich Meeresgott) ... Und endlich gebar sie, nachdem sie sich mit Uranos vermählt hatte, den tiefstrudeligen Okeanos ...“ [8], S. 27.

Konzeption einer natürlichen Entstehung der Welt

Mit dem Entstehen der Philosophie wurde den mythologischen Weltentstehungslehren die Konzeption einer natürlichen Entstehung der Welt entgegengesetzt. Bereits die ersten griechischen Philosophen Thales, Anaximander und Anaximenes (6. Jhrdt. v. u. Z.) erklärten das Entstehen und Vergehen der Welten auf der Grundlage eines ewigen, bewegten materiellen Urstoffs (Arché). Anaximander beispielsweise vertrat den Standpunkt, „daß das Unendliche (der unendliche und unbestimmte materielle Urgrund) die alleinige Ursache für das Entstehen und Vergehen des Ganzen sei. Aus ihm ... sonderten sich die Himmel und überhaupt alle Welten ab, die unendlich an Zahl seien. Er erklärte, daß der Untergang und viel früher die Entstehung erfolgte, indem sich seit unendlicher Zeit alle diese Vorgänge wiederholten“ [6], S. 68; [8], S. 83.

Auch die antiken Atomisten arbeiteten entsprechende Weltbildungskonzeptionen aus. Diogenes Laertius (etwa 1. Hälfte des 3. Jhrdts.) berichtet, daß Leukipp (etwa 500–440 v. u. Z.) gelehrt habe, „daß die Welten entstanden, indem Körper (Atome) in den leeren Raum stürzten und sich miteinander verflochten. Und infolge der Bewegung entstanden zufolge ihrem Wachstum die Substanz der Gestirne ... Das All sei unendlich ... Und die Welten ... seien unzählige und lösten sich (dereinst) wieder in sie (die Atome) auf ...“ Durch die Zusammenballung der Atome, das Wegschleudern der „feinen Teilchen“ auf Grund der Wirbelbewegung dieser Zusammenballung und der noch stärkeren Verflechtung der schwereren Teilchen bildeten sich die Welten. „... und so sei die Erde entstanden, indem die zur Mitte getriebenen Massen zusammenblieben ...“ [8], S. 299f. Der römische Dichter-philosoph Lukrez hat diese atomistische Kosmogonie ausführlich und poetisch im 5. Buch von „De rerum natura“ (Über die Natur der Dinge) dargestellt [12].

Konzeption einer unveränderlichen Welt

In der Antike entstand aber auch das entgegengesetzte Weltbild, die Konzeption einer unveränderlichen, immer sich selbst gleichen Welt. Auf die Spitze getrieben wurde dieses Bild in der eleatischen Philosophie (Parmenides, Zenon – Ende des 6., Mitte des 5. Jhrdts. v. u. Z.), nach der die Wirklichkeit ein undifferenziertes, alles umfassendes, ewig gleiches Sein, Bewegung und Veränderung jedoch nur Trug und Schein sein sollen [8], S. 159/160. Diese Philosophie, die ihre Vorstellung über die Wirklichkeit nicht durch die Deutung der Erfahrungen mit der Außenwelt, sondern konsequent aus dem Denken, aus dem Begriff vom Sein abzuleiten versuchte (sie verwarf die Veränderung, weil der Begriff der Veränderung sich für sie nicht logisch widerspruchsfrei denken ließ), wurde zum Wegbereiter

der objektiv-idealistischen Philosophie, nach der es zwar ein Werden der materiellen Welt gibt, aber nur nach dem Vorbild und durch das Wirken einer ewigen, unveränderlichen ideellen Welt, d. h. durch einen Schöpfungsakt (Plato, 427–347 v. u. Z.).

Die Trennung in Himmel und Erde

Aristoteles (384–322 v. u. Z.) versuchte in seinem philosophischen System, die materialistischen und idealistischen Weltbilder sowie die Konzeptionen von der Veränderung der Dinge und der Unveränderlichkeit des Seins zu versöhnen. Er entwickelte ein geozentrisches Weltbild, in dem die kugelförmige Erde das Zentrum der Welt bilden soll. Dieses Weltzentrum ist gemäß seiner Lehre von neun konzentrischen Sphären umgeben, denen – von innen nach außen – Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn, die Fixsterne und der „Erste Bewegter“ zugeordnet sind. Der „Erste Bewegter“ ist Gott; selbst unbeweglich, setzt er die anderen Sphären in Bewegung und erzeugt damit das Kreisen der Gestirne um die Erde. Mit der Vorstellung von der äußeren Sphäre übernimmt Aristoteles also den Gedanken Platons von einem unveränderlichen, unbeweglichen göttlichen Sein. Im sublunaren Gebiet haben wir es dagegen mit dem Reich der bewegten, veränderlichen und vergänglichen Dinge zu tun. Die Himmelskörper wiederum sind zwar in ständiger Bewegung; indes ist diese Bewegung ewig die gleiche und die Gestirne selbst verändern sich nicht. So sind bei Aristoteles Himmel und Erde auseinander gerissen. Es hält, wie der französische Physiker J. Charon es formuliert, „dieser Aufbau die Erdbewohner in weiter Entfernung von der Gottheit. Nach Aristoteles bedeutet eine Zunahme der Gottesferne auch eine Zunahme der Befleckung durch Gemeinheit ...“ [22], S. 33/34. Die Weltgebäudekonstruktion des Aristoteles ist in gewisser Weise ein Reflex der sozialen Hierarchie der Sklavenhaltergesellschaft; und sie hat auch die ideologische Funktion, diese Ordnung zu sanktionieren. Freilich bedeutet das nicht, daß sein Weltbild allein durch Projizieren sozialer Verhältnisse in den Weltentwurf zustande gekommen wäre. Die Lehre des großen Enzyklopädisten des antiken Gedankengutes ist in entscheidendem Maße Ausdruck des erreichten Erkenntnisstandes. Sie ist u. a. wesentlich durch Aristoteles' physikalische, insbesondere durch seine Bewegungsauffassungen geprägt. Das Bewegungsproblem war eines der Hauptprobleme der antiken Philosophie. Es bestand vor allem in den Fragen: Woher und wie kommt die Bewegung in die Dinge? Wie kann man den Bewegungsbegriff logisch widerspruchsfrei fassen?

Aristoteles gab die folgende Antwort auf das Bewegungsproblem: Die sublunaren Körper bewegen sich geradlinig. Jedes Ding hat seinen „natürlichen Ort“ – die schweren Körper „unten“, d. h. im Weltzentrum, die leichten dagegen oben. Bewegung kommt zustande, wenn die Dinge sich nicht an ihrem natürlichen Ort befinden, wenn Kräfte auf sie wirken. Im Gegensatz zu den irdischen Körpern bewegen sich die Himmelskörper auf den idealen Bahnen, die entsprechend dem Dogma Platons Kreise sind (vgl. [1], S. 37ff). Schließlich ist der „Erste Bewegter“ selbst unbewegt. Für die irdischen Bewegungen hatte Aristoteles somit eine „physikalische“ Erklärung, für die Himmelskörper nur eine kinematische, die aber durch idealistisches Denken vorgeprägt war. Die aristotelische Physik war, den damaligen Erkenntnisstand in Rechnung gestellt, durchaus nicht unvernünftig, sondern erklärte das theoretisch, was man sah: Die Körper fielen nach unten zum Mittelpunkt der Erde hin, der Dampf stieg nach oben; in Bewegung versetzte Körper verloren mit der Zeit ihre Bewegung (Reibung, Luftwiderstand – aber damals noch nicht erfaßt). Dagegen zogen die Himmelskörper jahraus, jahrein unverändert ihre Bahn. Schließlich ist erst mit dem Entstehen der klassischen Mechanik diese falsche Auffassung von der mechanischen Bewegung überwunden worden!

Im Werk des Ptolemäus (2. Jhrdt. u. Z.), der „Syntaxis mathematica“ (Almagest), werden die Grundgedanken des aristotelischen Weltbildes aufgenommen und es wird der Versuch unternommen, eine Theorie zu entwickeln, die eine Voraussage der Planetenpositionen entsprechend der Genauigkeit der damaligen Beobachtungen ermöglicht. (Neuerdings glaubt man zu wissen, daß Ptolemäus die Daten seinem System „angepaßt“ hat [24], S. 8/9.) Zwar führte Ptolemäus einige nicht unwesentliche Neuerungen gegenüber dem von Aristoteles Entworfenen ein (Exzentrizität, Epizykel; Genaueres in [1], S. 40–46); das geozentrische, endliche Weltall und das Kreisbahndogma charakterisieren jedoch im Prinzip sein astronomisches Bild der Welt.

Die philosophische Autorität des Aristoteles und die durch die Leistungsfähigkeit bei der Bestimmung der Planetenpositionen gegebene Autorität der ptolemäischen Konstruktion stützten einander. Und auch – oder gerade – für die hierarchische Ordnung der Feudalgesellschaft war die kosmische Hierarchie der astronomischen Konzeption des „aristotelisch-ptolemäischen Weltbildes“ Symbolik und Sanktionierung. Insbesondere die mittelalterliche Scholastik verband dieses Weltbild mit den Lehren der Bibel, wobei die materialistischen Elemente der aristotelischen Philosophie daraus entfernt wurden. Erst mit dem Ausgang des Mittelalters, mit der Renaissance, wurde in erbitterten Auseinandersetzungen (Bruno, Galilei, Kepler u. a.) dieses Weltbild überwunden.

Angriff auf die Ewigkeit des Sonnensystems

Bedurfte es über anderthalb Jahrtausende zur Überwindung des geozentrischen Weltbildes, so dauerte die Zeit bis zur Wiederaufnahme der Idee vom Entstehen und Vergehen der Objekte im Kosmos noch länger. Durch Lukrez war er letztmalig mit aller Konsequenz und Vehemenz verteidigt worden. Das System des Aristoteles hatte schon Jahrhunderte davor die Veränderung aus dem Himmel verbannt. Der französische Philosoph und Mathematiker R. Descartes (1596–1657) war in der Neuzeit der erste, der den alten materialistischen Gedanken von der Entwicklung des Weltalls wieder aufgriff [14]. Nach dieser kosmogonischen, auf dem Boden naturphilosophischer Spekulation erwachsenden Konzeption entstanden aus einem chaotischen Zustand der Weltmaterie auf Grund der wirbelartigen Bewegungen dieses materiellen Urstoffs Sonne, Sterne und Planeten. Descartes ging dabei – im Gegensatz zu dem späteren Herangehen Newtons – davon aus, daß sich aus der Geschichte auf natürliche Weise, d. h. für ihn nach den Gesetzen der Mechanik, die Bewegung der Planeten um die Sonne ergeben muß.

Descartes' kosmogonischen Ideen war kein Erfolg beschieden. Es ist aber sein unbestreitbares Verdienst, die bestehende Welt wieder als Ergebnis eines materiellen Entwicklungsprozesses verstanden und wichtige Aspekte künftiger wissenschaftlicher Kosmogonien auf spekulative Weise vorweggenommen zu haben.

Im Gegensatz zu Descartes' Spekulationen enthielt Newtons (1643–1727) „Weltsystem“ keine Kosmogonie. Der Entwicklungsgedanke war seiner Zeit, wie Engels feststellte, im Grunde genommen fremd. Freilich gilt das nur im großen und ganzen. Durch eine Reihe von Renaissance-Denkern erfolgte eine, wenn auch vorsichtige Wiederaufnahme des Entwicklungsdenkens (s. S. Wollgast, Entwicklungsdenken von Nikolaus von Kues bis Giordano Bruno, in: [5] S. 48–92).

Auch Newton hat sich mit der Frage der Entstehung des „Weltsystems“ auseinandergesetzt. Die Gemeinsamkeit in der Bewegung der Planeten unseres Sonnensystems, die in einer flachen Scheibe gleichsinnig die Sonne umlaufen, legte den Gedanken einer einheitlichen Ursache für das Zustandekommen dieser Bewegung nahe. Da für Newton jedoch der Raum zwischen den Himmelskörpern faktisch leer war, konnte er sich keine materielle Ursache für das Zustandekommen des Sonnensystems vorstellen. Er betrachtete daher dieses System als von Gott geschaffenes „Uhrwerk“, in das der Schöpfer von Zeit zu Zeit regulierend eingreifen müsse, um sich aufschaukelnde Störungen durch die gravitative Beeinflussung der Planeten untereinander zu beheben (s. [1], S. 102). Kosmogonische Überlegungen waren Newton keineswegs fremd. So wies er privat, im Briefverkehr, darauf hin, daß bei Voraussetzung der Zerstreuung der kosmischen Materie in einem unendlichen Raum jeweils bestimmte Teile unter ihrer Eigengravitation sich zu großen Massen zusammenballen könnten und daß man sich so die Entstehung der Sonne und der Fixsterne vorstellen könnte [21], S. 128. Jedoch die Zeit war noch nicht reif für die Durchführung derartiger Ansätze, und Newton betonte in Abgrenzung gegenüber dem spekulativen Herangehen Descartes', daß er keine Hypothesen mache.

Es war I. Kant (1724–1804), dem es gelang, den erwähnten Gedanken Newtons zu einem detaillierten hypothetischen Theoriegebäude zu entwickeln [15]. Dabei führte er eine gewisse Synthese der scheinbar unverträglichen Auffassungen von Descartes und Newton über die Verteilung der Materie im Raum durch. Descartes' kontinuierliche, vollständige Raumauffüllung der Materie nahm er zum Ausgangspunkt der kosmischen Prozesse, während er das System der kosmischen Körper mit dem im wesentlichen leeren Raum als durch Entwicklung aus dem Kontinuum Descartes hervorgegangen betrachtete.

Entwicklung durch Widerstreit der Kräfte

Zur Ausarbeitung einer Kosmogonie „nach newtonischen Grundsätzen“ war jedoch noch ein anderer wichtiger Gedanke, der auch für die Entwicklung des philosophischen Denkens von großer Tragweite sein sollte, notwendig. Newton selbst hatte schon die Vermutung ausgesprochen, daß es neben der universellen Gravitation noch andere physikalische Kräfte – Anziehungs- und Abstoßungskräfte – gäbe. In seiner „Optik“ wirft er dieses Problem auf, verweist auf Magnetismus und Elektrizität und führt ein umfangreiches Tatsachenmaterial an – insbesondere aus vielfältigen Erfahrungen mit chemischen Prozessen, mit der Reflexion und Beugung des Lichtes, den Kohäsionserscheinungen und der Ausbreitung von Dampf und Gasen. Es ist ihm klar, daß der Zusammenhalt der Partikel in den materiellen Systemen nur durch das Zusammenwirken von Anziehung und Abstoßung hervorgebracht werden kann, wie auch die Vielfalt der Bewegungen der Körper für ihn nur durch das Wechselspiel der verschiedenen Kräfte erzeugt werden kann [23], S. 125–144. Die Idee ist also bei Newton klar ausgesprochen, ihre detaillierte Begründung als Forschungsaufgabe gestellt. Bei Kant wird sie zu einer der konzeptionellen Grundlagen der Kosmogonie [15], S. 23/24. Allerdings ist Kant mit der

Erklärung der Repulsion (Abstoßung) auch nicht weiter als Newton. Dies gesteht er auch ein, wenn er über sie sagt: Diese, „welcher vielleicht die Naturwissenschaft des Newton nicht so viel Deutlichkeit als der ersteren (der Gravitation) gewähren kann, nehme ich hier nur in demjenigen Verstande an, da sie niemand in Abrede ist, nämlich bei der feinsten Auflösung der Materie, wie z. B. bei den Dünsten“ [15], S. 36. Er ist sich aber dessen gewiß, daß „diese Zurückstoßungskraft, die sich in der Elastizität der Dünste, dem Ausflusse stark riechender Körper und der Ausbreitung aller geistigen Materien offenbart, ein unstreitiges Phänomen der Natur ist“ [15], S. 76.

Indem sich Kant also Entwicklung durch den „Streit“ einander entgegengesetzter Kräfte (Attraktion und Repulsion) bewirkt vorstellte, von den Erkenntnissen der Newtonschen Mechanik ausging und die vielfältigen Ansätze der Entwicklungsvorstellungen einer zweitausendjährigen Geschichte des theoretischen Denkens in einen bestimmten Zusammenhang brachte (vgl. [16] zu den Quellen Kants), schuf er einen großartigen Entwurf der Kosmogonie des „ganzen Weltgebäudes“. Er gab eine qualitative Erklärung sowohl der Entstehung unseres Planetensystems als auch des Zustandekommens größerer kosmischer Systeme aus einem chaotischen „Urnebel“; er sprach die Vermutung aus, daß die Milchstraße ein riesiges System von Sonnen bzw. Planetensystemen sei, daß unsere Galaxie nicht die einzige wäre, sondern eine Vielzahl ähnlicher Galaxien existiere. Für alle diese Galaxien würden die Prinzipien der Newtonschen Mechanik gültig sein. Damit betonte er den Gedanken der naturgesetzlichen Einheit des Weltalls.

Kant blieb nicht bei der Annahme des einmaligen Entstehens der „Welten“ stehen, sondern formulierte unter neuen Voraussetzungen den alten Gedanken vom ewigen Entstehen und Vergehen der „Welten“. Allerdings hat er die Ewigkeit dieses Prozesses nur für die Zukunft behauptet. Bereits in der Vorrede zu seiner „Naturgeschichte“ wehrt er sich gegen den zu erwartenden Vorwurf des atheistischen Charakters seiner Kosmogonie und läßt insbesondere das ursprüngliche Chaos, in dem sich die Materie vor Beginn der kosmischen Entwicklung befand, durch Gott geschaffen sein. Jedoch soll Gott seine Schöpfung so gestaltet haben, daß sie nun von sich aus zu aller weiteren Entwicklung fähig war [15], S. 75. Damit ist es eigentlich eine natürliche Konsequenz der Kantschen Kosmogonie, diesen Schöpfungsakt oder Gott als eine „überflüssige Hypothese“ anzusehen, wie dies Laplace für seine Kosmogonie einer Anekdote nach Napoleon gegenüber ausgesprochen haben soll, und die Selbstbewegung und Entwicklung der materiellen Welt auch für die Vergangenheit als ewig anzunehmen. Auch Laplace (1749–1827) hat – einige Jahrzehnte nach Kant – eine Theorie der kosmischen Entwicklung, nach der sich unser Planetensystem aus einer rotierenden Ursonne gebildet haben soll, vorgelegt. Kants und Laplace' Kosmogonien verdeutlichen im Rahmen einer naturgeschichtlichen Konzeption den von Lenin hervorgehobenen Gedanken des untrennbaren Zusammenhangs der Idee der materiellen Einheit der Welt mit dem Entwicklungsgedanken.

Suche nach Zeugnissen der Entwicklung im Kosmos

Noch ein anderer Forscher muß genannt werden, wenn es um die Wegbereiter der wissenschaftlichen Kosmogonie geht: F. W. Herschel (1739–1822); [2], [4]. Für die Begründer kosmogonischer Konstruktionen von den antiken Philosophen bis Kant war der Gedanke, daß die kosmischen Objekte und das Weltall nur über das Verständnis ihres Werdens voll und ganz begriffen werden können, ein entscheidendes Motiv für die Ausarbeitung ihrer Hypothesen. Herschels entscheidender Beitrag zur Kosmogonie besteht nun vor allem in Folgendem. Er war derjenige, der dazu überging, systematisch nach empirischen Zeugnissen der Evolution im Weltall zu suchen. Er unterschied auf Grund des bei der Erforschung der kosmischen Nebel gewonnenen Materials „Nebel“, die Anhäufungen von Sternen darstellen, und andererseits solche Nebel, die im Sinne des Kantschen „Urnebels“ aus fein verteilter kosmischer Materie bestehen und den Ausgangsstoff für die Bildung von Sternen und Sternhaufen darstellen. Auf diese Weise wurde Herschel als „der erste Empiriker der Struktur des Weltalls“ folgerichtig „auch ... der erste Empiriker des Entwicklungsgedankens in der Astronomie“ [2], S. 30. Dabei ließ er sich von einem Prinzip leiten, das heute „das Prinzip jeder modernen Kosmogonie“ darstellt: „im räumlichen Nebeneinander der verschiedenen Formen kosmischer Objekte ein zeitliches Nebeneinander zu sehen“ [1], S. 150.

Kants, Laplace' und Herschels kosmogonische Ideen konnten sich zunächst nicht durchsetzen. Es dauerte immerhin über 100 Jahre seit dem Erscheinen von Kants „Naturgeschichte“, bis sie Eingang in die Astronomie fanden. Die Ursachen hierfür sind in der letzten Zeit genauer erforscht worden [2], [1], [16] bis [19]. Sie bestehen vor allem darin, daß erstens ausreichende naturwissenschaftliche Grundlagen für die weitere Ausarbeitung und Begründung der Kosmogonie fehlten und zweitens der Entwicklungsgedanke nach wie vor nicht in die „geistige Landschaft“ der Zeit paßte. Wenn das Weltall und mit ihm unsere Erde etwas Gewordenes ist, dann müßte auch die scheinbar „gottgewollte“ soziale Ordnung mit ihren Machtstrukturen etwas Gewordenes und somit auch prinzipiell Ver-

änderliches und Vergängliches sein. Der herrschenden Ideologie des Feudalismus mußte die Idee der Entwicklung suspekt sein.

Nun haben zwar die revolutionären Ideologen der französischen bürgerlichen Revolution und der deutschen Aufklärung (W. Förster, Theoretiker der Aufklärung über die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft, in: [5], S. 93–141) wie Rousseau, Lessing, Herder, Goethe, Forster u. a. Konzeptionen der Entwicklung der Natur und vor allem der menschlichen Gesellschaft entworfen, aber die zur Macht gelangte Bourgeoisie hat diese Ideen wieder zurückgenommen. In der klassischen deutschen Philosophie (Kant, Hegel, Schelling) wurden entscheidende dialektische Erkenntnisse zur Entwicklung gewonnen. Jedoch ihr Idealismus und ihre spekulative Naturphilosophie stieß die Naturforscher zurück.

Von der Struktur zur Geschichte

Trotz dieser Umstände – oder gegen sie – setzte sich der Entwicklungsgedanke in verschiedenen Wissenschaftsgebieten wie der Biologie, der Geologie und der Paläontologie allmählich durch. Marx und Engels entdeckten die Grundgesetze der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft und formulierten wesentliche Erkenntnisse einer allgemeinen, philosophischen Entwicklungstheorie, der materialistischen Dialektik. Für die Astronomie schlug die Stunde des endgültigen Durchbruchs des Entwicklungsgedankens mit der Entstehung der Astrophysik. Die Bestimmung und Messung von Zustandsgrößen kosmischer Objekte (Spektralanalyse, Weiterentwicklung der Photometrie) ermöglichte auch die physikalische Interpretation der Änderung solcher Größen. Herschels Prinzip des Schließens von der Struktur auf die Geschichte der Objekte im Weltall erhielt exakte physikalische Grundlagen. Das findet heute seinen Niederschlag in der Deutung des Hertzsprung-Russell-Diagramms, das die Zustandsgrößen Leuchtkraft und effektive Temperatur in Beziehung setzt, wenn dieses Zustandsdiagramm zugleich als Entwicklungsdiagramm der Sterne verstanden wird. Eine glänzende Bestätigung erhielt der Evolutionsgedanke in der Astronomie, als mit den auf der Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins beruhenden nichtstationären kosmologischen Modellen von Friedman, Lemaitre, Gamov u. a. und deren Übereinstimmung mit wichtigen Beobachtungsergebnissen (kosmologische Rotverschiebung, thermische Reliktstrahlung, Elementverteilung im Weltall) auch die Veränderlichkeit globaler Strukturen offenbar wurde.

(Wird fortgesetzt.)

Literatur: [1] D. B. Herrmann, Entdecker des Himmels, Leipzig/Jena/Berlin, 1978. – [2] D. B. Herrmann, Geschichte der Astronomie von Herschel bis Hertzsprung, Berlin 1975. – [3] R. Wahner, Mensch und Kosmos – die copernicanische Wende, Berlin 1978. – [4] G. Jäckisch, J. H. Lamberts Cosmologische Briefe, mit Beiträgen zur Frühgeschichte der Kosmologie, Berlin 1979. – [5] G. Stiehler (Herausg.), Veränderung und Entwicklung – Studien zur vormarkistischen Dialektik, Berlin 1974. – [6] Geschichte der Philosophie, Bd. 1, Berlin 1959. – [7] F. Jürr, Die Entwicklung des Weltbildes in der Antike, in: Nicolaus Copernicus (1473–1973), Berlin 1973. – [8] W. Capelle, Die Vorsokratiker, Berlin 1978. – [9] F. Jürr/R. Müller/E. G. Schmidt, Griechische Atomisten, Leipzig 1977. – [10] Diogenes Laertius, Leben und Meinungen berühmter Philosophen, Berlin 1955. – [11] F. Jürr, Von Thales zu Demokrit – frühe griechische Denker, Leipzig/Jena/Berlin. – [12] Lukrez, Über die Natur der Dinge, Berlin 1972. – [13] O. Günther, Die Weiterentwicklung des Copernicanischen Weltbildes und seine Stellung in den Auseinandersetzungen am Ende des 16. und während des 17. Jahrhunderts. Johannes Kepler, Galileo Galilei und René Descartes, in: [7]. – [14] R. Descartes, Die Prinzipien der Philosophie, Hamburg 1955. – [15] I. Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Leipzig (Reclam). – [16] J. Hamel, Zur Entstehungs- und Wirkungsgeschichte der Kantschen Kosmopolonie, Mitteilungen der Archenbol.-Sternwarte Berlin-Treptow, 1979. – [17] J. Hamel, Kants Kosmogonie ohne Wirkung?, wissenschaft und fortschritt, 29 (1979) 8. – [18] D. B. Herrmann, Gedanken zur Sternentwicklung in der Anfangszeit der Spektroskopie, wissenschaft und fortschritt, 24 (1974) 12. – [19] D. B. Herrmann, Karl Friedrich Zöllner und sein Beitrag zur Rezeption der naturwissenschaftlichen Schriften Immanuel Kants, NTM 13 (1976) 2. – [20] H.-J. Treder, Elementare Kosmologie, Berlin 1975. – [21] I. L. Novikov, Die Evolution des Weltalls (russ.), Moskau 1979. – [22] J. Charon, Geschichte der Kosmologie, München 1970. – [23] Sir Isaac Newtons Optik, Oswalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 97, Leipzig 1898. – [24] V. L. Ginsburg, Über Relativitätstheorie (russ.), Moskau 1979.

ARIANE-Start nach drittem Versuch erfolgreich

Am 24. Dezember 1979 wurde um 18.14 MEZ nach anfänglichen technischen Schwierigkeiten die seit Jahren im Gespräch befindliche (west-)europäische dreistufige Trägerrakete mit ihrer Nutzlast in Kourou (Franz. Guayana) erfolgreich gestartet. An ihrer Entwicklung und Produktion waren hauptsächlich Frankreich, die Bundesrepublik Deutschland und Belgien beteiligt. Das ARIANE-Projekt wurde – unter Federführung der französischen Raumfahrtbehörde CNES – zu 63,87 % von Frankreich und zu 20,12 % von der BRD bei einem Gesamtkostenaufwand von rund zwei Milliarden DM finanziert. Der Start der zweiten Rakete dieses Typs ist für Mai 1980 geplant.

Nach: VFW-Fokker 13. (1980) 1.

rt.

Mitteilungen des ZFA Astronomie

III. Jugendtagung Astronomie

Die III. Jugendtagung findet am 25. und 26. 10. 1980 im BPL „Magnus Poser“ des VEB Carl Zeiss in Remschütz bei Saalfeld statt. Anreisetag ist der 24. 10.; die Übernachtung erfolgt im gleichen Objekt. Im Programm sind Vorträge, Poster-Sitzungen und Diskussionen vorgesehen, die Teilnahme-kosten (Verpflegung und Unterkunft) werden voraussichtlich 10 M betragen.

Zu dieser Tagung laden wir vor allem die jugendlichen Sternfreunde herzlich ein. Ihre Anmeldung zur Teilnahme richten Sie bitte an Bfr. Dr. Klaus Lindner, 7024 Leipzig, Grunickestr. 7. Kurzvorträge und Postervorträge sind – mit Angabe der Thematik – bei Bfr. Jürgen Schulz, 5211 Kirchheim Nr. 49, anzumelden.

KULTURBUND DER DDR – ZFA ASTRONOMIE
Dr. Klaus Lindner, Vorsitzender

Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“

Die Mitglieder des Arbeitskreises „Veränderliche Sterne“ trafen sich wie alljährlich zu ihrer Arbeitsberatung, die am 26. Mai 1979 in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha stattfand. 21 Mitglieder waren der Einladung gefolgt.

Der Auswertung der Beobachtungen des vergangenen Jahres war der erste Teil der Zusammenkunft gewidmet. Fast alle Mitglieder sind nun in der Lage, ihre Beobachtungen selbst auszuwerten. Auch die materiellen Voraussetzungen zur Beobachtung (Sternkarten, Instrumente) haben sich weiter verbessert. Für die nächsten Jahre wurde von D. Böhme ein Gemeinschaftsprogramm zum halbregelmäßigen Veränderlichen g Her vorgeschlagen. Um jungen Beobachtern mehr direkte Anleitung geben zu können, wird ein Beobachterseminar in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha geplant.

Im zweiten Tagesordnungspunkt wurde über die inhaltliche Gestaltung des AuR-Heftes 2/80 gesprochen. Es gab eine rege Diskussion und viel Bereitschaft zur Mitarbeit.

Der weiteren inhaltlichen Verbesserung unseres internen Informationsblattes war der letzte Tagesordnungspunkt gewidmet.

Die 6. Auswertung enthält 11549 Einzelbeobachtungen von 23 Mitgliedern des AKV. 404 Erscheinungen (Minima, Maxima) konnten zusammengestellt und wie üblich an die Fachpresse übergeben werden. Davon wurden 248 visuell (6054 Beobachtungen) erhalten. Allen Beobachtern gilt der Dank für ihre fleißige Arbeit.

HELMUT BUSCH
Leiter des AKV

Jahrestagung des BFA Astronomie Halle

Für den 1. März 1980 hatten der Bezirksfachausschuß Astronomie und die Bezirksleitung des Kulturbundes zur Jahrestagung 1980 in das Haus der Pioniere und ins Raumflugplanetarium Halle eingeladen. Dieser Einladung folgten zahlreiche Bundesfreunde und Gäste des Bezirkes Halle.

Die Tagung eröffnete Dr. Dorschner (Universitätssternwarte Jena) mit seinem Vortrag: „Gibt es Leben auf anderen Planeten?“ Er unterteilte seine Ausführungen in: „Wie sieht es aus, wenn wir mit den Planeten die des Sonnensystems meinen?“ und „Gibt es Leben auf anderen Planeten?“. Dazu führte er aus: Wahrscheinlich gibt es im Sonnensystem außerhalb der Erde kein Leben. Seine Behauptung wurde durch bisherige Untersuchungen nach Makro- und Mikro-Leben auf dem Mars erhärtet. Es wurden 3 Untersuchungen von Marsbodenproben beschrieben: 1. Fotosynthese, 2. Gas-nachweis, 3. Untersuchung in einer Gaskammer (chemisch). Vorläufiges Ergebnis: Früher muß es einmal viel Wasser auf dem Mars gegeben haben, aber Leben gibt es wahrscheinlich auf dem Mars nicht.

Dr. Dorschner betonte, die Entstehung von Leben sei ein Prozeß, der noch nicht genau konkretisiert werden kann. Er hängt mit der Klimaentwicklung, dem CO₂- und Metangehalt und der Bildung freien Sauerstoffs zusammen. Ferner wurde auf die besondere Winkelstellung der Erdachse zur Sonne hingewiesen, wodurch die Erde vor Vereisung und vor zu extremer Erhitzung bewahrt wird.

Zur Frage, ob es Leben auf fremden Planeten gibt, sagte der Redner: „Wahrscheinlich, aber es gibt keinen Stern, dem wir bescheinigen können, daß er ein Planetensystem besitzt. Die Berichte über Planetensysteme erweisen sich als ein Gerücht. Wir wissen heute nichts über andere Planeten. Vernunftbegabtes Leben kann sich über große Entfernungen bemerkbar machen, wenn der Gebrauch der Vernunft dazu führt“. Dr. Dorschner beschrieb, wie das Spektrum der Erde von der Marsbahn her aussehen würde. Zum Schluß ging er auf die Frage „Sind wir allein im Weltall?“ aus der Sicht eines Optimisten und aus der Sicht eines Pessimisten ein und betonte, daß alle bisher zu diesem Thema geäußerten Meinungen subjektiver Art seien. Weitere Fortschritte auf diesem Gebiet könnten durch die Weiterentwicklung der Mikroelektronik, wenn auch nur in bescheidenem Umfang, erwartet werden.

Danach ergriff Dr. Reichstein (Martin-Luther-Universität) – langjährig mit dem Planetarium Halle verbunden – das Wort zu seinem fesselnden Vortrag: „Planetarischer Vulkanismus“.

Er erklärte, daß Hauptvulkangebiete dort sind, wo Risse sind und zeigte den Ausbruch eines Vulkans auf Island 1963 und die Entstehung eines neuen Vulkans. Danach bricht ein Vulkan niemals an der alten Stelle wieder aus. Der neue Vulkan verdichtet sich erst nach einiger Zeit nach langgezogenen Gas- und Flammenausbrüchen. Dr. Reichstein stellte Vergleiche an. Erde und Mond wurden gegenübergestellt. Ergebnis: Dem Mond fehlt der Zentralvulkanismus, der der Erde eigen ist, der Mond hat nur vulkanische Punkte. Im Vergleich zum irdischen ist beim lunaren der Typ der Flutbasalte stärker entwickelt. Der Unterschied zum Mars besteht darin, daß auf der Erde der magmatische Herd immer wieder weg wandert, beim Mars finden wir eine geringere Bewegung.

Eine große Überraschung für die Geologen brachten die beiden Planeten-Kundschafter Voyager 1 und 2, die ausgezeichnete Einblicke in eine uns noch unbekannte Jupiter-Welt lieferten. Aus einer Entfernung von 4,5 Millionen km sollte u. a. die Lichtintensität des Jupitermondes Jo überprüft werden. Auf dieser Aufnahme glaubte man einen neuen Jupitermond entdeckt zu haben. In Wirklichkeit war es eine riesige Fontäne. Man suchte und fand einen tätigen Vulkan. Mars und Mond besitzen dagegen nur tote Vulkane. Dr. Reichstein zeigte Jo in Farbe und den Vulkan, aus dem heiße Gase in 200 bis 300 km Höhe geschleudert wurden. Zur Zeit sind 8 riesige Fontänen bekannt. Der Jo-Vulkanismus ist ein Schwefelvulkanismus. Dr. Reichstein erklärte die Entstehung dieses Vulkanismus durch die Gezeitenwirkungen im Raum des Kraftfeldes von Jupiter. „Die Sensation ist nicht die Tatsache des hochinteressanten Bildes, sondern, daß eine Woche zuvor eine spezielle Gruppe der NASA genau vorausgesagt hatte, was zu sehen sein würde.

Herr Kockel, Vorsitzender des BFA, dankte beiden Rednern für ihre wertvollen Ausführungen im Namen aller Anwesenden.

Am Nachmittag wurde bei Vorführungen im Raumflugplanetarium besonderes Gewicht auf die drei Mars-Jupiter-Konjunktionen 1979/1980 gelegt und die Bewegung dieser beiden Planeten demonstriert. Die Jahrestagung fand durch eine Aussprache über die Arbeitsplanung 1980 ihren Abschluß.

KÄTE TZSCHACHMANN

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1980, Januar/Februar

d	Jan.	Febr.	d	Jan.	Febr.
1	153	208	16	166	163
2	158	187	17	160	132
3	148	185	18	130	122
4	173	182	19	118	129
5	190	178	20	115	139
6	207	215	21	121	114
7	218	248	22	123	96
8	225	230	23	124	100
9	262	172	24	120	122
10	224	140	25	107	121
11	245	148	26	127	152
12	210	135	27	128	175
13	181	131	28	130	197
14	178	146	29	122	181
15	146	168	30	145	
			31	174	
			Mittel	162,2	159,3

Dr. A. ZELENKA

Amateure beobachten und berichten

Streifende Sternbedeckungen durch den Mond

DIETMAR BÜTTNER

Sichtbarkeit streifender Stern- bzw. Planetenbedeckungen

Für jede Sternbedeckung gibt es eine nördliche und eine südliche Grenzkurve der Sichtbarkeit, wobei für einen Beobachter nördlich der nördlichen bzw. südlich der südlichen Grenzkurve keine Bedeckung stattfindet. Von Orten auf den Grenzkurven aus ist die Bedeckung als streifende Sternbedeckung zu beobachten.

Eine solche streifende Bedeckung ist dadurch gekennzeichnet, daß der scheinbare Weg des Sterns tangential zum nördlichen bzw. südlichen Mondrand liegt. Bei einem glatten Mondrand wäre die Bedeckungsdauer theoretisch Null. Durch die Unregelmäßigkeiten des Mondrandprofils kommt es jedoch zu einer oder mehreren kurzzeitigen Bedeckungen des Sterns.

Streifende Sternbedeckungen sind jeweils nur von einer sehr schmalen Zone aus zu verfolgen, in der sich meist keine größere Sternwarte befindet, so daß die Beobachtung durch den Amateurastronomen außerordentlich wichtig und wertvoll ist.

Wenn der Mond zwischen der Erde und einem Planeten hindurchwandert, ist in der Nähe der nördlichen und südlichen Grenzkurven für die Sichtbarkeit der Bedeckung eine streifende Bedeckung des Planeten zu beobachten. Da der scheinbare Planetendurchmesser in der Regel größer ist als die Gebirge entlang des Mondrandes, verschwindet bei einer solchen streifenden Bedeckung der Planet nicht vollständig hinter dem Mondrand. Man spricht daher von einer partiellen (d. h. teilweisen) Bedeckung des Planeten.

Die partielle Bedeckung ist von einer wenige Kilometer breiten Zone aus sichtbar, die durch einen inneren und einen äußeren Rand begrenzt wird. Ein Beobachter auf dem inneren Rand der Zone sieht im Moment der maximalen Bedeckung (das ist der Moment des zentralen Streifens) gerade noch eine vollständige Bedeckung des Planeten. Die Phase der partiellen Bedeckung hat für einen Ort auf dem inneren Rand die längste Dauer. Man sollte deshalb versuchen, die Bedeckung vom inneren Rand aus zu verfolgen. Am äußeren Rand der Zone der partiellen Bedeckung ist praktisch keine Bedeckung mehr zu sehen.

Wenn der Planet am dunklen Mondrand (bei hellen Planeten wie Venus und Jupiter auch am hellen Mondrand) hinter „Mondbergen und -tälern“ verschwindet bzw. wieder auftaucht, kann der Beobachter die Kontaktzeiten bestimmen. Aus derartigen Meßwerten lassen sich Rückschlüsse auf erforderliche Korrekturen in Dr. C. B. Watts Karten des Mondrandprofils sowie die relative Position zwischen Mond und Planet ziehen.

Wissenschaftliche Bedeutung

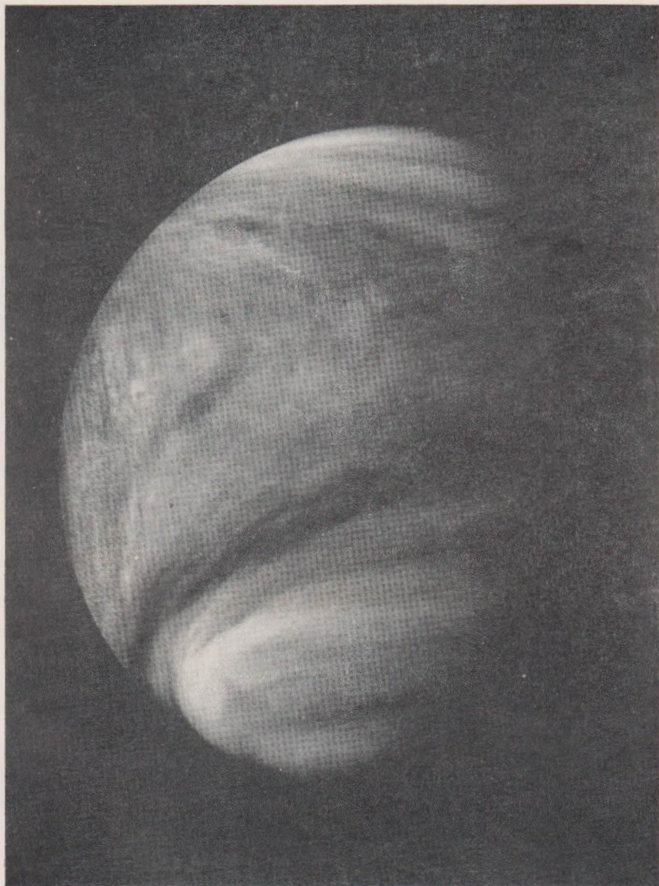
Streifende Sternbedeckungen haben besondere Bedeutung bei der Bestimmung

- von Korrekturen der angenommenen Werte für die Mondbahneigung und für die Länge der Mondbahnnoten;
- einer Korrektur des angenommenen Äquinoktiums der Sternörter und einer Korrektur des Wertes für die Schiefe der Ekliptik;
- des Poldurchmessers der Nullinie in den Randprofilkarten des Mondes (angefertigt von C. B. Watts, U. S. Naval Observatory);
- der Genauigkeit von Randkorrekturen und einer möglichen Korrektur des Positionswinkels in den Karten von Watts.

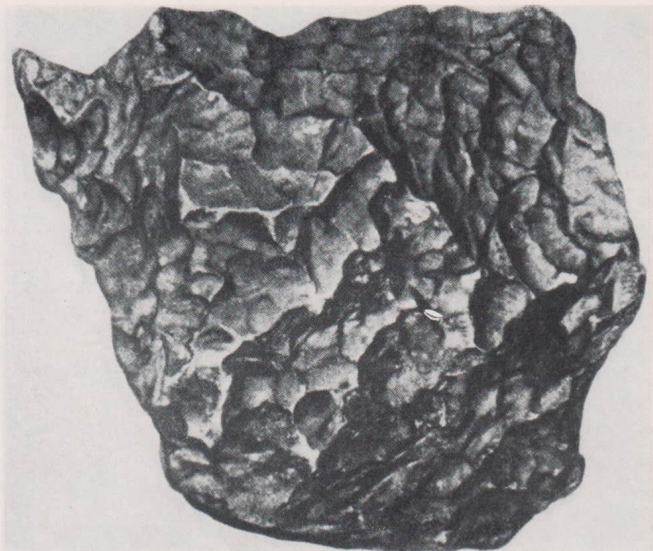
Gewöhnliche (totale) Sternbedeckungen sind zur Bestimmung dieser Größen nicht oder nicht so gut wie streifende geeignet.

Eine weitere interessante Anwendung streifender Sternbedeckungen ist die Entdeckung sehr enger Doppelsterne. Das ist dann möglich, wenn nur eine Komponente des Doppelsterns bedeckt wird.

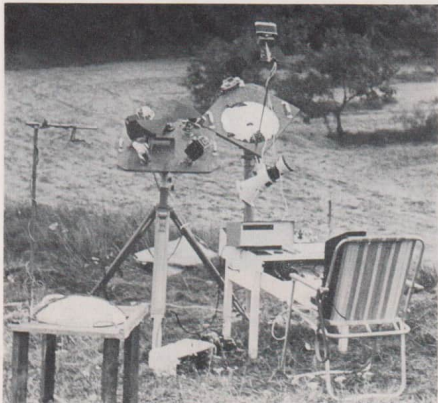
Während aus der Analyse gewöhnlicher Sternbedeckungen u. a. ein Wert für die Differenz ΔT zwischen Weltzeit (UT) und Ephemeridenzeit (ET) abgeleitet werden kann, sind streifende Sternbedeckungen hierfür praktisch wertlos.



Zum Beitrag S. 65: Venus, von der sie umlaufenden Sonde Pioneer 12 fotografiert. Die stark verwirbelte Wolkenstruktur ist nur auf Fotografien sichtbar, die im ultravioletten Teil des Spektrums aufgenommen wurden. Sie scheint Teil einer veränderlichen dünnen Schicht über der Hauptwolkendecke zu sein. Vom Infrarot-Radiometer der Sonde, das von der Sektion für Physik der Atmosphäre an der Universität Oxford und dem Institut für Strahlantriebe in Kalifornien, USA, entwickelt wurde, ist eine Datenübertragung über die offenbar stattfindende intensive zonale Zirkulation im Gange.

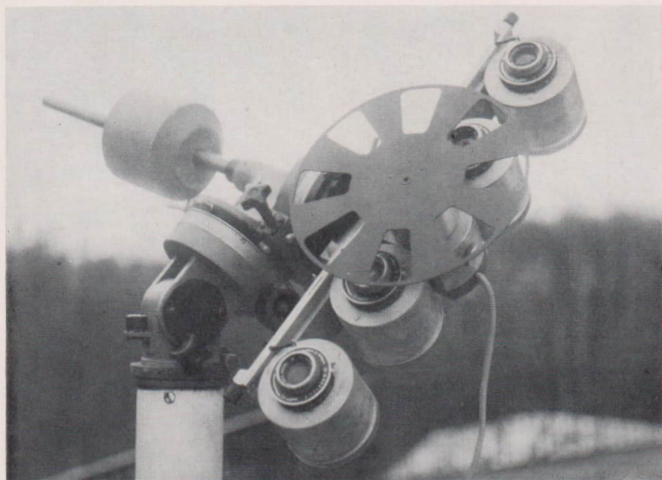


Zum Beitrag S. 70, Abb. 3: Meteorit von Treysa. (Größter Durchmesser etwa 36 cm). (Nach [5], S. 74).



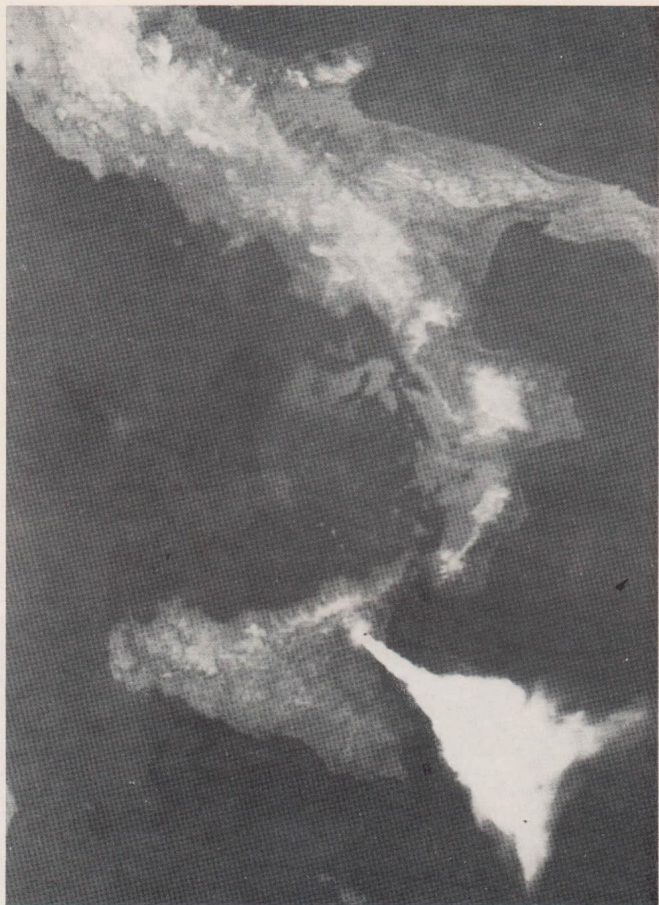
Zum Beitrag S. 83, Abb. 5 und 6 (rechts):

Die Station der Beobachtergruppe in Schmergow. Alle Kameras sind mit rotierenden Shuttern ausgerüstet, die Objektive heizbar. Für alle fünf Beobachter wird die Zeitnahme von einer Uhr durch den Techniker durchgeführt.



Zum Beitrag S. 91, Abb. 3: Ansicht der Vierkanalkamera zur Meteorfotografie in den Farbbereichen UBVR.





Ätnaausbruch. Fotografiert von TIROS N am 4. VIII. 1979 um 3.00 MEZ kurz nach Beginn der Eruption. Die IR-Aufnahme läßt die hohe Temperatur der Gas- und Aschewolken, die herrschende Windrichtung, Bewölkungsgrad und -art über Italien und die Temperaturunterschiede im Mittelmeer erkennen. (Am linken oberen Bildrand: Rom.) – Foto: La Météorologie Nationale, CMS, Lamion.

Ephemeriden streifender Sternbedeckungen

Vorhersagen für streifende Sternbedeckungen werden u. a. vom H. M. Nautical Almanac Office (Royal Greenwich Observatory) und vom U. S. Naval Observatory (Washington) berechnet.

Die Ephemeriden bestehen prinzipiell aus einer Serie von Punkten, die die nördliche oder südliche Grenzkurve ($\Delta\sigma = 0.0$) der Bedeckung definieren, und den zugehörigen Zeitangaben. Außerdem werden Punkte einer zweiten Kurve ($\Delta\sigma = -1.0$) berechnet, die innerhalb der äußeren Grenzkurve liegt. Die Positionen der Grenzkurve sind in der Regel auf Meeresspiegelhöhe bezogen. Für einen Beobachter H Meter über NN können die Kurven mit dem Parameter $TANZ$ (Tangens der Zenitdistanz bzw. Cotangens der Höhe des Sterns) korrigiert werden, indem das Produkt $H \times TANZ = D$ gebildet wird. Die Punkte der Grenzkurve verschieben sich dann um D Meter in Richtung des Azimuts des Sterns. Azimut (von Nord über Ost) und Höhe des Sterns sind ebenfalls in den Ephemeriden enthalten.

Der Positionswinkel des Kontaktpunktes wird wie bei gewöhnlichen Sternbedeckungen von N über O gezählt. Mit dem sogenannten Hörnerwinkel ist das Auffinden des Sterns besonders bequem. Er ist für die nördliche Grenzkurve der Winkel vom Nordhorn, für die südliche Grenzkurve der Winkel vom Südhorn zum Kontaktpunkt in Richtung des hellen bzw. dunklen Mondrandes.

Den Ephemeriden, die das H. M. Nautical Almanac Office verbreitet, ist meist ein Diagramm beigefügt (Abb. 1), das den projizierten Weg des Sterns relativ zum Mondrandprofil zeigt. In diesem Diagramm gilt die Linie (1) für Beobachter auf der Grenzkurve $\Delta\sigma = 0.0$, die Linie (2) für Beobachter auf der Kurve $\Delta\sigma = -1.0$, wenn beide Kurven für die Höhe über NN korrigiert sind.

Die Zeitskala ist in Minutenintervallen entlang der Linien (1) und (2) dargestellt, wobei die mit dem Nullpunkt übereinstimmende Zeit (UT) für die Position jedes Beobachters durch Interpolation des Zeitarguments in den Vorhersagen gefunden werden kann.

Ephemeriden, die nicht vom Royal Greenwich Observatory sondern von anderen Instituten herausgegeben werden, können in einigen Details von der hier beschriebenen Form abweichen (z. B. kann die Linie $\Delta\sigma = -1.0$ fehlen oder die Diagramme sind anders aufgebaut).

Hinweise für die Beobachter

Anhand der Diagramme sollten die Beobachter entscheiden, wo sie sich so plazieren, daß sie die meisten Bedeckungserscheinungen beobachten können. Arbeiten mehrere Beobachter an einem Ort, so sollten sie in einer Linie rechtwinklig zu den Grenzkurven der Bedeckung angeordnet werden.

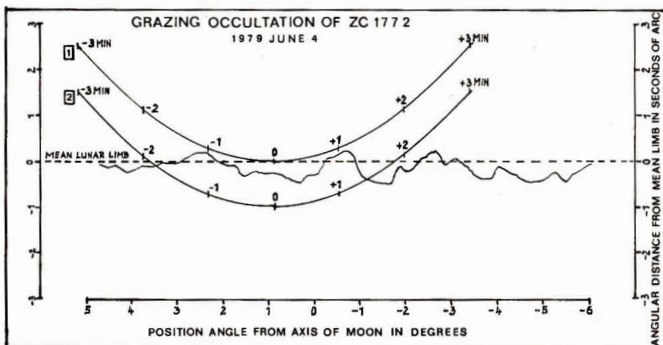


Abb. 1: Diagramm der Ephemeriden streifender Sternbedeckungen zur Vorbereitung der Beobachtung. Abszisse: Positionswinkel (bezogen auf die Mondachse) in Grad. Ordinate: Winkelabstand vom mittleren Mondrand (Nulllinie in den Randprofilkarten von Watts) in Bogensekunden.

Punkte mit negativer Ordinate liegen näher am Zentrum der Mondscheibe als der mittlere Mondrand. Die Linien (1) und (2) haben einen Abstand von $1''$. Weitere Erklärungen im Text.

Da unbekannte Abweichungen in der Deklination des Sterns und der Breite des Mondes die Linien (1) und (2) um 0.5 nach oben oder unten verschieben können, ist es in der Regel ratsam, Beobachter „innerhalb“ der äußeren Grenzkurve zu konzentrieren.

Bei der Beobachtung einer streifenden Sternbedeckung sollten die Zeitpunkte der einzelnen Ein- und Austritte des Sterns so genau wie möglich ermittelt werden (anzustreben sind 0.5 s oder besser). Hinweise zur Zeitbestimmung bei Sternbedeckungen sind in [4] zu finden.

Partielle Bedeckung der Venus am 5. Oktober

Am Morgen des 5. X. 1980 ist vom Gebiet der DDR aus eine partielle Venusbedeckung zu verfolgen. Die Zone der partiellen Bedeckung ist etwa 37 km breit und verläuft bei etwa 52° nördlicher Breite quer durch die DDR.

Für Fachgruppen aus den mittleren Bezirken der DDR wäre es ratsam, Expeditionen in die Zone der partiellen Bedeckung (am besten zum inneren Rand) zu organisieren. Amateure, die ernsthaft an der Beobachtung des Ereignisses interessiert sind, wenden sich an die Arbeitsgruppe.

In der folgenden Übersicht sind einige ausgewählte Punkte des inneren und äußeren Randes gegeben. Angaben für einen dazwischenliegenden Punkt können von mir angefordert werden, die in Längintervallen von 0.125 vorliegen. Joseph H. Senne von der International Occultation Timing Association stellte die Voraussagen des inneren und äußeren Randes der Zone einer partiellen Bedeckung zur Verfügung.

Partielle Venusbedeckung 1980 X 5, Venus: $-3^m 7$, ZC 4002 südliche Grenzkurve Mond: $k = -0.13$
Kontakte bei partieller Bedeckung am hellen Mondrand

Innerer Rand

ö. L.	n. Br.	UT	Mond h	a	TANZ	Sonne h	CA
10 ³⁰	52° 30'54	5h 48m 27.3	37.6	125.6	1.30	1.7	4.18
10 ⁴⁵	52° 28'43	5 49 08.1	37.9	126.3	1.28	2.1	4.08
11 ⁰⁰	52° 26'20	5 49 49.5	38.3	127.0	1.27	2.5	3.98
11 ¹⁵	52° 23'6	5 50 31.4	38.6	127.8	1.25	2.9	3.88
12 ⁰⁰	52° 21'39	5 51 13.7	39.0	128.5	1.24	3.4	3.78
12 ¹⁵	52° 18'81	5 51 56.6	39.3	129.2	1.22	3.8	3.68
13 ⁰⁰	52° 16'10	5 52 40.0	39.7	129.9	1.21	4.2	3.58
13 ¹⁵	52° 13'27	5 53 23.9	40.0	130.7	1.19	4.6	3.48
14 ⁰⁰	52° 10'32	5 54 08.3	40.4	131.4	1.18	5.0	3.38
14 ¹⁵	52° 07'24	5 54 53.2	40.7	132.2	1.16	5.4	3.28
15 ⁰⁰	52° 04'03	5 55 38.7	41.1	132.9	1.15	5.9	3.18

Äußerer Rand

ö. L.	n. Br.	UT	Mond h	a	TANZ	Sonne h	CA
10 ³⁰	52° 10'15	5h 48m 11.1	37.7	125.4	1.29	1.7	4.18
11 ⁰⁰	52° 05'82	5 49 34.4	38.4	126.8	1.26	2.5	3.98
12 ⁰⁰	52° 01'00	5 50 59.7	39.1	128.2	1.23	3.4	3.78
13 ⁰⁰	51° 55'70	5 52 27.0	39.9	129.6	1.20	4.2	3.58
14 ⁰⁰	51° 49'90	5 53 56.4	40.6	131.1	1.17	5.1	3.38
15 ⁰⁰	51° 43'59	5 55 28.1	41.3	132.6	1.14	5.9	3.18

Alle Zeiten in UT. Nach MEZ finden die Ereignisse eine Stunde später statt. CA ist der Hörnerwinkel.

Literatur: [1] Nautical Almanac Office TECHNICAL NOTE, Number 18, July 1970 „Predictions of Grazing Occultations“ by Gordon E. Taylor. – [2] J. Brit. astr. Ass., Presidential Address 1970: Occultations. – [3] G. Taylor, Erläuterungsblatt zu Ephemeriden für streifende Sternbedeckungen. – [4] D. Büttner, Sternbedeckungen durch den Mond. In: AuR 4/1979.

Galaktische Korona durch IUE-Satellit entdeckt

Mit dem Satelliten IUE (Abkürzung von International Ultraviolet Explorer), der am 26. 1. 1978 in den USA gestartet worden war, wurde eine „Gaskorona“ unserer Galaxis entdeckt. Diese Gaswolke umgibt unser Milchstraßensystem in einem Abstand von 25.000 Lichtjahren. Als Temperatur des Gases wird 100.000 Grad angegeben. Theoretisch war die galaktische Korona schon 1956 von Dr. Lyman Spitzer Jr. von der Princeton Universität vorausgesagt worden. Nachgewiesen wurde sie in den Spektren von heißen Sternen der Großen und Kleinen Magellanschen Wolken.

Astrophysical Journal vom 1. 6. 1979; NASA-News Nr. 79-83

Meteorbeobachtungen im Juli und August 1979

J. RENDTEL/A. KAATZ

1. Beobachtungen der Potsdamer Arbeitsgemeinschaft

Die Teilnehmer an den Perseidenaktionen der vergangenen Jahre blickten skeptisch drein, als die Vorbereitungen für die 79er Expedition zum Abschluß kamen: Noch immer schlechtes Wetter. Jahr für Jahr war die Ausrüstung verbessert worden, aber die Ergebnisse von 1975 und 1976 schienen einfach nicht mehr erreichbar. Immer wieder das Sommerwetter ...

Diesmal sollte es jedoch anders kommen! Am zweiten Abend des inzwischen sechsten Schmergow-Aufenthaltes riß die Bewölkung auf und die erste Beobachtung vom 11. zum 12. August erbrachte 210 Meteore. Am darauffolgenden Abend war es recht dunstig, aber die Perseiden sprühten häufig. Hier konnte mit einer stündlichen Rate von rund 70 Meteoroiden (auf 6⁰⁰ bezogen) das Perseidenmaximum registriert werden. Als auch in der dritten und vierten Nacht voll beobachtet werden konnte, zeigte sich, daß ein solches Programm sehr anstrengend ist. Im Verlaufe der Nacht vom 19. zum 20. August (der neunten ohne Unterbrechung!) wurde schließlich auch das Rekordergebnis aus dem Jahre 1976 überboten: 1274 Meteore (ohne Mehrfacheintragen) waren eingetragen.

Erste Auswertungsarbeiten wurden jeweils am folgenden Tag begonnen. Selbst als an den verbleibenden vier Abenden kein Beobachtungswetter mehr war, blieb die gute Stimmung unter den Teilnehmern von „Schmergow '79“ erhalten und die Auswertung wurde gut vorangebracht.

Parallel zu diesen Beobachtungen liefen abgestimmte visuelle und fotografische Programme im Astronomischen Zentrum in Potsdam. Zwei bis vier Sternfreunde waren hier aktiv und ihr Ergebnis von 471 Meteoroiden am helleren Potsdamer Himmel kann sich sehen lassen.

2. Beobachtungen von anderen Orten

Viele Sternfreunde zwischen Rostock und Sonneberg sandten uns ihre Meteorbeobachtungen zu. Dabei waren sowohl Beteiligung als auch der Umfang des Materials größer als in den Vorjahren. Gute Serien erhielten wir von A. Knöfel und D. Hinze (Berlin), R. Hinzpeter (Rostock), K. Kirsch und G. Renner (Beobachtungen in Upipe, CSSR) sowie den Gruppen aus Sonneberg und Zittau. Das Gesamtergebnis im Überblick ist in Tab. 1 zusammengestellt.

3. Beobachtungstechnik

Beobachtungen in Gruppen sind ergiebiger und nicht so anstrengend wie Einzelbeobachtungen. Natürlich ist es längst nicht allen möglich, sich an einem anderen Ort an einer größeren Gruppe zu beteiligen. Bei genügender Ausdauer und Erfahrung sind aber nicht nur dann sehr gute Resultate möglich; vgl. Abschn. 4.

Eine Gruppe aus vier oder fünf Beobachtern und einem „Techniker“ ist optimal. In diesem Fall wird die Zeitnahme für alle Meteore vom Techniker vorgenommen (nur eine, möglichst genau gehende Uhr nötig). Er bedient darüberhinaus die gesamte Fototechnik, notiert Angaben über Belichtungszeiten, Beobachtungsbedingungen und Besonderheiten (Bsp. 1) und kann kleinere Defekte sofort beheben, ohne daß die Beobachtung darunter leidet.

4. Stündliche Raten

Als Maß für die Meteoraktivität dient die Angabe der stündlichen Rate für einen Beobachter unter bestimmten Bezugsbedingungen. Dieser Wert kann einmal für alle registrierten Meteore, aber auch für Meteore eines Stromes allein angegeben werden. Im letzteren Fall rechnet man noch weiter und gibt die Zenitrate (ZHR) an; d. h. die Zahl der sichtbaren Meteore wenn der Radiant des Stromes im Zenit stehen würde.

Da die Beobachtungsbedingungen verschieden sind, müssen Korrekturen auf Bezugsgrößen vorgenommen werden. Dabei wird berücksichtigt:

- Eine Feldgröße für einen Beobachter von 60° Durchmesser.
- Wolkenloser Himmel.
- Grenzhelligkeit + 6⁰⁰.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe Meteore haben zu den Korrekturfaktoren ausführliche Angaben erhalten. Seit Juni können somit die Ergebnisse besser verglichen werden und die Entwicklung der Meteoraktivität (Zunahme und Höhe von Maxima) ist mit anderen Resultaten vergleichbar.

Tabelle 1: Ergebnisse der Meteorbeobachtungen (Juli – August 1979)

Beobachter	Ort und Zeitraum (Nr. in weiteren Tab.)	Gesamtbeobach- tungszeit (effektiv)	Meteore
1. Gruppen:			
Hinze, Knöfel	Groß Körös (1) 28. 7.–16. 8.	31,0 h	332
Angelow, Kaatz, Metschies, Rendtel, J., Töpfer, Wellnitz	Potsdam (I) (2) vor 11. 8. und nach 20. 8.	24,0 h	193
Bogott, Heinrich, Metschies, Schreckenbach	Potsdam (II) (3) 11. 8.–20. 8.	27,7 h	471
Angelow, Kaatz, Rendtel, A., u. J. Töpfer, Wellnitz	Schmergow (4) 11. 8.–20. 8.	36,3 h	1274
Böhme, Hopf, Joch, Merbach, Schult, Stein	Sonneberg (5) 13. 8.–16. 8.	8,5 h	250
Kirsch, Renner	Upice (ČSSR) (6) 15. 8.–20. 8.	11,9 h	209
Fleischmann, Hegewald, Liebig, Röllig, Schate, Scholz, Ziemer	Zittau (7) 12. 8.–16. 8.	7,6 h	107
Knöfel, Hopf, Morscheck, Harnisch	Zittau (Jugendlager) (8) 25. 8.–31. 8.	5,0 h	48

2. Einzelbeobachter:

Brendler	Bautzen 11.–12. 8. (9)	1,0 h	27
Bretschneider	Schneeberg 13.–14. 8. (10)	1,0 h	8
Elchhorn	Güstrow 11.–12. 8. (11)	2,7 h	19
Guhl	Comthurey 11.–12. 8. (12)	2,3 h	27
Hinz	Karl-Marx-Stadt 30. 7.–19. 8. (13)	6,4 h	50
Hinzpeter	Rostock 26. 7.–13. 8. (14)	8,7 h	84
Kalauch	Annahütte 17.–18. 7. (15)	1,0 h	11
Kintzel	Eberswalde 3. 8. (16)	1,7 h	10
Liedke	Berlin 11.–12. 8. (17)	2,0 h	10
Morgner	Falkenstein 13.–30. 8. (18)	4,2 h	23
Zische	Großpostwitz 27.–30. 7. (19)	3,1 h	55

Wesentliche Voraussetzungen für gleichwertige Ergebnisse sind aber auch Erfahrung und Routine (nur einzelne Beobachtungen im Jahresverlauf reichen nicht aus) sowie eine gute Konzentration während der Beobachtung (in Tab. 2 sind Werte von wenig erfahrenen Beobachtern und die bei geringerer Konzentration bestimmten Raten mit „x“ gekennzeichnet). Zusammen mit der Abb. 2, die alle eingesandten Ergebnisse enthält, ist ein Überblick über die Meteorortätigkeit in Tab. 2 gegeben (hier nur Beobachtungen mit mehr als 1,5 Stunden effektiver Dauer und genauen Angaben zu den Korrekturfaktoren).

Beispiel: Ausschnitt aus einem Protokoll über Belichtungszeiten, Beobachtungsbedingungen und Besonderheiten während der Nacht vom 15. zum 16. 8. 1979 der Gruppe in Schmergow.

Varex Film 32	pr. L2 26 auf 1b-Mont. h min	all sky LB 2 24 h min	Nr.	Shutter Zeit h min	Drehz. in 30 s n	Grenzhell./Bem. Feld Sterne	Zeit h min
21 24,0	21 24,1	21 05,0	2	21 03	285	7 4	21 08
54,4	54,5	20,2	3	21 38	159	1 7	22 14
22 14,3	22 14,4	34,5	2	22 03	295	7 10	23 16
30,7	30,8	54,1	3	22 13	154	1 9	23 17
23 00,7	23 00,8	22 15,1	2	23,33	294	5 8	00 19
38,4	38,4	39,3	3	23 35	158	7 12	00 20
00 08,2	00 08,3	23 19,9	2	01 03	294	1 11	00 21
48,0	48,0	59,4	3	02 00	155	7 12	01 19
30° 1b zurückges.		00 40,0	2	02 33	298	1 11	01 21
00 49,4	00 49,4	01 20,8	3	02 58	157	2 6	02 05
01 19,5	01 19,7	02 04,7	2	03 03	299	7 11	02 23
49,5	49,7	44,9				7 8	03 20
02 19,4	02 19,5	03 17,4					
59,3	59,4	bis					
bis	bis	03 29,5					
03 31,0	03 31,0						

Wolken u. Bemerk.
21.00–21.40 Dunst (N-E) bis 40° Höhe
22.00 Dunst NE 20° hoch
23.00 Dunst NE 10° hoch
01.00 Mondstörung Ost 2
02 42,7 Meteor – 3^m (Perseus)

Tabelle 2: Ergebnisse der Beobachtungen über 1,5 Stunden effektiver Dauer (nur wenn alle Korrekturen vorliegen)

Mitte der Beobachtung	eff. Dauer	reg. Meteore	stdl. Rate	Anzahl Perseiden	ZHR Perseiden	Beobachter/ Anzahl (vgl. Tab. 1)
Jul. 26.95	1.5 h	7	34.8	0	0.0	14/1
27.96	2.0	9	19.3	0	0.0	14/1
27.98	1.7	8	8.7	0	0.0	2/1
28.94	1.5	12	17.6	0	0.0	2/4
30.99	3.8	24	5.7 x	0	0.0	1/2
Aug. 02.04	1.5	28	7.8 x	2	0.7	1/2
03.05	2.7	46	7.0 x	1	0.2	1/2
04.01	1.9	14	22.7	0	0.0	13/1
04.01	2.2	14	21.7	0	0.0	2/1
04.02	3.3	34	4.3 x	1	0.2	1/2
05.03	2.7	21	25.0	2	2.5	2/1
07.08	1.8	54	39.2	14	20.3	2/4
11.94	2.7	27	9.1 x	11	5.6	1/2
11.95	2.7	19	15.6 x	16	19.2	11/1
11.95	2.3	38	35.8	17	23.6	14/1
12.02	4.5	210	31.6	133	21.3	4/5
12.07	1.6	74	42.0 x	18	20.4	3/3
12.93	1.5	16	48.3	9	40.4	14/1
13.00	4.0	39	68.0	34	73.8	3/2
13.01	3.1	63	70.5 x	50	73.5	1/2
13.05	2.8	80	71.2	67	63.1	4/2
13.94	2.7	118	28.5	82	23.4	4/5
13.94	1.5	11	29.3	5	19.7	14/1
13.99	5.0	92	18.4 x	31	8.4	3/3
14.01	3.8	37	10.8 x	17	6.2	1/2
14.96	4.3	35	6.0 x	17	4.2	1/2
15.00	5.5	188	26.5	89	15.3	4/4
15.01	4.6	103	22.4 x	43	12.7	3/3
15.93	1.8	20	15.6 x	11	13.8	7/2
15.98	3.9	117	22.0 x	37	9.4	5/4
16.00	4.5	32	5.3 x	12	2.6	1/2
16.01	4.5	84	15.4 x	30	6.8	3/4
16.03	5.0	153	21.6	51	8.2	4/3
16.96	3.2	56	11.9 x	8	2.5	3/4
17.01	5.5	244	13.4	56	3.7	4/5
18.06	2.7	53	16.2	14	4.5	4/4
19.03	3.1	22	19.2	0	0.0	13/1
19.05	2.1	85	16.2	33	6.5	4/5
20.01	4.8	24	15.8 x	6	5.1	3/1
20.02	5.5	143	13.0	22	2.3	4/5
25.93	1.5	9	12.9	0	0.0	2/1
26.01	1.5	18	5.3 x	0	0.0	8/2
26.97	1.7	17	5.8 x	0	0.0	8/3
29.93	2.1	24	6.3 x	0	0.0	5/3
30.91	2.3	25	6.0 x	0	0.0	5/3
31.99	5.5	33	7.2	0	0.0	5/2

Das Perseidenmaximum ist deutlich erkennbar: die stündliche Rate übersteigt 70 Meteore, rund 80 Prozent der Meteore sind Perseiden und die ZHR erreicht 75 Meteore. Das Cygnidenmaximum, das ohnehin flach ist, tritt kaum hervor (um den 18. 8.). Andere Ströme wurden nur vereinzelt festgestellt. So notierten die Beobachter Ende Juli Pegasiden und δ -Aquadriden sowie Cepheiden und Aurigiden zum Augustende.

5. Auswertung der Helligkeitsschätzungen

Hier wird an die Auswertungen der vorigen Jahre angeknüpft. Es zeigte sich diesmal recht deutlich, daß Beobachtungen bei nicht ausreichender Konzentration und Erfahrung systematische Abweichungen aufweisen. Die Helligkeitsverteilungen (Abb. 3a) veranschaulichen, daß bei mangelnder Konzentration (Kurven (3) und (4)) Meteore mit $+5^m$ und $+6^m$ übersehen werden, die sonst einen Anteil von rund 6 Prozent ausmachen (Kurven (1) und (2)). Auch bei $+4^m$ ist noch ein gewisser Mangel feststellbar.

Eine andere Quelle für Abweichungen, die Beobachtungsbedingungen, wird ja durch die Korrekturen berücksichtigt.

Von einigen Nächten mit guten Verhältnissen wurden die Abstände der mittleren Helligkeiten von der Grenzhelligkeit betrachtet, um Unterschiede zwischen verschiedenen Meteoren zu zeigen (Tab. 3).

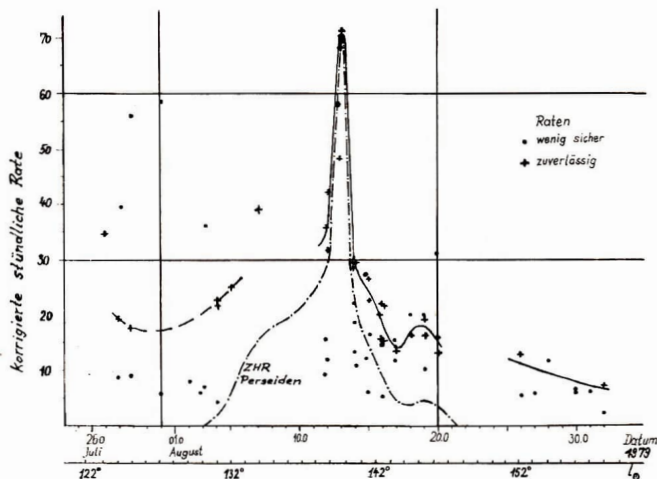


Abb. 1: Meteoraktivität im Beobachtungszeitraum Juli/August 1979. Die Strich-Punkt-Linie gibt die Entwicklung der Perseidenaktivität (ZHR) wieder.

Es ist deutlich erkennbar, daß die Perseiden im Mittel heller sind als die α -Cygniden. Die Cygniden sind allerdings auch schwächer als die sporadischen Meteore. Die Perseiden fielen wiederum durch den hohen Anteil heller Erscheinungen auf (Abb. 3b): Etwa 25 Prozent von ihnen waren $+1^m$ oder heller. Die Zunahme der mittleren Größenklasse der Perseiden – besonders nahe dem Maximum – ist nach verschiedenen Beobachtungen keine subjektive Erscheinung (bei wachsender Gesamtzahl sollten schwache Meteore übersehen werden) [1]. Die fotografischen Harvard-Beobachtungen [2] zeigen, daß die größeren Meteoroiden zum axialen Teil des Stromes konzentriert sind. Bei den sporadischen Meteoriten liegt der Anteil der Meteore mit $+1^m$ und heller bei nur 12 Prozent.

Tabelle 3: Mittlere Helligkeiten verschiedener Strommeteore

Beobachtungsmaterial	Grenzhelligkeit	mittlere Helligkeit (Anzahl in Klammern)	
		Sporadische	Perseiden
Gruppe (1), 3 Nächte	5*48	1*67 (46)	1*40 (40)
Gruppe (4), 3 Nächte,	5*55	2*80 (297)	2*32 (184)
4 Beobachter			
Gruppe (5), 1 Nacht	5*10	2*67 (84)	1*89 (37)
			— (3)

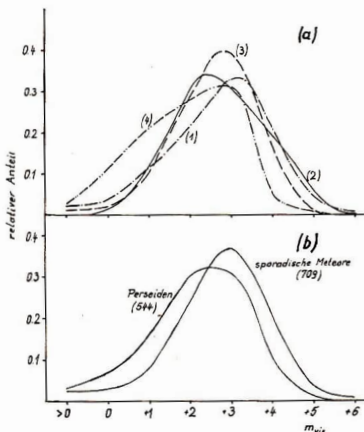
Tabelle 4: Mittlere Geschwindigkeit der Perseiden
(Abweichung von der Geschwindigkeit der sporadischen Meteore).

Beobachtungsmaterial	mittlere Geschwindigkeit (Anzahl in Klammern)	
	Sporadische	Perseiden 1979
Gruppe (4)	2.88 (698)	+0.03 (547)
Gruppe (5)	2.99 (81)	+0.01 (36)
Gruppe (3)	2.94 (77)	+0.13 (53)
Beob. (14)	3.65 (43)	+0.16 (32)
		Perseiden 1977/78
		—0.09 (362)
		—
		—

Abb. 2:

- (a) Helligkeitsverteilungen in Nächten mit einer Grenzhelligkeit um 6^m0 (5^m8 bis 6^m3).
 Kurve 1: 420 Meteore (Angelow, Rendtel, J.)
 Kurve 2: 204 Meteore (Kirsch, Renner)
 Kurve 3: 377 Meteore (Kaatz, Rendtel, A., Wellnitz)
 Kurve 4: 175 Meteore (Knöfel, Hinze)

- (b) Helligkeitsverteilungen für Perseiden und sporadische Meteore nach den Beobachtungen in Schmergow, 1979 (gesamtes Material)



6. Geschwindigkeitsstufen

Zu diesem Komplex wurden in der Auswertung 1978 [3] bereits Ausführungen gemacht. Auch auf dem Treffen der Meteorbeobachter (Februar 1979) wurde über diese Angabe diskutiert. Abweichungen wie 1978 waren diesmal nicht zu verzeichnen (Tab. 4). Dabei konnten Werte über mittlere Geschwindigkeiten der Perseiden bestätigt werden.

7. Die Dauer von Meteorerscheinungen

Auf den Sternkarten für die Meteorbeobachtung ist die Spalte „Dauer“ in den ersten Jahren oft leer geblieben. Das Schätzen der Aufleuchtdauer ist eine nicht so einfache Sache. So treten zwar in der mittleren Dauer innerhalb einer Gruppe und auch bei verschiedenen Gruppen keine entscheidenden Differenzen auf (Schmergow $\bar{t} = 0,39$ s; mit $0,36 \text{ s} \leq \bar{t}_{\text{Beob}} \leq 0,55$ s; Berlin $\bar{t} = 0,45$ s), die Verteilung der einzelnen Angaben läßt jedoch einige Schlußfolgerungen zu:

- Es werden „glatte“ Zeiten bevorzugt. So sind Werte wie 0,6 s, 0,9 s oder 1,1 s selten zu finden, oft aber 0,5 s bzw. 1 s. Das ist wohl normal, denn die 0,1 s Differenz läßt sich durch ein Schätzen nicht bestimmen. Ein Zeitmaß im Subsekundenbereich ist ohnehin schwer zu finden.

Beobachter, die solche Schätzungen erstmalig machen, sollten sich auf Werte der Art $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ s bzw. 1 s oder länger beschränken (was von der Zittauer Gruppe gemacht wurde).

- Helle Erscheinungen verleiten oft zu mehr Angaben. Tab. 5 zeigt, wie der Anteil der Dauerangaben mit der Helligkeit zunimmt. Dabei ist der Überraschungseffekt zuweilen bei hellen Meteoren recht groß, so daß Bahn und auch andere Daten weniger sicher erfaßt werden (der Helligkeitseindruck ist bestimmend).

Tabelle 5

	-2 ^m	-1 ^m	0 ^m	+1 ^m	+2 ^m	+3 ^m	+4 ^m	
Gruppe (7)	60	42	15	11	8	16	0	Prozent der Meteore mit
Gruppe (5)	100	100	100	77	59	39	37	Dauerangaben

8. Meteorbahnen – Eintragung und Sicherheit

Im Rahmen der Auswertung 1979 wurden erstmalig die Bahneintragen und die Angabe der Sicherheit untersucht. Dazu wurden alle von mehreren Beobachtern eingetragenen Meteorspuren nach den Sicherheitsangaben getrennt in andere Karten übertragen. Dabei zeigte sich, daß die Sicherheitsan-

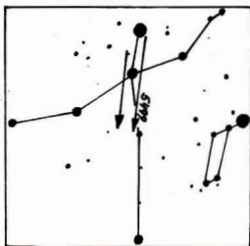


Abb. 3: Doppeleintragung desselben Meteors; von einem Beobachter „über Kopf“ gesehen, daher verläuft die Bahn für einen links, den anderen rechts von Cygni (beide geben Sicherheit „2“ an).

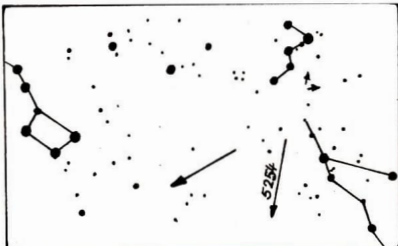


Abb. 4: Meteor in sternarmer Gegend und kurzes Meteor in Radiantennähe (Perseus). Für das Meteor 5254 geben beide Beobachter wiederum Sicherheit „2“ an.

gabe nicht von allen Beobachtern gleichwertig ist. Die Sicherheitsangabe bezieht sich nur auf die eingezeichnete Bahn und wird in drei Stufen angegeben:

- 1 – fast keine Abweichung in Richtung und Länge möglich.
- 2 – Abweichung in der Länge möglich, Richtung nur leicht unsicher.
- 3 – Bahn nicht sicher erfaßt, größere Abweichungen möglich.

Die Angabe der Sicherheit ist eine subjektive Einschätzung, die jeder Beobachter selbst vornimmt. Allzu oft wurde von zwei Beobachtern, die dasselbe Meteor gesehen hatten, die Sicherheit mit „1“ angegeben; der Vergleich der eingezeichneten Bahnen zeigte aber erhebliche Abweichungen, besonders in der Richtung. Die Stufe „1“ sollte nicht leichtfertig verwendet werden, sondern nur in sehr sicheren Fällen. Schließlich sollen anhand dieser Angabe Schnittpunkte mehrerer rückverlängerte Meteorbahnen als zufällig oder wahrscheinlich eingestuft werden (Vgl. Abb. 3).

Eine große Sicherheit über die Eintragung einer Bahn erfordert genaue Kenntnisse der Sternbilder. Außerdem sollte man sich mit den verwendeten Sternkarten rechtzeitig vertraut machen. Die von der Arbeitsgruppe Meteore benutzten Karten weisen zum Rand hin zunehmende Verzerrungen der Sternbilder auf, die zu Orientierungsproblemen führen können. Die Sternkarte sollte so liegen, daß sie mit der Ansicht des Himmels übereinstimmt. Bereits vorher muß aus dem Satz die geeignetste Karte herausgesucht werden. Eintragungen am Kartenrand sollen vermieden werden, weil dann leichter Fehler auftreten, hauptsächlich in der Länge, aber auch in der Richtung. Die einzelnen Felder überlappen sich daher sehr weit, so daß in einem solchen Fall die Nachbarkarte verwendet wird. Einzelbeobachter sollten daher alle in Frage kommenden Karten mitnehmen und die jeweils angrenzenden Felder bereitzuliegen haben. Die Karten werden stets in einer bestimmten Reihenfolge übereinandergelegt, und man findet auch ohne Suchen die richtige heraus. Ist eine Eintragung am Kartenrand unumgänglich, dann ist eine Sicherheit „1“ nicht möglich. Das gilt auch für Meteore, die man gerade noch am Rand des Blickfeldes wahrnimmt.

Eine weitere Fehlerquelle ist gegeben, wenn ein Meteor in einer sehr sternarmen Gegend aufleuchtet. Ein Beispiel sei die Gegend um Camelopardalis oder Lynx (Abb. 4). Ist darüberhinaus die Grenzhelligkeit nur mäßig, hat man sehr große Bereiche ohne erkennbare Sterne. Damit wird die Meteorspur nur geschätzt und erhebliche Richtungs- und Längendifferenzen sind die Folge. Das ist beispielsweise feststellbar bei gleichen Meteoriten eines Stromes, die dann zwar auf den Radianten zurückverlängert werden können, zueinander aber einen Winkel einschließen. Der Perseiden-Radiant ist auf den Karten 1, 2 und 4 enthalten. Eintragungen auf anderen Karten weisen – nach Übertragen – nicht auf den Radianten, auch wenn sie vom Beobachter als Perseiden gekennzeichnet sind.

Die Richtungswiedergabe ist bei sehr kurzen Spuren ziemlich unsicher. Solche Erscheinungen treten vorzugsweise in Radiantennähe auf (Abb. 4); man kann dann einigermaßen sicher sein, ein Strommeteor gesehen zu haben – die Angabe Sicherheit „1“ ist damit aber nicht gerechtfertigt.

Der Vergleich mehrerer Eintragungen eines Meteors erlaubt Aussagen über die Differenzen, nicht aber über die absoluten Abweichungen. Nur selten liegen Fotografien eines Meteors vor. Solche Vergleiche sind Bestandteil weiterer Auswertungsvorhaben.

9. Schlußbemerkungen

Im Gesamtmaterial steckt eine Vielzahl von Daten, die hier nicht alle dargestellt werden können. Aus einigen Informationen ist auch erst im Verlaufe längerer Serien ein Ergebnis zu gewinnen (z. B. Veränderungen in einem Strom bezüglich der Lage des Maximums oder seiner Aktivität).

Die gesamte Technik der Station in Schmargow wurde im Laufe der Zeit entsprechend den gesammelten Erfahrungen verändert. In diesem Jahr war es eine wesentliche Komprimierung, die einen sicheren Transport und einen schnelleren Auf- und Abbau gewährleistete. Wichtig ist auch, daß Objektive und Spiegel heizbar sind (nur sehr kleine Leistungen nötig). Die Abb. 5 und 6 (Bild S. II u. III) zeigen Teile der Schmargower Station. Über die Ergebnisse der fotografischen Beobachtungen wird nach deren Auswertung berichtet.

An dieser Arbeit sind die Mitglieder der Astronomischen Arbeitsgemeinschaft „Bruno H. Bürgel“, Potsdam wesentlich beteiligt. Ohne ihre Hilfe wäre das umfangreiche Material nicht so schnell zu bearbeiten gewesen.

Literatur: [1] Lewin, B. J., *Physikalische Theorie der Meteore und die meteoritische Substanz im Sonnensystem*, Berlin 1961. – [2] Wright, F. W., F. L. Whipple, *Harvard Observatory Techn. Rep.*, Nr. 11 (1953). – [3] Rendtel, J., *Astronomie und Raumfahrt* 17 (1979) 47–49.

Perseidenbeobachtung an der Sternwarte Sonneberg

Im August 1979 traf sich eine kleine Gruppe von Amateuren an der Sternwarte Sonneberg zur Beobachtung der Perseiden; zugleich wurde damit in bescheidenem Maß die Arbeit Cuno Hoffmeisters auf diesem Gebiet am traditionsreichen Ort fortgesetzt.

Der Vorbereitung dieser Beobachtungen diente ein Treffen am 16. 6. 1979 in Sonneberg. Neben der Klärung wichtiger organisatorischer Fragen erfolgte eine allgemeine Einweisung in die visuelle Beobachtungstechnik durch R. Schult. Als Zielsetzungen wurden festgelegt:

- Visuelle Beobachtungen nach dem Vorbild der Schmargower Beobachtungsgruppe und Eintragen aller Erscheinungen in dafür vorgesehene Sternkarten.
- Fotografische Erfassung heller Meteore.
- Bestimmung der Geschwindigkeit heller Meteore mittels Shutter vor der Kamera.
- Spektroskopie heller Meteore mittels Objektivprisma vor der Kamera.

Die Anreise der Teilnehmer erfolgte am 11. 8. 1979. Jeder Beobachter war mit einem Beobachtungsbrett für Karten, sowie einer Taschenlampe mit schwachem roten Licht ausgerüstet. Für die fotografische Erfassung der Meteore standen zur Verfügung:

- 4,5/135 Objektiv; 9×12 Plattenkamera mit NP 27 Plattenfilm (mit 49° Objektivprisma vor dem Objektiv)
- 1,5/75 Objektiv; Kamera Exa; NP 27 Kleinbild mit Shutter
- 2,8/50 Objektiv; Kamera Exa; NP 27 Kleinbild mit Shutter

Die Zeitnahme erfolgte mit Armbanduhren, die auf das Zeitzeichen des Rundfunks abgestimmt waren. Die ersten Nächte vom 11. zum 12. 8. und vom 12. zum 13. 8. konnten wegen zu starker Bewölkung nicht zu Beobachtungen genutzt werden. Während der nächsten drei Tage klarte es auf und es war möglich, je drei, zwei und vier Stunden zu beobachten. Eine längere Beobachtungsdauer war wegen störendem Mondlicht bzw. aufkommenden Wolkenfeldern jedoch auch dann nicht möglich. Auf Grund des ungünstigen Wetters wurden von vier Beobachtern lediglich 250 Erscheinungen registriert. Die geringe Anzahl läßt darauf schließen, daß das Maximum bereits überschritten war, oder daß die stündliche Rate der Perseiden in diesem Jahr recht niedrig lag. Da kaum Erscheinungen heller als –2^m auftraten, blieb die fotografische Arbeit erfolglos.

Trotz ungünstiger Bedingungen und anderer Schwierigkeiten war jedoch ein Anfang gemacht. Das gewonnene Beobachtungsmaterial wurde dem Astronomischen Zentrum Potsdam für eine zentrale Auswertung innerhalb der Arbeitsgruppe Meteore zur Verfügung gestellt.

Erste Absprachen über die Organisation und Durchführung der Perseidenbeobachtungen 1980 wurden bereits getroffen, so daß der Fortsetzung der Arbeit unserer Gruppe nichts im Wege steht.

Gedankt sei Dipl. Phys. R. Schult und Herrn Dr. W. Wenzel für die ausgezeichnete Betreuung und die guten Bedingungen an der Sternwarte Sonneberg, die einen reibungslosen Ablauf der Beobachtungen gewährleisteten. Sternfreunde aus den Südbirken (Erfurt, Gera, Suhl), die an einer Zusammenarbeit mit unserer Gruppe interessiert sind, wenden sich bitte an: Manfred Koch, 4432 Oberweißbach, Sonneberger Str. 72 13/1-34.

V. HOPF, M. KOCH, P. STEIN

Datum	Beobachter	beobachtete Meteore	eff. Dauer
13./14. 8.	Hopf	15	2 h 20 min
	Koch	28	2 h 32 min
	Schult	19	2 h 18 min
	Stein	14	2 h 20 min
14./15. 8.	Böhme	8	2 h 20 min
	Hopf	12	2 h 10 min
	Koch	13	2 h 02 min
	Schult	8	2 h 00 min
	Stein	16	2 h 00 min
15./16. 8.	Hopf	20	3 h 20 min
	Koch	34	4 h 05 min
	Schult	33	3 h 35 min
	Stein	30	3 h 50 min

Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (III)

Meteorbeobachtungen im Hoch- und Spätsommer

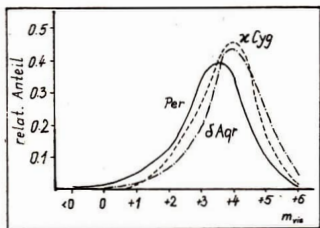


Abb. 1: Helligkeitsverteilungen von drei Meteorströmen im Zeitraum Juli – August (nach Angaben in [4]).

Der Monat Juni mit seinen kurzen Nächten und der geringen Meteoraktivität ist für die Beobachtung wenig attraktiv. Das ändert sich in den folgenden Wochen völlig. Eine ganze Reihe von Meteorströmen unterschiedlicher Aktivität und Charakteristik können registriert werden, was allerdings Anfängern einige Schwierigkeiten bereitet. Die folgenden Ausführungen und ein Blick auf die Abbildungen werden das verdeutlichen.

Zuerst erscheinen die α -Cygiden (Radiant $\alpha = 310^\circ$, $\delta = +45^\circ$) mit einer maximalen Rate von 10 Meteoren pro Stunde (die Raten beziehen sich stets auf das Feld eines Beobachters bei einer visuellen Grenzhelligkeit von etwa $+6^m$) um den 25. 7.

Zum gleichen Zeitpunkt erreichen auch die Capricorniden, die nur eine geringe Aktivität zeigen, ihr flaches Maximum. Ebenfalls am 25. 7. liegt der Höhepunkt des Pegasidenstromes. Diese Meteore zeichnen sich durch ihre enorm schnelle scheinbare Bewegung aus. Recht häufig treten dabei helle Erscheinungen auf, vorzugsweise weiß-gelb-leuchtend. Die Rate dieses eindrucksvollen Meteorstromes erreicht jedoch nur etwa 8 pro Stunde.

Auch die δ -Aquadriden treten zu dieser Zeit auf. Ein aufmerksamer Beobachter, der in der zweiten Nachthälfte die Umgebung des Sternbildes Wassermann überwacht, wird zwei Radianten feststellen können, die zu verschiedenen Zeitpunkten ihre Maxima erreichen. Man unterscheidet die südlichen δ -Aquadriden, Radiant $\alpha = 340^\circ$, $\delta = 17^\circ$ und die nördlichen δ -Aquadriden, Radiant $\alpha = 332^\circ$, $\delta = -5^\circ$ (Maxima: 28. 7. bzw. 5. 8. mit jeweils 10–12 pro Stunde).

Darüberhinaus ist Ende Juli unweit von β Cas ein Radiant zu bemerken ($\alpha = 4^\circ$, $\delta = +61^\circ$). Diese Position sowie die Charakteristiken der Meteore lassen eine Verbindung zu den ab etwa 5. 8. auftauchenden Perseiden vermuten. Die β -Cassiopeiden sind in der Tat mit den Perseiden verbunden und erscheinen am häufigsten um den 27. 7. (etwa 15 pro Stunde) [1].

Der wohl bekannteste und am meisten beobachtete Meteorstrom sind die Perseiden. Deren stündliche Rate erreicht im Maximum 60 Meteore. Hier treten oft helle Erscheinungen mit Schweifeln auf. Ursprungskomet ist der 1862 III (Swift-Tuttle) mit einer Umlaufzeit von rund 120 Jahren. Beobachtungen der Arbeitsgruppe Meteore weisen in Übereinstimmung mit einem Bericht in Sky and Telescope [2] darauf hin, daß die Aktivität in den letzten

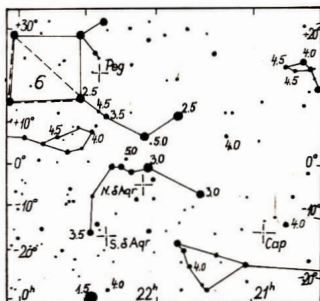
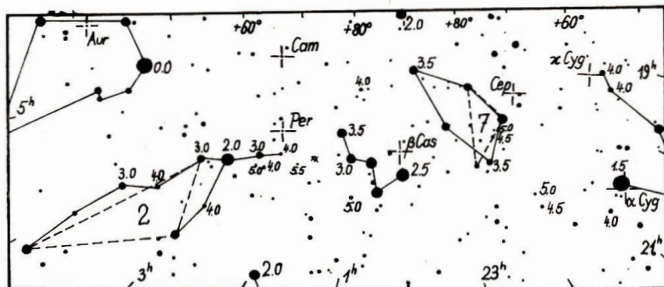


Abb. 2 (oben) und 3 (unten): Sternkarte mit Angaben für die Helligkeitsschätzungen (auf $0^m/5$ gerundete Werte) und allen Radianten der Monate Juli und August. Die Grenzhelligkeit kann durch Auszählen der Sterne in den gestrichelten Feldern ermittelt werden.



Jahren zunahm. Brian Marsden errechnete, daß um 1981 mit der Wiederkehr des Kometen zu rechnen ist [2]. Der Radiant befindet sich zum Zeitpunkt des Maximums bei $\alpha = 45^\circ$, $\delta = +58^\circ$. Nach dem Maximum klingt die Tätigkeit der Perseiden innerhalb von etwa 5 Tagen völlig ab.

Dann sind jedoch bereits die Meteore des nächsten Stromes, der κ -Cygneiden, zu beobachten. Die stündliche Rate von 10 Meteoriten wird an mehreren Tagen erreicht, da das Maximum recht flach ist. Im Gegensatz zu den Perseiden ist hier der Anteil schwacher Meteore recht groß. Typische Helligkeitsverteilungen sind in Abb. 1 dargestellt. Auf die weiteren kleineren Ströme der zweiten Augsthälfte soll nur kurz hingewiesen werden. Als Zweig der Cygniden bezeichnet Hoffmeister [3] die Cepheiden. Diese Meteore ähneln den κ -Cygneiden sehr; der Anteil schwacher Erscheinungen ist ebenfalls hoch. Nur 5 Meteore pro Stun-

de sind um den 18. 8. von dem Radianten bei $\alpha = 308^\circ$, $\delta = +64^\circ$ zu erwarten. Wenig bekannt sind die Camelopardaliden (Maximum 20. 8., Radiant $\alpha = 70^\circ$, $\delta = 65^\circ$) und auch die Aurigiden (Maximum 31. 8., Radiant $\alpha = 87^\circ$, $\delta = 41^\circ$). Von beiden liegt noch sehr wenig eigenes Beobachtungsmaterial vor; die stündliche Rate wird aber in beiden Fällen unter 10 bleiben [1]. Der Komet 1911 II Kiess ist für die Aurigiden „verantwortlich“.

Literatur:

[1] BAKULIN, B. I., *Astronomičeskij kalenar*, postojanaja Čast', Moskau 1973. — [2] Sky and Telescope 56 (1978) 465–473. — [3] HOFFMEISTER, C., *Meteorströme*, Weimar 1948. — [4] MEWIN, B. J., *Physikalische Theorie der Meteore und die meteorische Substanz im Sonnensystem*, Berlin 1961.

JÜRGEN RENDTEL

Kurzberichte

Astronomische Expedition 1979 in Upice (CSSR)

Vom 14. bis 28. August 1979 trafen sich in der Sternwarte Upice (CSSR) etwa 40 Sternfreunde zur 79er astronomischen Expedition darunter 5 aus der DDR.

Die Beobachtergruppe aus der DDR reiste am 11. August an, um ein paar Tage des Einlebens und der Vorbereitung zu haben. Neben der Sternwarte waren 20 Zelte aufgebaut, in denen die Expeditionsteilnehmer untergebracht waren. Kaum waren wir angereist, entwickelte sich das herrlichste Wetter! Am Abend des 14. August wurde die Expedition von Herrn Mejnek, dem Leiter der Sternwarte und der Expedition, eröffnet. Es formierten sich die Arbeitsgruppen Meteore (Leiter: Herr Sulz) und Veränderliche Sterne (Leiter: Herr Mejnek). Auch die Astrofotografie war wieder vertreten, doch bildete sie keine eigenständige Arbeitsgruppe. Einige noch sehr junge Sternfreunde waren gekommen, um sich erst einmal mit dem Sternhimmel bekannt zu machen und von den erfahrenen Amateuren viel zu lernen.

Objekt fotografiert werden. Zwar wurden während der Expedition 31 Meteore der Größe –3 und heller beobachtet, sie lagen aber zum größten Teil außerhalb des Gesichtsfeldes der Kamera. Das Programm wird mit verbesserter Ausrüstung fortgesetzt werden.

Die Beobachtung von veränderlichen Sternen nahm einen breiten Raum ein. Als Instrument benutzten Kerstin Reichenbächer und Manfred Rätz ein binokulares Fernrohr älteren Typs mit einer Öffnung von 100 mm, einer Vergrößerung von 25fach und einem Gesichtsfeld von etwa 3 Grad. Die Grenzgröße lag bei dem klaren Himmel von Upice bei etwa 12^m. Hellere Sterne wurden mit einem Feldstecher 8×30 oder mit bloßem Auge beobachtet. Insgesamt wurden von Kerstin Reichenbächer und Manfred Rätz 530 Schätzungen an 31 Sternen durchgeführt.

Folgende Ergebnisse konnten erreicht werden:

– Minima von Bedeckungsveränderlichen

RZ Cas	1979 Aug 15/16	JD 2444101.516
U Oph	1979 Aug 13	JD 2444099.344
	1979 Aug 18	JD 2444104.375
U Peg	1979 Aug 16/17	JD 2444102.485
	1979 Aug 18/19	JD 2444104.368

(alle heliozentrisch, Mittel aus Beobachtungen Reichenbächer/Rätz)

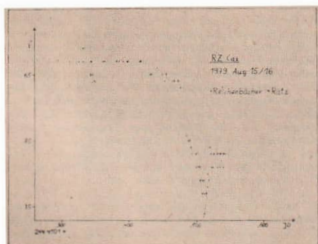


Abb. 1: Minimum von RZ Cas am 15./16. August 1979.

Karsten Kirsch, Gerd und Edith Renner schlossen sich der Arbeitsgruppe Meteore an. Neben der Teilnahme am Programm der Arbeitsgruppe wurde ein unabhängiges Experiment „Farben der Meteore“ durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde eine Vierkanal-Astrokamera zur Meteorfotografie in den Farbbereichen UBVR eingesetzt. Mit der Kamera wurden über 100 Belichtungsstunden gemacht (26 Stunden pro Kanal). Leider konnte nur ein

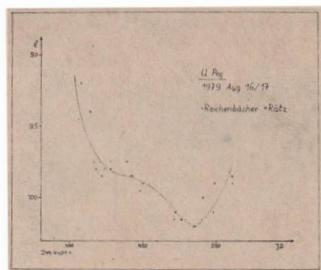


Abb. 2: Minimum von U Peg am 16./17. August 1979.

- Mirasterne	
R Boo	Max. JD 2444100.5
T Cep	Anstieg zum Max.
R Tri	Einzelbeobachtung 7 ^h 15 JD 2444105
R UMa	Max. JD 2444104
- Halb und unregelmäßige Veränderliche	
μ Cep	const. 4 ^h 1 - 4 ^h 2
U Del	6 ^h 2 - 6 ^h 4
EU Del	6 ^h 2 - 6 ^h 4
g Her	anfangs 5 ^h 2, um 16. August 5 ^h 3, dann wieder 5 ^h 2
R Lyr	4 ^h 3 - 4 ^h 4
β Peg	leichter Anstieg, 13. Aug. 2 ^h 8, dann 2 ^h 7 - 2 ^h 65 19. Aug. 2 ^h 6
AG Peg	8 ^h 3 - 8 ^h 35
φ Peg	3 ^h 6 - 3 ^h 7
X Per	6 ^h 2 - 6 ^h 3
TV Psi	5 ^h 3 - 5 ^h 35
BU Tau	anfangs 5 ^h 2, 17. - 18. Aug. 5 ^h 5, danach wieder leichter Anstieg auf 5 ^h 4 - 5 ^h 3
VW UMa	anfangs 7 ^h 1, Abfall auf 7 ^h 2 - 7 ^h 3, erneuter Anstieg auf 7 ^h 0 - 7 ^h 1 und zum Schluß wieder 7 ^h 2 - 7 ^h 3
VY UMa	Schwankungen um 6 ^h 5 - 6 ^h 6
R CrB	const. 6 ^h 2

In fünf Nächten wurde der z. Z. im Interesse der Veränderlichenbeobachter stehende V 393 Cyg (Algolstern) aufgesucht, um die von K. Reichenbächer auf Sonneberger Himmelsüberwachungsplatten ermittelte Periode von 13.6328 Tagen nachzuweisen. Der Stern wurde jedoch im wesentlichen immer im Normallicht beobachtet, eine eventuelle Schwächung am 16. Aug. ist sehr unsicher. Alles in allem kam man einschätzen, daß die astronomische Expedition in Upić ein Erfolg für alle Teilnehmer war und das nicht zuletzt deswegen, weil wir in diesen schönen Sommertagen unsere ganze Kraft der Astronomie widmen konnten. War das Wetter einmal nicht so gut, nutzten wir die Zeit für Dunkelkammerarbeiten. Platten und Filme wurden gleich entwickelt und wir starteten interessante fotografische Experimente.

Hatten wir am Tage die Auswertung der Beobachtungen der vergangenen Nacht abgeschlossen, unternahmen wir Ausflüge in die Umgebung, um Land und Leute ein wenig kennenzulernen. Besondere Höhepunkte waren die Erwanderung der Felsenstädte Adřpach und Teplice sowie die Besichtigung einer im Bau befindlichen Amateursternwarte in der Nähe von Upić, wo wir Ideenreichtum und handwerkliches Geschick der Erbauer sehr bewunderten. Uns fiel immer wieder die Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft der tschechischen Menschen auf. Auch bei uns im Lager herrschte eine vertrauensvolle Atmosphäre. Wir hatten zahlreiche Begegnungen mit tschechischen Sternfreunden, von denen viele etwas deutsch sprachen. Ansonsten klappte die Verständigung mit der russischen oder englischen Sprache auch recht gut.



Abb. 4: Lagerleben in Upić (CSSR).

Ein Witterungsumschwung, der an den letzten Abenden keine Beobachtungen mehr zuließ, machte uns den Abschied von Upić nicht ganz so schwer. Wir denken gern an die Expedition zurück, die für uns alle an Erlebnissen und Erfolgen reich war und danken den tschechischen Sternfreunden - vor allem Herrn Mlejnek - dafür, daß sie uns die Möglichkeit gaben, an der „Astronomická Expedice“ teilzunehmen.

K. KIRSCH/K. REICHENBÄCHER

XVI. Astronomietagung des Bezirkes Karl-Marx-Stadt

Das herrlich gelegene Marienberg im Erzgebirge war am 20. und 21. Oktober 1979 Tagungsort für die nun bereits XVI. Astronomietagung des Bezirkes Karl-Marx-Stadt. Prof. Edgar Penzel, der Vorsitzende des Bezirksfachausschusses Astronomie, konnte 51 Bundesfreunde aus dem Bezirk und zwei Sternfreunde aus Most (CSSR) begrüßen. Bürgermeister Gottfried Braune machte zu Beginn der Tagung die Amateurastronomie mit der Entwicklung Marienbergs, einer der Perlen des Erzgebirges, in den vergangenen 30 Jahren vertraut.

„Seit Bestehen unserer Republik hat auch die Amateurastronomie im Bezirk Karl-Marx-Stadt einen beachtlichen Aufschwung genommen. Es entstanden solche weit über die Bezirks- und Landesgrenzen hinaus bekannte Einrichtungen, wie die Satellitenbeobachtungsstation „Signum Jähn“ in Rodewisch, die Sternwarten in Dreßbach, Marienberg, Schneeberg, Mýlau und an anderen Orten. Die Sternwarte in Crimmitschau konnte 1979 bereits ihr 50jähriges Bestehen feiern, wesentlich erweitert in den Jahren seit der Gründung unserer Republik“. Mit diesen Worten zog Oberlehrer Heinz Albert, Mitglied des ZFA Astronomie, die Bilanz der Amateurastronomie im größten Industriebezirk unserer Republik und führte weiter aus: „Die Amateurastronomie wirkten nie nur für ihr Hobby allein. Nicht hoch genug kann ihr Anteil an der Entwicklung des Astronomieunterrichtes in der DDR gewürdigt werden. Als willkommene Helfer der Astronomielehrer halfen sie auch heute noch mit, das Beobachtungsprogramm für die Schüler der zehnten Klassen zu sichern. Zahlreiche Amateurastronomie wirken darüber hinaus als Leiter von Arbeitsgemeinschaften“.

Auch kritische Bemerkungen fehlten in der Bilanz von H. Albert nicht. An die Adresse des Bezirksfachausschusses ging die Aufforderung, mehr dafür zu tun, daß die einzelnen Fachgruppen sachkundig Anleitung und Hilfe erhalten. So ließe sich verhindern, daß weitere Fachgruppen, wie die in Plauen, aufhören zu existieren. K. Pomp von der gastgebenden Fachgruppe gab den Tagungsteilnehmern einen sehr anschaulichen und informativen Bericht über die Entstehung und Entwicklung der Marienberger Schulsternwarte, die sich hoch über der Stadt befindet. Sie entstand in der „Volkswirtschaftlichen Masseninitiative“ unter Mithilfe von Betrieben und mit tatkräftiger Unterstützung durch den Rat der Stadt.

Nach dem Mittagessen begann eine gelungene Busrundfahrt zu den Sternwarten Großrückerswalde, Dreßbach und Marienberg. Gelungen, weil die Tagungsteilnehmer nicht nur drei Sternwarten besichtigen konnten, sondern bei ausgezeichneten Sicht und hervorragendem Herbstwetter die wunderschöne Landschaft in sich aufnehmen konnten. In Großrückerswalde entstand an der dortigen Oberschule eine kleine Schulsternwarte, die davon kündigt, daß auch in kleinen Orten Astronomiefreunde leben und sich kleine, aber gediegene Einrichtungen schaffen können. Wesentlich größer und auch bekannter ist die Schulsternwarte in Dreßbach, an deren Ausrüstung sich jeder Amateurastronom erfreuen kann. Mehrere große Instrumente und Kameras stehen den Dreßbachern zur Verfügung. Sie haben sich besonders der Astrofotografie verschrieben und wollen in Zukunft lichtelektrische Messungen ausführen. Interes-

sant, nicht nur für die Amateurastronomen aus dem Bezirk Karl-Marx-Stadt, das Angebot der Drebacher Fachgruppe, interessierten Bundesfreunden Beobachtungszeit an ihrem Instrumentarium einzuräumen, zumal auch für Übernachtungsmöglichkeiten gesorgt werden kann. Vorherige Anmeldungen bei der Fachgruppe verstehen sich von selbst. In Marienberg wieder angekommen, bot sich den Tagungsteilnehmern die Möglichkeit, auch die dortige Sternwarte zu besuchen.

Wie immer bei den Karl-Marx-Städter Tagungen fanden sich auch diesmal nach dem Abendessen die Amateurastronomen zu vielfältigen Diskussionsrunden zusammen. Das mag gewiß auch ein Grund sein, weshalb diese Tagungen immer wieder von den Bundesfreunden sehr gern besucht werden. Der persönliche Kontakt zueinander inspiriert immer wieder von Neuem, seine Erfahrungen, Gedanken und Ideen auch anderen mitzuteilen und so selbst viel zu gewinnen.

Höhepunkt des zweiten Tages war der Vortrag von Dr. Karl-Heinz Marek (Potsdam) über die Auswertung und Interpretation der mit der MKF 6 gemachten Multispektralaufnahmen. Dr. Marek gehörte zur DDR-Experten-Gruppe, die maßgeblich am Raumnflug unseres Kosmonauten beteiligt war. So erlebten die Amateurastronomen die DDR-Erstaufführung eines hochinteressanten Lichtbildvortrages, der erste wenige Tage zuvor beim Internationalen Astronautikkongreß in München seine Weltpremiere hatte.

Bundesfreund H.-J. Blasberg (Dresden) erläuterte in seinem Vortrag sehr anschaulich, wie Himmelsaufnahmen kontrastverstärkt werden können. Er vermittelte den Anwesenden viele Tips, wie sie dieses Verfahren anwenden können. In zwei weiteren Kurzvorträgen sprachen D. Büttner (Karl-Marx-Stadt) über die „Astrofotografie an kleinen Geräten“ und Elvira Pfitzer über ihre „Erfahrungen bei der Beobachtung von Kometen“.

Diese XVI. Astronomietagung war wieder ein schöner Erfolg, nicht zuletzt, weil die Gastgeber neben dem interessanten Programm auch für Unterkünfte und Verpflegung beispielhaft sorgten.

JÜRGEN GASIECKI

Bulgariens Beitrag zur Weltraumforschung

Bekanntlich startete im April 1979 der erste Kosmonaut Bulgariens, Georgi Iwanow an Bord des sowjetischen Raumschiffes Sojus 33 in den Weltraum. Obwohl dieser Flug wegen technischer Probleme an verschiedenen Systemen der Triebwerke der Raumkapsel abgebrochen werden mußte, und es somit nicht zur Kopplung mit dem bemannten Raumlabor Salut 6/Sojus 32 kam, war dies ein Höhepunkt in den langjährigen kontinuierlichen Arbeiten bulgarischer Wissenschaftler auf dem Gebiet der Weltraumforschung. Leider war es nun nicht möglich, die vielen Experimente, die die Wissenschaftler und Techniker in den bulgarischen Forschungsinstituten vorbereiteten, im Weltraum einzusetzen, wenn auch die Salut 6-Besatzung einige dieser Experimente später selbständig ausführte.

Neben den Experimenten für den Einsatz während des Gemeinschaftsraumfluges UdSSR/Bulgarien haben aber die bulgarischen Wissenschaftler schon eine ganze Reihe von Raumflugexperimenten ausgeführt. Gelegenheit hierfür bot die Zusammenarbeit innerhalb der Interkosmos-Verengung.

Erstmals gelangte ein bulgarisches Meßgerät mit dem Satelliten Interkosmos 8 am 1. Dezember 1972 in den Weltraum. Es war dies das Gerät P1, das wertvolle Informationen über die Strukturparameter des Plasmas auf der Satellitenbahn übermittelte. Damit war Bulgarien der 18. Staat der Welt, der Weltraumforschung betrieb.

Die Nachfolgeexperimente P2 und P3, die zahlreiche Daten über die planetare Verteilung der Elektronen- und Ionenkonzentrationen sowie über die entsprechenden Elek-

tronen- und Ionentemperaturen lieferten, waren auf den Satelliten Interkosmos 12 (1974) und Interkosmos 14 (1975) installiert. Alle drei Geräte, sie sind ausschließlich mit Halbleitern und integrierten Schaltungen aufgebaut, haben ihre Aufgaben ausgezeichnet erfüllt.

Der Ionosphärenforschung gilt das Experiment P4 zur Messung wichtiger Lokalparameter des Ionosphärenplasmas wie seine Elektronen- und Ionenkonzentration und seine Temperatur. Der Elektronikblock dieses Gerätes wurde in Bulgarien hergestellt, und aus der UdSSR wurden die beiden dazugehörigen Außengehäuse – ein Drei-Elektroden-Ionenfänger und eine Langmuir-Sonde – importiert. Das Experiment P4 fliegt seit Februar 1979 auf dem Satelliten Interkosmos 19 („Ionosond“).

Bulgarische Wissenschaftler beteiligten sich auch an Versuchen, die mit den geophysikalischen Raketen Vertikal 1 und 2 durchgeführt wurden. Die bulgarischen Apparaturen P-1R und P-2R für die Messung von Elektronen- und Ionenkonzentrationen bewährte sich besonders beim Flug der Raketen Vertikal 4 und 5. Aus diesen Messungen resultierte die Schaffung von interessanten vertikalen Profilen der Elektronen- und Ionenkonzentrationen in Höhen von 100 bis 1500 km.

An Bord von Vertikal 7 (1978) funktionierten gleichzeitig die drei bulgarischen Experimente „P5R“, „4-SLI-1“ und „EMO-R2“. Diese Geräte dienten zur Messung der natürlichen optischen Tagesemissionen der Atmosphäre und der Messung der Ionenkonzentrationen. Einmalig ist dabei die Feststellung der Vertikalverteilung des Sauerstoffleuchtens und seiner roten Linie mit einer Wellenlänge von 6300 Angström in einer Höhe von 100–1000 km. Im Rahmen der bulgarisch-indischen Zusammenarbeit, wurden bulgarische Apparaturen in „Centaur II“-Raketen eingesetzt, die vom indischen Versuchsgelände Tumba gestartet werden. Am 31. Oktober 1978 erreichte eine Centaur II bei einem Neigungswinkel von 85 Grad eine Höhe von 158,8 km. An Bord befanden sich neben zwei indischen Experimenten auch zwei Geräte aus Bulgarien. Es handelte sich um eine sphärische Vier-Elektroden-Ionenfalle zur Messung der Energien und Konzentrationen verschiedener Plasmatelchen und ein optisches Vier-Kanal-Elektrofotometer. Dieses Gerät galt der Bestimmung der Intensität der Spektrallinien mit einer Wellenlänge von 6563 Angström und 4278 Angström, die durch den Protonenfluß bzw. durch die Ionisierung der Stickstoffmoleküle verbunden sind. Diese Experimente sollen mit dem Start der Rakete „Centaur II-48“ wiederholt werden.

Auch auf biologischem Gebiet sind die Wissenschaftler Bulgariens sehr aktiv. Im August 1977 beteiligten sich bulgarische Forscher erstmals an direkten kosmischen Experimenten mit dem Biosputnik K 936. Hierbei beschäftigten sich die bulgarischen Spezialisten mit der Erforschung der frühen und späten allgemeinbiologischen und genetischen Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf Versuchsratten, die sich im Satelliten befanden.

Noch für 1979 wurde der Start eines weiteren derartigen Biosputniks geplant, in dem das selbständige bulgarische „Embryologische Experiment“ ausgeführt wird. Hierzu werden Rattenpaare in Spezialzellen im Satelliten untergebracht.

Von diesem Experiment werden Informationen über die Paarungsmöglichkeiten der Säugetiere während des Weltraumfluges erwartet und darüber, ob er sich – sollte es zu einer Paarung kommen – auf die Trächtigkeitsdauer, auf die Zahl und das Gewicht der Würfe (im Vergleich zu den Kontrollpaaren auf der Erde) auswirken wird.

Abschließend sei noch erwähnt, daß 1981 der bulgarische Satellit „Bulgarien 1300“ von der UdSSR gestartet werden wird. Hauptaufgabe dieses Satelliten, dessen Zelle von der Sowjetunion geliefert und dessen wissenschaftliche Instrumentierung ausschließlich in Bulgarien entwickelt wird, soll die Messung der Massen und der energetischen Verteilung der Teilchen im irdischen Raum sowie der darin bestehenden elektrischen und magnetischen Felder sein.

(Nach Angaben der Agentur SOFIAPRESS)

A. FELLEBERG

Erste Bilanz der Arbeitsgruppe Sternbedeckungen

Nachdem die systematische Arbeit der Amateure in unserem Aufgabengebiet mit Beginn des Jahres 1978 angelaufen ist, soll eine erste Information über den bis Ende 1979 erreichten Stand gegeben werden.

Während im Jahre 1978 erst 7 Beobachter durch die Einsendung von Meßwerten aktiv mitarbeiteten, hat sich die Zahl 1979 auf 18 erhöht. Daneben gibt es zahlreiche Sternfreunde, die durch Anfragen ihr Interesse an einer Mitarbeit

1 Jahr	2 Zahl der gemeldeten Beobachtungen	3 Zahl der auswertbaren Beobachtungen	4 davon außerhalb der geforderten Genauigkeit	5 durchschnittliche Abweichung bei 3.
1978	38	33	7	0,915
1979	104	102	4 (ohne IV. Quartal)	0,593 (ohne IV. Quartal)

Sämtliche in Spalte 3 erfaßten Messungen wurden dem HMNAO in England zugeleitet, das danach die berechneten Fehlerbeträge für jede Messung ermittelte. Diese Werte liegen jedoch bisher nur bis Ende III. Quartal 1979 vor und wurden jedem Beobachter bereits von uns mitgeteilt. Diese Zahlenwerte (in Bogensekunden) drücken aus, welchen Abstand der Stern vom Mondrand gehabt hätte, wenn der gemeldete Zeitpunkt der Messung zugrunde gelegt wird. Die in Spalte 3 genannten Resultate wurden von folgenden Beobachtern geliefert.

Name	Ort	der Zahl Meßwerte
Büttner, Dietmar	Karl-Marx-Stadt	34
Rothe, Wolfgang	Berlin	21
Otto, Edgar	Ellenburg	18
Müller, Martin	Eilenburg	11
Kroll, Peter	Schkeuditz	7
Kalauch, Klaus-Peter	Annahütte	6
Busch, Helmut	Hartha	5
Weyrich, Eva-Maria	Eilenburg	5
Seidel, Frank	Karl-Marx-Stadt	4
Lipski, Peter	Dresden	4
Lorenz, H.	Treptow	4
Böhme, Dietmar	Nessa	3
Franze, Martin	Zittau	3
Guhl, K.	Treptow	3
Hamel, J.	Treptow	2
Noack, Rudolf	Dresden	2
Pannier, Lutz	Dresden	2
Riedel	Schkeuditz	1

Bei den nicht genannten Beobachtern fehlt es vor allem noch an ausreichend genauen Ortskoordinaten. Wir sind um eine generelle Hilfe bei dieser Schwierigkeit bemüht. Zur Zeit erfassen wir mit allen Beobachtern einen Bereich zwischen

12,0 und 14,8 Grad östlicher Länge
50,8 und 52,5 Grad nördlicher Breite.

Zur Beobachtung werden verschiedenartigste Fernrohre von 50 bis 500 mm Öffnung verwendet. Die Zeitmessung erfolgt in der Mehrzahl mit Stoppuhr und Dauerzeitzeichen.

Wir bitten, uns auch in Zukunft alle verfügbaren Messungen von Sternbedeckungen quartalsweise zu übersenden. Ein einheitliches Meldeschema wird auf Anforderung übersandt.

Nach Festlegung im Zentralen Fachausschuß Astronomie des Kulturbundes der DDR führt unsere Arbeitsgruppe im Jahre 1980 ein zentrales Seminar mit Erfahrungsaustausch durch. Diese wichtige Zusammenkunft wird am 18./19. 10. 1980 in Eilenburg stattfinden und unserer Arbeit neuen Auftrieb geben. Weitere Einzelheiten werden recht-

bekundet und nach Schaffung der entsprechenden Voraussetzungen das Netz der Beobachter verdichtet werden. Grundlage für den Anfänger sind die im „Kalendar für Sternfreunde“ enthaltene Vorhersagen für Sternbedeckungen des betreffenden Jahres. Sobald die ernsthaftere Bereitschaft zu regelmäßiger Mitarbeit und eine ausreichende Meßgenauigkeit erkennbar sind, erhält jeder Mitarbeiter eine umfangreiche Liste von jährlich etwa 700 Bedeckungen.

Die nachfolgenden Tabellen lassen erkennen, daß nicht nur eine Zunahme der Beobachter eintrat, sondern auch die Zahl der Messungen anstieg.

zeitig mitgeteilt. Interessenten, die bisher nicht erfaßt wurden, können sich formlos bei uns melden und erhalten dann ebenfalls die entsprechende Einladung übermittelt. Eine weitere Aufgabe steht uns für 1980 bevor: Die Erweiterung unserer Arbeit durch die Messung von streifenden Sternbedeckungen. Über diese Aufgabe wird in diesem Heft (S. 80) berichtet. Herr Dietmar Büttner, 9030 Karl-Marx-Stadt, Kirchhoffstr. 31, der sich aktiv um die Belange unserer Arbeitsgruppe bemüht, wird speziell diese Aufgabe übernehmen. Die ihm gemeldeten Interessenten erhalten genaue Ephemeriden und Hinweise für die Beobachtungen. Ähnliche Vorhaben gelten den Sternbedeckungen durch Planeten. Auch hier sind weitere Beobachter durchaus erwünscht.

Zur besseren Information aller Mitglieder unserer Arbeitsgruppe wird ein Informationsblatt herausgegeben, das bevorstehende Ereignisse und Resultate der Arbeit mitteilt, sowie Anregungen und Hinweise für deren Durchführung vermitteln soll. Wir möchten auch dafür zur allseitigen Mitarbeit aufrufen.

Allen Beobachtern und Mitarbeitern sei abschließend der Dank für ihre bisherige Mitwirkung ausgesprochen. Es ist ein guter Anfang gemacht worden, der uns weitere Erfolge erwarten läßt.

EDGAR OTTO

Beobachtungen des GFR auf Jupiter Bericht der Arbeitsgruppe Planeten

Der Große Rote Fleck (GRF) war in den Beobachtungsperioden 1977/78 und 1978/79 sehr kontrastlos und daher schwierig zu beobachten. Manche Beobachter haben ihn an kleinen Instrumenten nicht erkennen können. Für beide Beobachtungsperioden werden die Ergebnisse der Positionsbestimmungen des GRF mitgeteilt.

Es haben sich folgende Beobachter beteiligt:

Beobachter Ort	Anzahl der Beobachtungen 1977/78	1978/79
Blasberg	16	8
Dresden	—	8
Büttner	—	—
Karl-Marx-Stadt	—	3
Franze	—	—
Zittau	9	9
Görs	—	—
Jena	—	4
Kalauch	—	—
Annahütte	—	—
Kitta	15	4
Zittau	—	—
Lippmann	—	20
Karl-Marx-Stadt	—	—

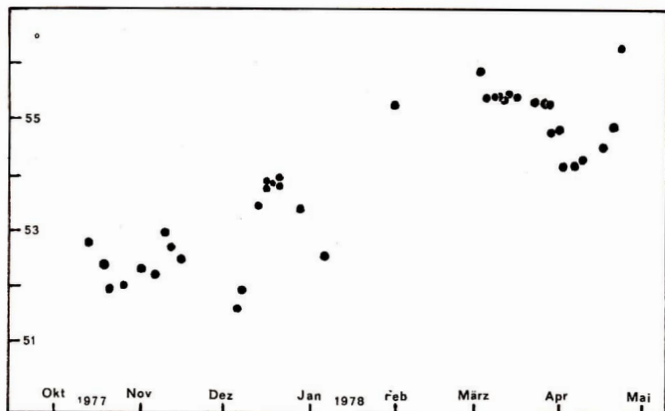


Abb. 1: Position des Großen Roten Flecks 1978/79.

Mau	27 (11)	—
Wegeleben	8	16
Mettig	—	—
Radebeul	31	7
Mosch	—	3
Meissen	—	1
Noack	—	—
Dresden	—	—
Röllig	—	1
Zittau	—	—
Seliger	44	13
Dresden	—	—
Voigt	5	7
Coswig bei Dresden	—	—
Gesamt	155	102

Aus den Beobachtungsergebnissen von 1977/78 konnte durch kürzlich intensive Radarbeobachtungen der Vennsoberfläche aus. Untersucht wurden die zentralen, der Erde zugewandten Oberflächengebiete von rund 80 Millionen Quadratkilometern Ausdehnung. Auffällig sind auf den gewonnenen Radarbildern zwei Gebiete, die sogenannte Alpha-Region, eine kreisähnliche Formation von etwa 1120 km Durchmesser. Man nimmt an, daß dieses Gebiet durch Vulkanismus seine Struktur erhalten hat. Hier wurden auch parallele Bergrücken festgestellt, die auf tektonische Vorgänge schließen lassen. Eindeutig vulkanischen Ursprungs sind die Strukturen der Beta-Region, die eine Ausdehnung von etwa 800 km hat. In der Mitte ist ein Einsturzkegel vorhanden. Von hier gehen lange Zungen mit grobem Material aus. Bergrücken mit Höhen bis zu 10 km, meteoritische Einschlagskrater und auch relativ ebene Gebiete konnten auf der Vennsoberfläche nachgewiesen werden.

NASA-News Nr. 79-74

Beobachter	Anz. der Beobachtg.	Beobacht.-Zeitraum	GRF-Position Mittelwert
1979			
Blasberg	8	Febr.-Mai	62,3 ± 2,5
Büttner	8	Febr.-Mai	68,0 ± 1,8
Franze	3	Febr.-März	61,2 ± 2,3
Görs	9	Jan.-März	59,7 ± 2,7
Kalauch	4	Febr.-März	61,5 ± 2,5
Kitta	4	Febr.-März	61,7 ± 1,7
Lippmann	20	78/79 Okt.-Mal	61,1 ± 0,2
Mettig	16	78/79 Okt.-Mal	62,8 ± 1,1
Mosch	7	79 Febr.-April	63,5 ± 3,3
Noack	3	Febr.	60,0 ± 2,1
Seliger	13	Febr.-Mai	60,4 ± 1,1
Voigt	7	Febr.-April	61,5 ± 0,9

Die Position von Sternfreund Büttner bezieht sich wahrscheinlich auf ein anderes Objekt.

Wir bitten alle interessierten Beobachter, die Erscheinungen um den GRF auf Jupiter weiter zu verfolgen und ihre Beobachtungsergebnisse der Arbeitsgruppe Planeten mitzuteilen.

H.-J. BLASBERG

Aus der Literatur

Neue Radarbeobachtungen der Venus

Donald B. Campbell, Barbara A. Burns und Valentin Borlakoff vom Arecibo Radioobservatorium in Puerto Rico führten kürzlich intensive Radarbeobachtungen der Vennsoberfläche aus. Untersucht wurden die zentralen, der Erde zugewandten Oberflächengebiete von rund 80 Millionen Quadratkilometern Ausdehnung. Auffällig sind auf den gewonnenen Radarbildern zwei Gebiete, die sogenannte Alpha-Region, eine kreisähnliche Formation von etwa 1120 km Durchmesser. Man nimmt an, daß dieses Gebiet durch Vulkanismus seine Struktur erhalten hat. Hier wurden auch parallele Bergrücken festgestellt, die auf tektonische Vorgänge schließen lassen. Eindeutig vulkanischen Ursprungs sind die Strukturen der Beta-Region, die eine Ausdehnung von etwa 800 km hat. In der Mitte ist ein Einsturzkegel vorhanden. Von hier gehen lange Zungen mit grobem Material aus. Bergrücken mit Höhen bis zu 10 km, meteoritische Einschlagskrater und auch relativ ebene Gebiete konnten auf der Vennsoberfläche nachgewiesen werden.

NASA-News Nr. 79-74

SAS-3 in Erdatmosphäre verglüht

Mit Hilfe des Satelliten SAS-3 (Small Astronomical Satellite; deutsch: kleiner astronomischer Satellit), der auch die Bezeichnung Explorer 53, 1975-37 A trägt (gestartet am 7. 5. 1975 von der San Marco-Plattform vor der Küste von Kenia), wurden eine große Zahl galaktischer und extragalaktischer Röntgenstrahlungsquellen entdeckt. Durch exakte Bestimmungen der Positionen konnten die optischen Partner identifiziert werden. Ursprünglich hatte man damit gerechnet, daß SAS-3 bis Mai 1980 die Erde umkreisen wird. Infolge des durch die verstärkte Sonnenaktivität hervorgerufenen Dichteanstieges der irdischen Hochatmosphäre verglühte er aber schon am 9. April 1979 über dem Pazifik.

NASA-News Nr. 79-44

Pioneer 10 passierte die Uranusbahn

Die am 3. 3. 1972 gestartete amerikanische Planetensonde Pioneer 10 (1972-12A) die am 3. 12. 1973 den Jupiter in geringem Abstand passiert hatte und zahlreiche farbige Fotos der Wolkenstrukturen dieses Planeten übertragen hatte, passierte am 11. 7. 1979 die Bahn des Uranus. Der Planet befand sich zu diesem Zeitpunkt auf dem Bahn teil hinter der Sonne, in einem Winkelabstand von 172 Grad vom Kreuzungspunkt in der Bahn. Nach der Jupiterpassage hatte Pioneer 10 ständige Meßwerte der physikalischen Parameter des interplanetaren Raumes zur Erde übertragen. Man hofft, daß die Sonde noch bis 1987 Informationen liefert. Zu diesem Zeitpunkt wird sie die Plutobahn passieren. Danach dürften die Signale wegen des zu großen Abstandes nicht mehr zu empfangen sein. Als Energiequelle dienen zwei Isotopenbatterien. Sie wird sich weiter in Richtung des Sternes α Tauri bewegen.

NASA-News Nr. 79-84

SN-Entdeckung in M 100 durch Amateurastronom

Am 18. 4. 1979 entdeckte der Amateurastronom G. E. Johnson, Lehrer aus Maryland, USA, mit seinem 8-Zöller, in M 100 eine Supernova in ihrer Anstiegsphase, die zwei Tage später von Dr. Franco Ciatti vom italienischen Observatorium Asiago bei Vicenza bestätigt wurde. Wie nachträglich festgestellt, war sie bereits 3 Tage zuvor durch den Finnen K. Kaila fotografiert worden. Im Maximum erreichte die SN die 11. Größe. Zu ihrer Beobachtung setzte die ESA den astronomischen Beobachtungssatelliten IUE ein. Zahlreiche UV-Spektren konnten gewonnen werden, die auf rasch ablaufende Prozesse in der Atmosphäre dieser Supernova schließen lassen. Die Beobachtung, die mit dem 45-cm-Teleskop des Satelliten ausgeführt wurden, erfolgten anfänglich täglich für 8 Stunden.

ESA-News-Release Nr. 12-1979, SuW 1979/9.

K.-H. N.

Der spektroskopische Nachweis von Algol B

Der gutbekannte Bedeckungsveränderliche Algol besteht aus 3 Sternen. Das hellste Mitglied des Systems, Algol A (B8V), wird alle 2.8673 Tage durch die schwächere Komponente B, die ein kühler leichter Unterriese ist, teilweise bedeckt. In der Phase der Maximalbedeckung werden scharfe Spektrallinien der Komponente C sichtbar. Dieser Stern umkreist die Komponenten A und B in 1.862 Jahren. Der große Helligkeitsunterschied von Algol A und B machte bisher die spektroskopische Untersuchung von Komponente B unmöglich. Außerdem war zu vermuten, daß die Spektrallinien auf Grund der schnellen Rotation sehr breit und flach sind. Die fehlenden spektroskopischen Daten machten aber die Bestimmung des Massenverhältnisses m_A/m_B und somit die Massebestimmung der Einzelkomponenten unmöglich.

Unter Verwendung eines speziellen Halbleiterempfängers (1024-Elemente Diodenarray) in Verbindung mit dem Coudé Spektrographen des 2.7m-Spiegelteleskopes des McDonald Observatoriums, wurden die Na D Linien (589 nm und 589.0 nm) der Komponente B aufgenommen. Aus diesen Messungen wurde ein Massenverhältnis m_A/m_B von 4.6 ± 0.1 abgeleitet. Die Massen der Einzelobjekte betragen $m_A = 3.7 \pm 0.3 m_\odot$, $m_B = 0.81 \pm 0.05 m_\odot$ und $m_C = 1.7 \pm 0.2 m_\odot$.

Literatur: Astrophysical Journal Vol. 222 N. 3, Part 2, L119

Partielle Verfinsternung des μ Sagittarii durch einen Begleiter

Der Stern μ Sgr (HD 166937) mit einer V-Helligkeit von 3^m86 und dem Spektraltyp B8Ia ist seit langem als spektroskopischer Doppelstern mit einer Periode von 180.45 Tagen bekannt. Elvey beobachtete 1938 eine geringe Verfinsternung des B8 Überriesen, die etwa 20 Tage dauerte und im Maximum etwa 0^m18 (B) Helligkeitsverlust hervorrief. M. Plavec und R. S. Polidan von der Universität in Los Angeles entdeckten vor kurzem im Bereich $\lambda = 1.1 \mu\text{m}$ bis $1.4 \mu\text{m}$ einen Strahlungsexzeß und einige Spektrallinien, die möglicherweise von einer heißen Komponente stammen. Der erste vorausgerechnete Verfinsternungstermin war der 11. Sept. 1978, und tatsächlich registrierten Meßgeräte des Kopernikus-Satelliten am 12.-14. September 1978 eine beträchtliche Helligkeitsabnahme in dem vorhergenannten Spektralbereich. Obwohl der Stern viele Jahre nicht beobachtet wurde, scheinen die Bahndaten genau genug zu sein, um die nächste Verfinsternung von μ Sgr angeben zu können. Es wurde der 10. 3. 1979 berechnet. Um diesen Termin sollte die maximal mögliche Verfinsternung auftreten. Der Helligkeitsverlust im B-Bereich wird etwa in der Größenordnung von 0^m35 liegen und die Dauer der Verfinsternung wird etwa 20 Tage betragen.

Literatur: Central Bureau for Astronomical Telegrams Circular Nr. 3333

W. HÄUPL

Der Helium-Veränderliche HD 64740 – ein Röntgendoppelstern?

Der Stern 64740 (Spektraltyp B, $m_v = 4.^m0$) wurde 1969 als Heliumstern identifiziert. Nach der Auswertung von acht Spektren wurden unter Zuhilfenahme von Modellatmosphären folgende Parameter für den Stern berechnet.

$$T_{\text{eff}} = 28500 \text{ K log } g = 4.15$$

$$\text{Rotationsgeschwindigkeit} = 150 \text{ km/s}$$

$$\mu_{\text{H}}/(\mu_{\text{H}} + \mu_{\text{He}}) = 0.76$$

Die unter Voraussetzung eines lokalen thermodynamischen Gleichgewichts berechnete effektive Temperatur von 28000 K ist die bisher höchste Temperatur, die für einen Heliumstern gefunden wurde. Die Überprüfung des Ergebnisses mit einem Nichtgleichgewichtsmodell an drei Si-Linien führte auf eine effektive Temperatur von 27000 K. HD 64740 kann innerhalb der Positionsfehlergrenzen höchstwahrscheinlich mit der schwachen Röntgenquelle 3U 0750-49 identifiziert werden. Eine exakte Bestätigung dieser Identifizierung steht allerdings noch aus, denn eine zweite Röntgenquelle 4U 0750-49 befindet sich nur in einem Abstand von 3 Bogenminuten außerhalb des angegebenen Positionsfehlergrenzbereiches bezüglich der erstgenannten Röntgenquelle.

Literatur: „Sonderdruck der Sternwarte Kiel“ Nr. 247

M. WOCHE

Französische Raumleiter-Pläne

Frankreich erwägt Entwicklung und Bau einer eigenen Raumfähre. Das von der französischen Raumfahrtbehörde CNES unter der Bezeichnung „Hermès“ konzipierte Projekt könnte in den 90er Jahren verwirklicht werden. Es wird als Nachfolgeentwicklung zu der unter französischer Schirmherrschaft entwickelten ESA-Rakete „Ariane“ ins Auge gefaßt.

Lit.: eZ, 17 (1979) 11, S. 32.

Fortsetzung 4. Umschlagseite.

BUCHBESPRECHUNG

„Wissenschaft und Menschheit“

30 Autoren aus 7 Nationen kommen in diesem Sammelband aktueller wissenschaftlicher Aufsätze zu Wort. Vorrangig werden jedoch Forschungsarbeiten aus der UdSSR und der DDR vorgestellt, ist doch dieses „Internationale Jahrbuch“ wie in vergangenen Jahren eine Gemeinschaftsausgabe der Allunionsgesellschaft „Snanije“ und ihrer Schwesterorganisation „Urania“. Die Titelprägung verspricht, faßlich und exakt über das Wichtigste in der Weltwissenschaft informieren zu wollen, was der Band schließlich auch hält, denn auf 400 Seiten werden Themen abgehandelt, die schwerpunktmäßig ausgewählt und in der Gesamtkonzeption langfristig geplant wurden. Wer die Jahrbücher zurückliegender Jahrgänge kennt, wird von der verbesserten Aufmachung (durchgängig Kunstdruckpapier) bei gleichbleibendem, außerordentlich niedrigem Preis angenehm überrascht sein.

Da die Wissenschaft zu allen Zeiten eine internationale Angelegenheit war, sind auch diesmal die Berichte amerikanischer, italienischer, norwegischer, ungarischer und tschechischer Autoren eingeflossen. Die Chronik widmet sich wieder den Wissenschaftsbereichen „Der Mensch“, „Die Erde“, „Mikrowelt“, „Weltall“ und „Technik“. Unter „Weltall“ nimmt die Raumfahrt naturgemäß einen bedeutenden Platz ein. Auf diese ausgewählten Kapitel soll hier etwas ausführlicher eingegangen werden.

Prof. Petrow vom Moskauer Luftfahrtinstitut gibt einen Überblick über den Stand der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Raumfahrt von 1957 bis 1978. An Beispielen aus dem Interkosmosprogramm weist er nach, daß es keinem Land auf der Erde, selbst die besten wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten vorausgesetzt, allein möglich ist, alle Richtungen der Weltraumforschung zu verfolgen und daß schon vom Kostenaufwand her eine internationale Zusammenarbeit zum „Gebot der Stunde“ erhoben werden muß. Seine Untersuchungen zeigen überzeugend, daß bei „überlegtem Herangehen an die Auswahl der Unternehmungen“ der Weltraum die Summen großzügig zurückzahlt.

Der ungarische Astronom und Popularisator astronomischer Ereignisse A. Horváth schreibt über „Beobachtungen künstlicher Erdsatelliten“. Er bricht eine Lanze für die Leistungen seines Landes auf dem Gebiet der Bahnverfolgungen, räumt den Computern und Digitalsystemen den ihnen gebührenden Platz ein und weist nach, um wieviel billiger Raumforschung mit unbemannten Raumflugkörpern sein kann als der bemannte Raumflug.

Mit besonderem Interesse las ich „Astronomische Untersuchungen mittels Infrarotfotografie“. Hier hat der Italiener Paolo Maffei, Astronomiedozent in Catania, gezeigt, was seit Bestehen dieses Zweiges der Astrofotografie (1935) an Erkenntnissen über die Entwicklung und Struktur des Kosmos neu entdeckt worden ist, bis hin zur Auffindung der Maffei-Galaxien (1967) und der Untersuchungen der Variablen im Infrarotbereich.

Prof. Dr. H.-J. Treder aus der DDR hatte aus aktuellem Anlaß das Thema gewählt: „Das Werk Albert Einsteins – Grundlagen und Aufgabe der heutigen Physik und Kosmologie“. Dieser Beitrag kann als eine gute Ausgangsbasis dienen für tiefer gehende Studien zu Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie. Hierzu finden wir auch unter der Rubrik „Mikrowelt“ einen gut bebilderten Beitrag des Italieners Bruno Bertotti: „Versuche zur Gravitation – neue Ergebnisse“. Sein Fazit: Die Suche nach den Gravitationswellen geht weiter.

Schließlich verdienen fünf kürzere Artikel zur Kosmosforschung im Anhang Erwähnung: „Die zweite Expedition zu Salut 5“, „Der 28. Kongreß der Internationalen Astronautischen Föderation“, Die Orbitalstation Salut 6“, „Zu Jupiter und Saturn“ (Voyager-Missionen) und „Internationale Zusammenarbeit“. Zwei Beiträge davon sind kosmischen Unternehmungen gewidmet, die zum Zeitpunkt, da diese Rezension geschrieben wurde, noch liefen: zu „Salut 6“ und „Voyager 1 und 11“. Die Orbitalstation Salut 6, wegen ihrer Auslegung mit zwei Kopplungssystemen zu den Orbitalstationen der zweiten Generation gerechnet, beherbergte für eine Woche ja auch unseren Forschungskosmonauten Sigmund Jähn. Nun ist zwar über diesen Interkosmosflug schon manche Dokumentation in der DDR erschienen, aber hier findet man das Wichtigste in konzentrierter Darstellung auf zweieinhalb Seiten zusammengetragen. Die Fortsetzung ist für den Jahrgang 1980 von „Wissenschaft und Menschheit“ angekündigt.

WOLFGANG KÖNIG

Autorenkollektiv „Wissenschaft und Menschheit“ (Internationales Jahrbuch) Verlag Snanije Moskau und Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1. Auflage 1979, 400 S., zahlr. Abb. im Text, 18. – M, Bestell-Nr. 6535940

„Inmarsat“ ab 1981?

11 Länder, darunter die UdSSR und die USA mit Anteilen von 21% und 30% als Hauptträger, sind bisher der Organisation INMARSAT (International Maritime Satellite) beigetreten, deren Ziel es ist, ab etwa 1981 ein weltweites Nachrichtensatellitensystem für den internationalen Schiffsfunkverkehr zu betreiben. Es ist beabsichtigt, je 2 geostationäre Satelliten über dem Atlantik, Pazifik und Indischen Ozean zu positionieren, wovon jeweils einer als Reserve dient. Als Alternative zum Einsatz eigener Satelliten steht die Mitnutzung von „Intelsat 5“-Satelliten zur Diskussion, die ab 5. Modell mit speziellen Transpondern für die Abwicklung maritimer Funkverbindungen ausgestattet werden sollen.

Der Funkverkehr zwischen den Küstenfunkstellen und Satelliten wird in den auch für Fernmelde-satelliten genutzten 4/6 GHz- bzw. 12/14 GHz-Bereichen abgewickelt. Für die Strecke Satellit-Schiff bzw. umgekehrt sind die Frequenzbereiche 1535...1542,5 MHz bzw. 1636,5 bis 1644 MHz vorgesehen.

Die Schiffsfunkanlagen sollen mit Parabolantennen von 0,5...1,2 m Durchmesser und 30...50 W Sendeleistung arbeiten, die Küstenfunkstellen mit 10 m Antennen und etwa 1 kW Sendeleistung. Die UdSSR, die als nationaler Träger des Systems die Vereinigung „Morswas Sputnik“ gründete, stattet im Bau befindliche Schiffe bereits mit Satellitenfunkanlagen aus. Für spätere Zeiträume ist eine Erweiterung des Systems auch auf navigatorische Belange geplant. Neben „Inmarsat“ plant auch die westeuropäische Raumfahrtbehörde ESA den Start von 3 Schiffsfunkrelaisatelliten der Bezeichnung „Marecs“ (frühere Bezeichnung „Marots“).

Lit.: rfe. 28 (1979) 6, S. 339. Presseinformationen

„Eutelsat“ ab 1982?

Nach „Intersputnik“ und „Intersat“ wird es ab 1982 ein weiteres internationales Fernmelde-satellitensystem mit der Bezeichnung „Eutelsat“ auf unserem Erdball geben, das für Fernmeldeverbindungen zwischen den europäischen Staaten dienen wird. Entwicklung, Errichtung und Betrieb erfolgen durch die westeuropäische Raumfahrtorganisation ESA sowie das „Interim Eutelsat“-Konsortium, das durch Zusammenschluß der nationalen Fernmeldebehörden von 17 westeuropäischen Ländern entstand.

Weltraumtechnische Basis des Systems sind geostationäre Fernmelde-satelliten vom Typ ECS (European Communication Satellite), von denen 5 geplant sind und sich ständig zwei in Orbit bei 10...15° öL befinden sollen, wobei ein Satellit als Reserve fungiert. Die lagestabilisierten Satelliten stellen 12000 Fernsprech- sowie zwei unabhängige Fernsehkanäle bereit. Die Satellitenantennen leuchten drei kleinere regionale Versorgungsgebiete sowie über einen Europa-Beam ganz Europa aus. Letzterer dient den Fernsehübertragungen, die regionalen Gebiete dem Fernspreverkehr. Die Arbeitsfrequenzen des Systems liegen im 12/14 GHz-Bereich. Das Erdsegment soll in der Betriebsphase 15 Erdfunkstellen mit 15...20 m großen Antennen und Sendeleistungen von 2 kW umfassen.

Das ECS-Eutelsat-System ist für einen Betriebszeitraum bis 1990 konzipiert. Die Satellitenstarts erfolgen mit der „Ariane“-Rakete von Korou aus. Es wird damit gerechnet, daß 1985 die westeuropäischen Länder 25% ihrer Telefonverbindungen mit Entfernungen über 800 km über die ECS-Satelliten abwickeln.

Nm.

Lit.: ez. 17 (1979) 12, S. 17/20. Presseinformationen

Unsere Autoren

Prof. J. Houghton FRS, Department of Atmospheric Physics, University of Oxford

Dr. Gerhard Ehmke, 1162 Berlin, Flakenseest. 22

Dr. Fritz Gehlhar, 8020 Dresden, Rubensweg 5

Dr. A. Zelenka, CH 8053 Zürich, Eidgenössische Sternwarte

Dietmar Büttner, 9030 Karl-Marx-Stadt, Kirchhoffstr. 31

Dipl.-Phys. Jürgen Rendel, 1500 Potsdam, Fichtestr. 5

Andreas Kaatz, 1500 Potsdam, Drewitzer Str. 16

V. Hopf, 6800 Saalfeld, Str. der Freundschaft 39

Manfred Koch, 6432 Oberweißbach, Sonneberger Str. 72 13/1-34

Peter Stein, 6432 Oberweißbach, Fröbelstr. 36

Stud.-Rat Edgar Otto, 7280 Ellenburg, Am Mansberg

Ing. Hans-Joachim Blasberg, 8053 Dresden, Tolkewitzer Str. 44

Karsten Kirsch, 6900 Jena, Dreflestr. 39

Kerstin Reichenbacher, 6200 Bad Salzungen, Siedlung 28

Jürgen Gasleki, 8280 Großenhain 4, Priestewitzer Str. 9

Arno Fellenberg, 1430 Teltow, W.-Leuschner-Str. 12

Dr. Klaus Lindner, 7024 Leipzig, Grunckelstr. 7

Helmut Busch, 7302 Hartha, Gallberg

Käte Tzschachmann, 4020 Halle, Schüllershof 1, HH Wg. 38

Wolfgang König, 6100 Meiningen, Am Bielstein 4

H.-J. Schulz, 8055 Dresden, Pillnitzer Landstr. 141

PZV 31052

EVP 1,50 M

ISSN 0587-565 X

4¹⁹⁸⁰ Astronomie und Raumfahrt



Komet Encke 1980 in Sonnennähe · S. Marx	97
Fernschrundfunk via Weltraum? · H. D. Naumann	99
Kosmos und Entwicklung II: Historizität des Kosmos und Universalität der Naturgesetze (1) · Fritz Gehlhar	106
Vergrößerung des Erdschattens bei der Mondfinsternis vom 16. September 1978 · Jiří Bouška	110
Atlas des Planeten Merkur	111
Definitive Sonnenfleckenzahlen 1979 – Vorläufige Sonnenfleckenzahlen März und April 1980 · A. Zelenka	112
Berichtigung zu „Kosmos und Entwicklung I“ in Heft 3/80	4. US.

Amateure beobachten und berichten

Quarzuhren für den Astroamateure · Alfred Suckow	113
Feuerkugeln des Jahres 1979 · K. Kirsch, M. Koch, E. u. G. Renner	116
Berichtigung zu „Feuerkugeln des Jahres 1978“ in Heft 4/79	120
Zur Abhängigkeit der Mondphasen von den Mondphasen. 2 Diskussionsbeiträge von A. Knöfel und K. Schimm	120
Anwendungsmöglichkeiten der Silberkugelphotometrie · Ina Elchhorn	121
Erkenntnisse aus einer Silberkugelphotometrie-Beobachtung · Matthias Stark	121
Leseranfrage: Astronomische und kirchliche Mondrechnung · Paul Ahnert	122
Was reizt Sie an der Veränderlichenbeobachtung? · Kerstin Reichenbacher	123
Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung IV · Jürgen Rendtel	124

Kurzberichte

Seminar der Arbeitsgruppe Sternbedeckungen – III. Bezirkstagung der Amateurastronomen Neubrandenburg – Astronomie-historisches Kolloquium in Berlin – Erfahrungsaustausch im Planetarium	125
Der Nachwelt erhalten	126

Aus der Literatur

Starke Radio-Flare-Quelle entdeckt – 12. Saturnmond und neuer Saturnring	126
Die Masse der Saturnringe – Zweiter niederländischer IR-Astronomiesatellit in Entwicklung – Die Rotationskurve Neptuns – Identifikation von Circinus X-1 – Häufigkeit der YY-Orl-Sterne	127
Schwarzes Loch in M 87 – Australisches Nachrichtensatellitensystem – „Karriere“ eines Nachrichtensatelliten – Digitale Satellitenverbindung überträgt Zeitungen von Europa nach Montreal – Hyaden-Distanz neu bestimmt	128

Buchbesprechung

Johann Heinrich Lamberts „Cosmologische Briefe“	3. US.
Völk, Schul- und Amateursternwarten – Planetarien in der DDR	3. US.

Bildseiten

Sonnenfleckengruppen am 6. bis 12. April 1980	I
Sonnenuntergang – Sehr helle Feuerkugel	II
Spektrum einer hellen Feuerkugel	III
Preisübergabe an Wettbewerbssieger	IV

Redaktionsschluß: 20. Mai 1980

Herausgeber: Kulturbund der DDR. Zentraler Fachauschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur); Jürgen Gasiecki; Achim Grünberg; Dipl.-Phys. Wolfgang Häußel; Artur Hockauf; Dipl.-Phil. Jürgen Hamel; Dipl.-Gew. Klaus Marquardt; Karl-Heinz Neumann; Jürgen Rendtel; Dipl.-Phys. Manfred Woche; Arnold Zenkert; Bernd Zill; OL Helmut Albert (verantwortlicher Redakteur).

Redaktionsitz: 963 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“, Straße der Jugend 8. Fernsprecher 3730.

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.

Unschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1980 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, 1017 Berlin, Straße der Pariser Kommune 3–4.

Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freilicht Halle.

Komet „Encke“ 1980 in Sonnennähe

S. MARX

Als Entdecker des Kometen „Encke“ wird in der Literatur Pons in Marseille angegeben, der diesen Kometen 1818 fand. Man kann aber auch sagen, Pons entdeckte den Kometen wieder, denn er war bereits 1786, 1795 und 1805 beobachtet worden. Während seiner Sichtbarkeit 1818 gelangen aber sehr viele Beobachtungen mit guter Genauigkeit. Encke, nach dem der Komet dann später benannt wurde, führte danach sehr sorgfältige Bahnrechnungen durch, die dann zeigten, daß die Kometen-erscheinungen von 1786, 1795, 1805 und 1818 alle auf das gleiche Objekt zurückzuführen sind. Die Umlaufzeit des Enckeschen Kometen beträgt 3,3 Jahre und ist noch immer die kürzeste aller bekannten Perioden. Die Bahnexzentrizität ist 0,846758, die Bahnneigung 11°946.

Der Komet „Encke“ wurde seit seiner Entdeckung sehr intensiv beobachtet und bereits im vergangenen Jahrhundert wurden Veränderungen der Umlaufperiode gefunden. Der Komet wurde in seiner Bahn immer schneller. Auf diese Tatsache machte schon Encke aufmerksam. Er berechnete eine Verkürzung der Umlaufzeit von 2,5 Stunden pro Umlaufperiode. Vor allem Backlund untersuchte dieses Problem der Beschleunigung des Kometen „Encke“ dann später sehr ausführlich. Er fand, daß die Beschleunigung nicht konstant ist. Richter (Statistik und Physik der Kometen) gibt für die säkulare Änderung der mittleren täglichen Bewegung μ die Werte der Tabelle 1. Daraus ist zu erkennen, daß die Beschleunigung von 1819 bis 1911 immer geringer geworden ist. Als Ursache für die Beschleunigung sieht Whipple das Verdampfen von Gas aus dem Kometenkern in Sonnennähe. Whipple berechnete für den Enckeschen Kometen einen Massenverlust von 0,2 % je Umlauf. Neuere Rechnungen von Whipple und Sekanina führten sogar auf einen Verlust von nur 0,09 % bei einer Gesamtmasse des Kometenkerns von weniger als 10^{16} g. Whipple und Sekanina konnten auch aus langjährigen Beobachtungsreihen eine Rotation des Kerns von 6 Stunden 22 Minuten ableiten. Die Abnahme der Beschleunigung in 100 Jahren könnte im Whipple-Modell durch eine Erschöpfung des Gasvorrates erklärt werden. Eine Erschöpfung des Gasvorrates sollte sich aber auch in veränderten Schweifstrukturen bemerkbar machen.

Tabelle 1

Epoche	$\Delta \mu$ pro Umlauf
1819 bis 1858	0,1044 Bogensekunden
1862 bis 1868	0,0800 Bogensekunden
1871 bis 1895	0,0677 Bogensekunden
1898 bis 1911	0,011 Bogensekunden

Schon seit langem ist ein Zusammenhang zwischen Kometen und Meteorströmen bekannt. Ein Vergleich der Bahndaten des Kometen „Encke“ mit Daten von Meteorströmen zeigt, daß die Tauriden wahrscheinlich auf diesen Kometen zurückzuführen sind (s. Tabelle 2).

Tabelle 2

	Komet „Encke“	Tauriden
Umlaufzeit	3,3 Jahre	3,3 Jahre
Perihelabstand	0,34 AE	0,39 AE
Exzentrizität	0,85	0,82
Bahnneigung	12°	4°

Beobachtungen des Kometen „Encke“ sind also immer noch von großem Interesse. Im letzten Quartal 1980 werden dafür wieder gute Bedingungen sein. Am 6. Dezember 1980 befindet sich der Komet im Perihel. Zu diesem Zeitpunkt hat er einen Sonnenabstand von weniger als 15° und befindet sich auch bei negativen Deklinationen (ist also nicht sichtbar). Die größte Annäherung an die Erde erreicht er am 28. Oktober 1980. Sein Abstand von der Erde beträgt zu diesem Zeitpunkt nur 0,278 AE = $41,6 \cdot 10^6$ km. Der bisher kleinste Abstand überhaupt wurde am 7. November 1838 mit 0,219 AE = $32,8 \cdot 10^6$ km erreicht.

Aus Tabelle 3 ist seine wahrscheinliche Helligkeitsentwicklung zu ersehen. Unter günstigen Bedingungen kann er Ende November eventuell sogar mit dem bloßen Auge gesehen werden. Zu diesem Zeitpunkt sind die Sichtbarkeitsverhältnisse allerdings nicht mehr die besten. Bis Ende Oktober

Tabelle 3

Datum	R. A. (1980)	Dekl. (1980)	Abstand von der Sonne [AE]	Abstand von der Erde [AE]	m vis [mag]
1980 Okt. 1	4 ^h 26 ^m 18 ^s	44°31'	1,370	0,615	12,5
Okt. 5	4 ^h 45 ^m 18 ^s	47°36'	1,313	0,544	11,9
Okt. 9	5 ^h 11 ^m 18 ^s	51°11'	1,254	0,476	11,4
Okt. 13	5 ^h 49 ^m 24 ^s	55°11'	1,194	0,414	10,7
Okt. 17	6 ^h 49 ^m 48 ^s	59°02'	1,132	0,360	10,1
Okt. 21	8 ^h 21 ^m 18 ^s	60°54'	1,069	0,316	9,4
Okt. 25	10 ^h 12 ^m 18 ^s	57°41'	1,004	0,287	8,8
Okt. 29	11 ^h 43 ^m 12 ^s	48°27'	0,937	0,278	8,3
Nov. 2	12 ^h 42 ^m 18 ^s	36°15'	0,868	0,291	7,9
Nov. 6	13 ^h 19 ^m 42 ^s	24°27'	0,798	0,325	7,6
Nov. 10	13 ^h 45 ^m 00 ^s	14°32'	0,726	0,375	7,3
Nov. 14	14 ^h 03 ^m 18 ^s	6°35'	0,653	0,438	6,9
Nov. 18	14 ^h 17 ^m 54 ^s	0°14'	0,579	0,513	6,5
Nov. 22	14 ^h 30 ^m 54 ^s	-5°02'	0,507	0,600	6,0
Nov. 26	14 ^h 43 ^m 36 ^s	-9°34'	0,440	0,700	5,4
Nov. 30	14 ^h 58 ^m 36 ^s	-13°36'	0,383	0,813	4,8

ist der Komet „Encke“ zirkumpolar, wie aus den Deklinationswerten (s. Tabelle 3) abgelesen werden kann. Für diesen Zeitraum gibt Tabelle 4 für 5 Uhr und 21 Uhr MEZ das Azimut (A) und die Höhe (h). In Tabelle 5 ist für den Monat Oktober die Kulminationszeit (T_{kulm}) in MEZ und die Kulminationshöhe (h_{kulm}) gegeben. Im November ist der Enkesche Komet dann nur noch am Morgenhimmel sichtbar. Deshalb sind Azimut und Höhe in Tabelle 4 nur noch für 5 Uhr MEZ gegeben. (Die mit * versehenen Werte gelten bereits für 6 Uhr MEZ, die mit ** für 7 Uhr MEZ). In Tabelle 6

Tabelle 4

Datum	(für 5 ^h MEZ)	h	(für 21 ^h MEZ)	h
	A		A	
1980 Okt. 1	59°0	77°3	230°3	26°2
Okt. 5	69°5	79°5	227°4	28°2
Okt. 9	91°9	82°4	223°3	29°5
Okt. 13	133°9	85°1	217°3	30°3
Okt. 17	200°1	82°2	209°2	29°5
Okt. 21	226°3	74°1	198°5	26°4
Okt. 25	239°0	62°2	187°2	20°1
Okt. 29	247°3	48°5	184°0	10°3
Nov. 2	253°6	35°0		
Nov. 6	259°4	23°2		
Nov. 10	264°4	14°2		
Nov. 14	281°6 *	16°6		
Nov. 18	285°7 *	12°0		
Nov. 22	301°9 **	16°3		
Nov. 26	305°6 **	13°0		
Nov. 30	307°5 **	9°4		

(Erklärung der * im Text)

Tabelle 5

Datum	T_{kulm} [MEZ]	h_{kulm}
1980 Okt. 1	4 ^h 00 ^m	82°5
Okt. 5	4 ^h 03 ^m	85°6
Okt. 9	4 ^h 13 ^m	89°2
Okt. 13	4 ^h 35 ^m	86°8
Okt. 17	5 ^h 20 ^m	83°0
Okt. 21	6 ^h 36 ^m	81°1
Okt. 25	8 ^h 10 ^m	84°3

Tabelle 6

Datum	A	Anfang MEZ	Datum	A	Untergang MEZ
1980 Nov. 2	196°2	23 ^h 28 ^m	Nov. 2	163°8	20 ^h 46 ^m
Nov. 7	227°7	2 ^h 05 ^m	Nov. 6	132°2	18 ^h 51 ^m
Nov. 11	246°0	3 ^h 19 ^m	Nov. 10	113°9	17 ^h 55 ^m
Nov. 15	259°3	4 ^h 05 ^m	Nov. 14	100°7	17 ^h 15 ^m
Nov. 19	269°6	4 ^h 36 ^m	Nov. 18	90°4	16 ^h 41 ^m
Nov. 23	278°2	5 ^h 01 ^m	Nov. 22	81°8	16 ^h 11 ^m
Nov. 27	285°7	5 ^h 21 ^m	Nov. 26	74°3	15 ^h 44 ^m
Dez. 1	292°4	5 ^h 42 ^m	Nov. 30	67°5	15 ^h 21 ^m

sind für November 1980 seine Auf- und Untergangszeiten dargestellt. Auch diese zeigen, daß er in der 2. Novemberhälfte nur noch kurz vor Sonnenaufgang am Osthimmel sichtbar ist. Außerdem sind für die entsprechenden Zeitpunkte die Azimute mitgeteilt.

Grundlage aller Rechnungen für die Beobachtungsmöglichkeiten waren die von Meeus vorausberechneten und im „Kalender für Sternfreunde 1980“ mitgeteilten Ephemeriden. Eine Abweichung der tatsächlichen Ephemeriden von den vorausgerechneten führt natürlich auch zu Veränderungen der berechneten Beobachtungshöhen, -azimute, Auf- und Untergangszeiten usw. Diese Abweichungen werden allerdings nicht sehr groß sein und die allgemeinen Beobachtungsmöglichkeiten nicht beeinflussen.

Fernsehrundfunk via Weltraum?

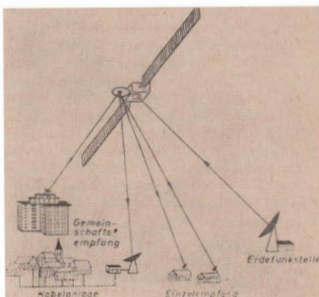
Zu einigen Aspekten und Tendenzen des Satellitendirektfernsehens

H.-D. NAUMANN

Zu den unstrittensten und auch heute noch vieldiskutiertesten Problemen auf dem Nachrichtensatellitensektor gehören die sog. **Rundfunksatelliten**, d. h. Nachrichtensatelliten für die „Rundumabstrahlung“ von Hör- und Fernsehrundfunkprogrammen, die für den Direktempfang durch die breite Öffentlichkeit bestimmt sind, also durch den Rundfunkteilnehmer unmittelbar. Unter Direktempfang hat man dabei gemäß Definition durch den Internationalen Fernmeldeverein ITU sowohl den individuellen Empfang durch das Gerät des einzelnen Teilnehmers als auch den Gemeinschaftsempfang durch Teilnehmergruppen mit gemeinsamem Empfangsantennensystem und angeschlossener Kabelverteilung zu verstehen, schlechthin also jene Empfangstechniken für Satellitensignale, wie sie heute im konsumtionellen Bereich auch für den Empfang terrestrischer Programme üblich sind (Abb. 1). Oft wird auch von Fernseh- oder Direktempfangssatelliten gesprochen – Begriffe, die nicht zweckmäßig sind und vermieden werden sollten.

Strittige Probleme um dieses neue Zukunftsmedium der Kommunikation sind heute weniger technischer Natur, sondern vor allem politischer und rechtlicher. Prinzipiell bieten Rundfunksatelliten eine ideale Möglichkeit zur weltweiten Abstrahlung einer Vielzahl von Fernseh- und Rundfunkprogrammen mit einem Minimumaufwand an Satelliten. Sie können aber gerade dadurch zu ernsthaften politischen Kontroversen führen, wenn sie seitens imperialistischer Staaten unter dem Deckmantel der sog. „Informationsfreiheit“ in den Dienst der weltweiten Verbreitung imperialistischer Ideologien und friedensfeindlicher, antihumanitärer Propaganda gestellt würden. Internationale Probleme ergeben sich auch aus Sprachbarrieren und Zeitunterschieden.

Abb. 1: Empfangstechniken für Rundfunksatelliten.



Deshalb müssen gerade für Rundfunksatelliten international klare völkerrechtliche Prämissen gesetzt werden, wie sie insbesondere von der UdSSR und den sozialistischen Staaten seit langem auf UNO-Ebene angestrebt werden und wie sie z. B. in dem 1972 von der Sowjetunion der UNO-Vollversammlung vorgelegten „Entwurf einer Konvention über Prinzipien der Nutzung künstlicher Erdsatelliten für Fernseh Direktübertragungen“ formuliert wurden [1], [2] und wie sie kurz in folgenden Thesen zusammenfaßbar sind [3]:

1. Rundfunksatellitenübertragungen erfolgen ausschließlich im Interesse des Friedens, Fortschritts und der Festigung der Freundschaft zwischen den Völkern. Die dienen der Erhöhung des Bildungsniveaus, der Entwicklung der Kultur und dem internationalen Austausch.
2. Alle Völker haben das gleiche Recht der Nutzung dieses Mediums ohne Diskriminierung und Einschränkungen.
3. Rundfunksatellitenübertragungen in fremde Länder erfolgen nur mit deren Genehmigung.
4. Sendungen in andere Staaten ohne deren Genehmigung sowie solche, die dem Weltfrieden schaden, die Menschenrechte verletzen, Zivilisation und Kultur untergraben, die Bevölkerung desinformieren oder eine Einmischung in innere Angelegenheiten darstellen sind rechtswidrig und nach dem Völkerrecht zu behandeln.
5. Alle Staaten haben das Recht, rechtswidrig auf ihr Territorium abgestrahlte Sendungen mit den ihnen verfügbaren Mitteln auf ihrem Territorium oder im Weltall entgegenzuwirken.
6. Die Verantwortung für alle nationalen Tätigkeiten auf diesem Gebiet obliegt voll und ganz dem Staat.

Warum Rundfunksatelliten?

Es erhebt sich folgerichtig die Frage: „Warum überhaupt Rundfunksatelliten?“ Wie alle Technik dienen auch derartige Satelliten letztlich keinem Selbstzweck oder werden der Lukrativität eines Fernsehens direkt aus dem Weltraum zum Bildschirm wegen geschaffen. Motivationen hierfür liefern lediglich die gesellschaftlichen Bedürfnisse. Der Einsatz von Rundfunksatelliten kann dabei durch verschiedene Bedürfnisse motiviert sein [3]:

1. Die hochindustrialisierten Länder strahlen heute in der Regel mehrere Fernsehprogramme aus, bei denen bei den in Europa bestehenden dichten Besiedlungsverhältnissen eine nahezu völlige Versorgung erreicht wird. Andererseits gestatten gerade hier die verwendeten Frequenzbereiche VHF und UHF keine Steigerung des Programmangebots über 2, unter bestimmten Gegebenheiten 3 hinaus. Alle hier in den nächsten Jahren zu erwartenden Bedürfnisse nach Erweiterung des Programmangebots bzw. neuen Kommunikationsformen erfordern neue Übertragungsmedien und -bereiche, wobei unter den heute zur Diskussion stehenden Varianten Fernseh Rundfunksatelliten die ökonomischste darstellen werden, die Frage der optimalen Synthese zwischen ihnen und terrestrischen Medien, besonders Kabelfernsehsystemen bisher aber noch nicht entschieden ist.
2. Auch unter den hochindustrialisierten Staaten gibt es zahlreiche, die – geografisch und demografisch bedingt – über eine teilweise noch lückenhafte Programmversorgung verfügen, wobei insbesondere solche Gebiete nicht erfaßt sind, die bei großer Ausdehnung geringe Besiedlungsdichten aufweisen. Das betrifft z. B. große Teile der UdSSR im nördlichen und östlichen Sibirien, der USA oder des kanadischen Nordens. Die Anwendung terrestrischer Methoden der Programmverbreitung verbietet sich hier meist noch auf Jahre, da die erforderliche hohe Zahl von Übertragungsstrecken und Sendern, mit denen jeweils nur geringe Einwohnerzahlen erfaßt werden, die ökonomische Kraft selbst großer Industrienationen übersteigt. Hier bilden Rundfunksatelliten nicht nur die ökonomischste Variante, sondern den derzeit einzig absehbaren Lösungsweg.
3. Schließlich ist die große Gruppe der Entwicklungsländer zu nennen, die heute über z. T. überhaupt noch kein nationales Fernsehen verfügen und von der geografischen und demografischen Struktur her ähnlichen Bedingungen unterliegen, wie unter 2. genannt. Die Erschließung der Länder steht hier als perspektivische Aufgabe an, wobei besonders die wirtschaftliche Bedeutung hervorzuheben ist, da das Fernsehen erstrangige Bedeutung für das Bildungswesen erlangen wird und damit die Beseitigung des noch weitverbreiteten Analphabetentums als eine der wichtigsten Grundlagen für die wirtschaftliche Entwicklung dieser Länder überhaupt. Generell hat der Einsatz von Fernseh Rundfunksatelliten in den genannten Fällen dabei folgende Vorteile gegenüber terrestrischen Versorgungsnetzen:
 - Sofortigerfassung des Gesamtterritoriums bei wesentlich kürzeren Projektierungs- und Ausbauezeiten,
 - Lückenlose Versorgung im Gesamtterritorium bei weitestgehend gleichmäßiger Empfangsqualität,
 - Günstigere ökonomische Bilanz, die natürlich um so effektiver ist, je größer das zu versorgende Territorium ist.

Bahnen und Frequenzbereiche

Für Fernschrundfunksatelliten kommen nur geostationäre Satelliten in Betracht, da bei der erforderlichen Einfachheit der Empfangsantennen eine Nachführung nicht möglich ist. Der Nachteil eines solchen Satelliten ist sein großer Abstand von der Erdoberfläche, der je nach Satellitenposition und geografischer Lage des zu versorgenden Gebietes zwischen rund 36000 km und 39000 km liegen kann. Das bedingt z. B. bei 12 GHz und mittlerer geografischer Breite die relativ hohe Grundübertragungsdämpfung von 206 dB, was einem Leistungsverhältnis von $4 \cdot 10^{20}$ entspricht [4]. Als Frequenzbereiche stehen für Rundfunksatelliten insgesamt 6 Bereiche zur Verfügung, die durch die Funkverwaltungskonferenz 1971 zugewiesen wurden (Tab. 1) und teilweise exklusiv, teilweise in gemeinsamer Nutzung mit terrestrischen Diensten auf Grund entsprechender Abstimmungen genutzt werden können. Der zunächst ideal erscheinende UHF-Bereich, für den Fernsehempfänger weitestgehend ausgestattet sind und der demzufolge den geringsten Zusatzaufwand erfordern würde, scheidet hiervon zumindest für europäische Verhältnisse aus, da er überall durch das terrestrische Fernsehen stark belegt ist und die Kleinheit der europäischen Staaten z. Z. nicht beherrschte Dimensionen der Satellitenantennen erfordern würden. Auch die Frequenzbereiche oberhalb 40 GHz stehen heute außerhalb der Diskussion, da die technischen Voraussetzungen für ihre Nutzung nicht gegeben sind. Deshalb wird sich ein künftiger Rundfunksatellitendienst zumindest in den Funkregionen 1 und 3 (Europa, Asien, Afrika) vor allem im 12-GHz-Bereich abspielen.

Tabelle 1: Frequenzbereiche für Rundfunksatellitendienste

Frequenzbereich	Bandbreite	Bemerkungen
620 – 790 MHz	170 MHz	nur für Gemeinschaftsempfang
2500 – 2690 MHz	190 MHz	Region 2 nur für Gemeinschaftsempfang
11,7 – 12,2 GHz	500 MHz	Region 2 und 3
11,7 – 12,5 GHz	800 MHz	Region 1
22,5 – 23 GHz	500 MHz	Region 3
41 – 43 GHz	2000 MHz	z. Z. technisch nicht beherrscht, Nutzbarkeit
84 – 86 GHz	2000 MHz	nicht einschätzbar

12-GHz-Satellitenrundfunk

Auf Grund dieses Sachverhaltes befaßte sich eine weitere Funkverwaltungskonferenz der ITU 1977 speziell mit diesem Frequenzbereich und legte für die Regionen 1 und 3 die Kanalauf- und -zuteilungen sowie die Betriebsbedingungen für Rundfunksatelliten fest. Jedes Land dieser Regionen kennt damit seine nutzbare Satellitenposition, die belegbaren Kanäle sowie die Betriebsbedingungen eines eventuellen Satelliten. Bei der Festlegung war die gemeinsame Nutzung des 12 GHz-Bereiches durch verschiedene Funkdienste zu beachten (Tab. 2) sowie die daraus resultierenden möglichen Störungen. Ohne hier auf Parameter näher einzugehen, können die wichtigsten grundlegenden Festlegungen der Konferenz wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Für Rundfunksatellitendienste wird eine nationale Versorgung zur Grundbedingung gemacht. Eine grenzüberschreitende Versorgung bedarf generell besonderer Vereinbarungen der betroffenen Länder. Ein Schutz der Satellitensendungen durch Funkdienste anderer Länder ist nur im eigenen Land gewährleistet. Aus diesen Grundbedingungen resultieren sehr hohe Forderungen an die Genauigkeit der Satellitenpositionierung und -positionsstabilisierung. Zugelassen werden Positionsabweichungen in OW- und NS-Richtung von 0,1 Grad.
2. Die Versorgungsgebiete der nationalen Satelliten sollen weitgehendst den nationalen Grenzen entsprechen. Wegen deren geometrischer Unregelmäßigkeiten wird der Grenzverlauf durch ein

Tabelle 2: Frequenzzuweisungen der ITU im 12-GHz-Bereich

Region	1	2	3
Frequenzbereich	11,7 – 12,5 GHz	11,7 – 12,2 GHz	11,7 – 12,2 GHz
	Feste Funkdienste	Feste Funkdienste	Feste Funkdienste
	Bewegliche Funkdienste, außer Flugfunk	Feste Satellitenfunkdienste Bewegliche Funkdienste, außer Flugfunk	Bewegliche Funkdienste außer Flugfunk
Nutzung durch verschiedene Funkdienste	Rundfunk Satellitenrundfunk	Rundfunk Satellitenrundfunk	Rundfunk Satellitenrundfunk

Polygon angenähert, wobei der Versorgungsbereich durch die jeweils kleinste Kreis- oder Ellipsenfläche gegeben ist, die das Polygon gerade umschreibt. In Bild 2 sind für einige europäische Länder die Versorgungsbereiche dargestellt.

3. Jedem Land und damit jedem Ausleuchtgebiet ist eine feste Orbitposition zugewiesen. Die einzelnen geostationären Positionen sind so gewählt, daß ein gegenseitiger Abstand von 6 Grad gewährleistet ist. Dies sichert Mindestschutzabstände gegen Nachbarkanalstörungen.
Wegen des großen Kanalbedarfs werden alle Kanäle mehrfach belegt. Allein in Region 1 sind 102 Länder zu versorgen. Insgesamt werden hierfür von 13 Orbitpositionen bei voller Nutzung rund 600 Programme abgestrahlt. Der Gesamtplan für die Regionen 1 und 3 stellt rund 1000 Fernsehkanäle bereit.
4. Jedem Land stehen in diesem Konzept bis zu 5 Fernsehkanäle zur Verfügung, in denen neben Fernsehprogrammen auch äquivalente Hörrundfunkprogramme abgestrahlt werden können.
5. Die Abstrahlung der Satellitensignale erfolgt zirkular polarisiert, wodurch für die Empfangsantenne eine Ausrichtung der Polarisationssebene entfällt. Im Interesse einer Vergünstigung der Leistungsbilanz wird für das Bildsignal die leistungssparende Frequenzmodulation angewandt.

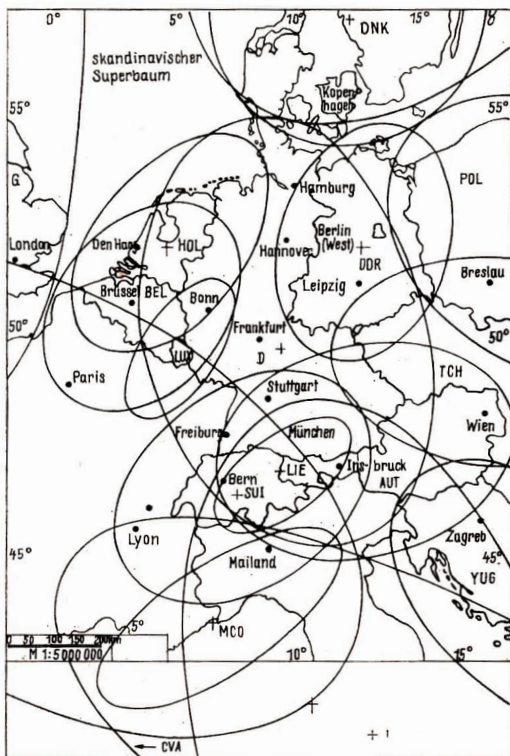


Abb. 2: Versorgungsbereiche einiger europäischer Länder für Rundfunksatelliten.

Am Boden sind deshalb neben Frequenzkonvertern Modulationswandler erforderlich, da beim terrestrischen Fernsehen amplitudenmodulierte Bildsignale angewandt werden.

Der Plan trat am 1. 1. 1979 in Kraft und hat zunächst 15 Jahre Gültigkeit. Er erfüllt im wesentlichen alle aus heutiger Sicht zu stellenden Forderungen und bietet technisch und auch rechtlich gute Voraussetzungen für die Realisierung von Rundfunksatellitensystemen in den betreffenden Ländern.

Der „DDR-Rundfunksatellit“

Die DDR hat in diesem Plan eine Satellitenposition bei 1 Grad w. L. zugewiesen bekommen. Ihre Versorgungseclipse zeigt Bild 3. Die Nutzung dieser Position erfolgt gemeinsam mit der VRP, ČSSR, VRB, SRR und der UVR. Tab. 3 gibt die für diese Staaten zugewiesenen Kanäle und Kanalfrequenzen an.

Die 12-GHz-Empfangsanlage

Tabelle 3 : Kanalzuweisungen für 12-GHz-Rundfunksatelliten der RGW-Staaten für die Satellitenposition - 1°

Land	Kanal	Frequenz (MHz)	Land	Kanal	Frequenz (MHz)
DDR	21	12 111,08	VRB	4	11 785,02
	25	12 187,80		8	11 861,74
	29	12 264,52		12	11 938,46
	33	12 341,24		16	12 015,18
	37	12 417,96		20	12 091,90
ČSSR	3	11 765,84	VRP	1	11 727,48
	7	11 842,56		5	11 804,20
	11	11 919,28		9	11 880,92
	15	11 996,00		13	11 957,64
	19	12 072,72		17	12 034,36
UVR	22	12 130,26	SRR	2	11 746,66
	26	12 206,98		6	11 823,38
	30	12 283,70		10	11 900,10
	34	12 360,42		14	11 976,82
	38	12 437,14		18	12 053,54

Für die Empfangsanlage sind als Hauptkomponenten Frequenz- und Modulationskonverter sowie Antenne erforderlich. Die Konvertierung erfolgt direkt an der Antenne, sodaß diese Komponenten zweckmäßig als konstruktive und elektrische Einheit ausgeführt werden. Der Öffnungswinkel der Antenne wurde für Einzelpfang mit 2 Grad und für Gemeinschaftsempfang mit 1 Grad festgelegt. Das entspricht bei Verwendung von Parabolantennen im ersten Fall einem Spiegeldurchmesser von 90 cm, im zweiten einem solchen von 180 cm.

Wichtig ist die Frage des Antennenerhebungswinkels. Soweit möglich, soll er 20 Grad nicht unterschreiten, da sonst ein starker Anstieg der Dämpfung der Satellitensignale infolge des längeren Signalweges zu verzeichnen ist. Im Gebirge sollen 30 Grad nicht unterschritten werden, um Abschattungen durch Gipfel zu vermeiden und in Gebieten mit starken Niederschlägen 40 Grad. Die Forderungen, den Erhebungswinkel zum Satelliten größer als einen Mindestwert zu machen, läuft darauf hinaus, eine Satellitenposition mit geringer geografischer Längendifferenz zum Empfangsgebiet zu wählen.

Die Forderung nach einem Mindestwert von 20 Grad ist nicht mehr erfüllbar, wenn das Versorgungsgebiet höher als 60 Grad nördlicher Breite liegt. Dann müssen kleinere Winkel mit ihren Nachteilen in Kauf genommen werden. Bisherige Experimente in Kanada zeigten aber, daß auch dann noch ein guter Empfang realisierbar ist.

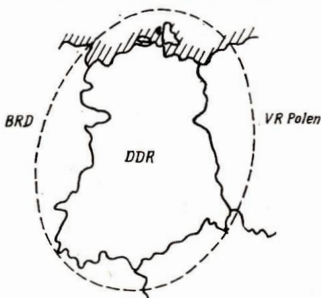


Abb. 3: Für die DDR vorgeschriebener Versorgungsbereich eines Fernsehrundfunksatelliten.

Die Technik der Empfangsanlagen wirft heute keine ernsthaften technischen Probleme mehr auf, zumal dabei weitgehend auf Entwicklungen und Technologien aus kommerziellen Bereichen (Richtfunktechnik) zurückgegriffen werden kann, für die eine ökonomische Umsetzung zu realisieren ist.

Experimente, Systeme und Projekte

Bisher gibt es in den wenigsten Ländern konkrete Vorstellungen über Umfang, Art und Zeitpunkt des Einsatzes und der Nutzung von Fernsehfunksatelliten. In der Mehrzahl der Länder fehlen die technischen Voraussetzungen, Programmvorstellungen und -produktion sowie klare Vorstellungen über die perspektivische Entwicklung der Kommunikationsmethoden und -mittel und die Einordnung des neuen Mediums Rundfunksatellit in eine zu verfolgende Generallinie. Zur Zeit laufen einige wenige Experimente, Experimente größeren Umfangs sind ab etwa 1983 bis 85 zu erwarten, eine kommerzielle Nutzung erst im Zeitraum nach 1985.

Experimente mit Fernsehfunksatelliten wurden bisher in den USA und Indien mit dem Satelliten ATS - 6 speziell zur Verbreitung von Bildungssendungen unternommen, ferner in Kanada mit dem Satelliten CTS und in Japan mit dem 1978 gestarteten Satelliten BSE. Als kommerziell betriebenes System gehört in diese Kategorie auch das sowjetische Ekran-System.

Experimente und Systeme mit Gemeinschaftsempfang im UHF-Bereich

Projekt SITE (Indien)

Das erste großangelegte Experimentalprogramm zur Verbreitung von Fernseh-, speziell Bildungssendungen im UHF-Bereich bildete das Projekt SITE (Satellite Instructional Television Experiment) in Indien in den Jahren 1975/76. Es verfolgte das Ziel, für 1 Jahr Aufklärungs-, Erziehungs- und Bildungsprogramme in rund 2400 abgelegene Dörfer zu übertragen, um hier die Aufnahmefähigkeit durch die Bevölkerung und die Wirkung von Fernsehungsprogrammen auf die Hebung des allgemeinen Bildungsniveaus in solchen Gebieten zu testen, in denen noch absolutes Analphabetentum besteht. Da hierüber ausgiebig berichtet wurde [5], seien der Vollständigkeit halber nur die wichtigsten Daten wiederholt. Als Satellit diente der USA-Satellit ATS - 6, der die Sendungen bei 860 MHz mit 80 W Sendeleistung über eine 10 m große Parabolantenne abstrahlte. Es erfolgte hier keine Beschränkung auf eine nationale Versorgung. Die Empfangsanlagen arbeiteten mit 3-m-Drahtgeflechtantennen einfacher Konstruktion und in Indien serienmäßig hergestellten Fernsehempfängern. Zum Bildsignal wurde ein zweisprachiger Begleiton frequenzmoduliert ausgestrahlt.

Die Feldstärke der Signale war so groß, daß auch in Europa erfolgreiche Empfangsversuche mit einfachen Anlagen durchgeführt wurden [6]. An der Universität Dublin (Irland) wurde eine Empfangsanlage mit abgestimmter Wendelantenne und 6-m-Parabolreflektor erfolgreich betrieben. Eine englische Anlage verwendete einen 1,5-m-Parabolspiegel mit Helixerregern als Antenne und einen serienmäßigen UHF-Konverter.

Amerikanische Experimente

Diese glichen weitgehend dem indischen Projekt und dienten dem Verbreiten von Bildungssendungen für unterentwickelte Gebiete der USA in den Appalachen, Rocky-Mountains und Alaska. Als Satellit diente ebenfalls ATS-6. Einzelheiten wurden in dieser Zeitschrift bereits beschrieben [5].

Das sowjetische Ekran-System

Dieses 1976 in Dienst gestellte System ist das erste kommerziell betriebene Fernsehfunksatellitensystem der Erde für Großgemeinschaftsempfang. Es dient der Ergänzung des seit 1967 bestehenden nationalen Orbita-Systems und wird für die Fernsehprogrammverteilung in solche Gebiete besonders des nördlichen und östlichen Sibiriens, in denen wegen der geringen Besiedlungsdichte die Schaffung der aufwendigeren Orbita-Erdefunkstellen ökonomisch nicht vertretbar sind, genutzt. Die Investitionskosten pro Fernsehteilnehmer würden sich auf Orbita-Basis hier auf mehrere tausend Rubel belaufen. Für das Erreichen von 95 % der Bevölkerung wären noch etwa 2500 Fernsehstationen mit Zubringerlinien erforderlich gewesen, deren Errichtung noch viele Jahre gedauert hätte. Die Ekran-Satelliten erfassen etwa 9 Mio km² Fläche mit rund 20 Mio Einwohnern. Das System arbeitet mit folgenden Parametern:

Sendeleistung des Satelliten	300 W
Sendefrequenz	714 MHz
Satellitenmasse	etwa 3000 kg
Satellitenantenne	96 Spiralantennen mit 2,30 x 5,50 m ² Gesamtoberfläche

Zum Empfang dienen zwei Typen von Anlagen:

1. Großgemeinschaftsempfangsanlagen für einen Versorgungsbereich mit 10...20 km Radius. Die Empfangsantenne besteht aus 32 Yagi-Antennen von 3,5 m Länge. Jede hat 30 gekreuzte Direktoren, einen Strahler und einen 2,1 m langen Reflektor.
2. Großgemeinschaftsanlagen für 3...5 km im Radius umfassende Gebiete. Das Empfangsantennensystem besteht aus 4 Yagi-Antennen, so daß es auf Dächern von Schulen, Kultur- und Wohnhäusern montierbar ist.

Bis 1980 sollen insgesamt etwa 1000 derartige Stationen errichtet sein.

Experimente, Projekte und Systeme im 12-GHz-Bereich sowie einige Betriebserfahrungen

Kanadische Experimente (Hermes)

Kanada startete 1974 seinen experimentellen Satelliten CTS (Communication Technology Satellite), auch Hermes genannt, mit dem neben zahlreichen anderen Übertragungsversuchen auch Fernseh- und Funkexperimente unternommen wurden. Hierfür arbeitete CTS im 12-GHz-Bereich mit 200 W Sendeleistung. Die durchgeführten Experimente haben gezeigt, daß Großsatelliten derartiger Dimensionen durchaus über längere Zeit zuverlässig arbeiten und auch unter extremen Umweltbedingungen der Empfangsstationen eine gute Übertragungsqualität gewährleisten.

Fernsehempfangsversuche mit Parabolspiegeln von 1,2 m und 1,6 m Durchmesser ergaben bisher durchweg gute Bildqualitäten. Solche Anlagen wurden vor allem in entlegenen Nordgebieten Kanadas eingesetzt, wobei vorwiegend Erziehungs- und Bildungsprogramme übertragen wurden. Der Betrieb erfolgte hier unter extremen klimatischen Umgebungsbedingungen und mit Erhebungswinkeln herab bis zu 9,6 Grad. Im Zentrum des Versorgungsgebietes wurden auch Empfangsanlagen mit 60-cm-Parabolspiegeln erfolgreich erprobt, wobei eine Antennenmontage unter Dächern und hinter Glaswänden noch als gut bezeichnete Empfangsqualität ergab [8].

Das japanische Versuchsprogramm BSE

Japan startete am 7. 4. 1978 einen rund 340 kg (Umlaufmasse) schweren experimentellen Fernseh- und Rundfunksatelliten BSE (Broadcasting Satellite Experiment). Er ist über dem Meridian von Tokio stationiert und nahm im Juli 1978 seinen Betrieb auf. Im Rahmen eines zunächst für 3 Jahre veranschlagten Versuchsprogramms werden Empfangsversuche und Ausbreitungsmessungen mit Fernsehsignalen, Fernsehsignalen mit mehreren Tonkanälen und digital modulierten Fernsehsignalen durchgeführt. Für die Experimente dienen Empfangsanlagen mit Antennen von 4,5 m, 2,5 m und 1,6 m Durchmesser sowie besonders minimierte Anlagen mit Antennenabmessungen von 1,6 m und 1,0 m Durchmesser. Die bisherigen Experimente erbrachten gute, teilweise erstaunliche Ergebnisse. So ergab sich, daß die vorhergesagte geringe atmosphärische Dämpfung von ≤ 2 dB zu 99,9 % der Betriebszeit erreicht wurde, während Prognosen nur 99 % erwarteten.

Das BSE-Projekt bildet die Grundlage eines etwa für 1983/84 geplanten kommerziellen Einsatztyps.

Projekte west- und nordeuropäischer Staaten

Unter einer Vielzahl von Plänen und Projekten am weitesten fortgeschritten sind heute die Pläne der skandinavischen Länder, die im Rahmen des Projektes NORDSAT den Start eines Gemeinschaftssatelliten für etwa 1985 konzipieren, sowie die der BRD und Frankreichs. Hierbei ist nicht zu übersehen, daß in den westeuropäischen Staaten das Medium Fernseh- und Rundfunksatellit bereits zum Gegenstand ernstlicher Kontroversen geworden ist, die sich vor allem gegen Vorhaben Luxemburgs richten, Programmausstrahlungen in andere europäische Länder via Satellit vorzunehmen und diese privat-kommerziellen Programme durch Reklame zu finanzieren. Andererseits sind die Konzerne der BRD und Frankreichs daran interessiert, ihr besonders durch die Satellitenprojekte Symphonie und OTS gewonnenes Know-How und ihren hieraus resultierenden Entwicklungsvorsprung schnellstmöglich kommerziell zu nutzen, was auch in den Verträgen mit China, das in den nächsten Jahren bis zu 20 Nachrichtensatelliten aus der BRD beziehen will, Niederschlag findet.

Im Oktober 1979 vereinbarten Frankreich und die BRD Entwicklung und Bau von gemeinsamen Fernseh- und Rundfunksatelliten, wobei das Gesamtprojekt 2 Phasen umfaßt:

- In einer sog. präoperationellen Phase sollen 1983 zwei gleichartige Satelliten gestartet werden, die jeweils 3 Kanäle ausstrahlen. Bei dem BRD-Satelliten TV-SAT D kommen in diesen Kanälen 2 Fernsehprogramme des BRD-Fernsehens zur Ausstrahlung, im 3. Kanal etwa 12 Stereo-Hör- und Rundfunkprogramme. Frankreich gab konkretere Pläne zur Kanalbelegung noch nicht bekannt. Beide Satelliten sollen bis 1985 im Rahmen eines Test- und Experimentalprogramms arbeiten.

- 1985 beginnt die operationelle Phase, d. h. der kommerzielle Betrieb mit Satelliten mit jeweils 5 Kanälen, die 4 Fernsehprogramme und im 5. Kanal äquivalente Hörrundfunkprogramme ausstrahlen sollen.

Unter zahlreichen weiteren Projekten insbesondere arabischer und afrikanischer Staaten ist das bisher anspruchsvollste und aufwendigste Projekt das NORDSAT-Konzept der skandinavischen Staaten. Es sieht die Abstrahlung von insgesamt 13 Kanälen, 8 für eine östliche und 5 für eine westliche Versorgungszone über einen Satelliten vor. Die konzipierte Masse beträgt etwa 2500 kg, wofür nur der Space Shuttle als Träger in Betracht kommt.

Literatur:

- [1] -, Entwurf einer Konvention über Prinzipien der Nutzung künstlicher Erdsatelliten für Fernsehdirektsendungen, Neues Deutschland, 11. 8. 72, S. 6. - [2] - Brief A. L. Gromyko an Dr. K. Waldheim - Erläuterungen zur Konvention, ebenda. - [3] Naumann, H.-D.: Stand und Entwicklungstendenzen von Nachrichtensatelliten, Informat. f. d. Referenten der Urania, Urania-Präsidium, Sektion Raumfahrt, 1978. - [4] Süverkrübe, R.: Direkte Fernsehversorgung durch Rundfunksatelliten - Die Situation nach der Funkverwaltungskonferenz 1977, Tagungsband der 5. Jahrestagung der FKTG, Kiel 1977, S. 111 - 119. - [5] Naumann, H.-D.: Das Test- und Experimentalprogramm des Applikationssatelliten ATS - 6, Astronomie u. Raumfahrt, (1975) 4, S. 124 - 127. - [6] Schwarz, B.: ATS-6-Sendungen für Indien in Europa empfangen. Funkschau, 49 (1977) 5, S. 199 - 200. - [7] Versch. Autoren: Mehrere Beiträge über das System EKRA, Elektrowjas, (1977) 5, S. 5 - 23. - [8] Autorenkollektiv: Das 11. Internationale Fernschesymposium, Rundfunktechn. Mitteilungen, 23 (1979) 5, S. 236 - 251.

Kosmos und Entwicklung II

Historizität des Kosmos und Universalität der Naturgesetze (1)

FRITZ GEHLHAR

Es ist eine bekannte Eigentümlichkeit des Fortschritts wissenschaftlicher Erkenntnis, daß die Lösung eines Problems zu einer Vielzahl neuer Probleme führt. Mit der Durchsetzung des Entwicklungsgedankens in der Astronomie war eine Antwort auf die Frage „Sind die Objekte des Kosmos ewig und unveränderlich oder unterliegen sie einem steten Werden und Vergehen?“ gegeben. Aber diese Antwort türmte einen Berg neuer Fragen vor den „Entdeckern des Himmels“ auf. Viele dieser Probleme sind sehr eng mit philosophischen Fragestellungen verbunden. Auf einige von ihnen soll im folgenden eingegangen werden. Ich möchte jedoch dazu anmerken, daß viele Aspekte der kosmischen Evolution mit philosophischer Relevanz seitens der Philosophie bislang noch ungenügend analysiert sind; andererseits gibt es intensive Diskussionen im Rahmen der philosophischen Entwicklungslehre und im Zusammenhang mit Evolutionsproblemen anderer Einzelwissenschaften (Biologie, Gesellschaftswissenschaften ...), von denen noch ungenügend klar ist, welche Bedeutung sie für die Aufklärung kosmogonischer Fragen haben.

Die Geschichtlichkeit des Kosmos

Noch vor einigen Jahrzehnten wäre es sehr vielen äußerst seltsam erschienen, Begriffe wie den der *Geschichte* und den des *Kosmos* in einen engen Zusammenhang gesetzt zu sehen. Und das, nachdem die Vergänglichkeit jedes einzelnen kosmischen Objekts als gesicherter Sachverhalt angesehen werden konnte! Den „Kosmos als Ganzes“ betrachtete man keineswegs als in dieses ständige Werden und Vergehen einbezogen. Selbst A. Einstein, der mit seiner Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) eine der entscheidenden Grundlagen der modernen theoretischen Kosmologie schuf, faßte in seinem ersten kosmologischen Modell den Kosmos als ein statisches System auf [3]. Während für ihn die Frage nach der räumlichen Endlichkeit oder Unendlichkeit des Kosmos eine *physikalische* grundlegen-

de Problematik darstellte, erschien ihm die statische Natur der „Welt im großen“ als eine selbstverständliche Voraussetzung seiner Überlegungen.

Nun gelang es dem sowjetischen Mathematiker und Geophysiker A. Friedman (1888—1925), in einem 1922 veröffentlichten Artikel („Über die Krümmung des Raumes“) zu zeigen, daß es allgemeinere Lösungen der Einsteinschen Gravitationsgleichungen gibt, unter die sowohl endliche als auch unendliche Weltmodelle fallen. Das Charakteristische aller dieser Modelle ist ihre Nichtstationarität. Nach diesen Modellen expandiert oder kontrahiert der Kosmos. Auch das Einsteinsche Modell ist ein Spezialfall dieser Friedman-Lösungen; denn es zeigte sich, daß diese Lösung nicht stabil ist.

Friedmans Arbeit war die theoretische Geburtsurkunde der Idee vom veränderlichen Kosmos. Die erste große praktische Bestätigung dieser Idee erfolgte 1929, als E. Hubble (1889—1953) die Verschiebung der Spektrallinien in den Spektren der Galaxien zum roten Ende hin entdeckte. Mit der Deutung dieser Rotverschiebung als Dopplereffekt erhielt man die Kunde von einem allgemeinen Auseinanderlaufen der Galaxien, d. h. von der Expansionsbewegung des Kosmos.

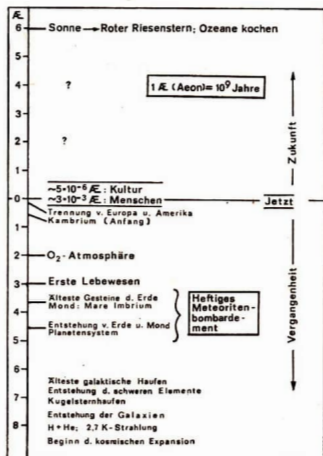
Kosmologische Theorien beschreiben freilich nicht nur die raumzeitliche Struktur der „Welt im großen“. Sie müssen auch die theoretische Grundlage dafür liefern, daß die Entstehung und Verteilung der verschiedenen Strukturen im Kosmos erklärt werden können. Hierzu ist auch die Deutung der Häufigkeit der chemischen Elemente im Kosmos zu rechnen. Einen bedeutsamen Versuch hierzu unternahm G. Gamow (1904—1968) mit seiner Hypothese des „heißen Weltalls“ (1946). Mit der Annahme eines heißen Zustandes des Kosmos in der Frühphase der Expansion („heißer Urknall“) glaubte er, einen Zustand gefunden zu haben, in dem die Synthetisierung der chemischen Elemente in der heute verzeichneten Häufigkeit erfolgte. Diese Annahme bestätigte sich nicht. Aber der Gedanke des „heißen Weltalls“ brachte zwei kosmologisch äußerst wichtige Voraussagen (s. z. B. [1], S. 380). Gamows Theorie lieferte die Erklärung der relativen kosmischen Helium-Häufigkeit (etwa 25 %). Vor allem aber wies sie auf das Vorhandensein einer thermischen Reststrahlung aus jener heißen Phase hin. Diese „Reliktstrahlung“ wurde 1965 durch A. Penzias und R. Wilson mit der 3 K-Strahlung entdeckt (Nobelpreis für Physik 1978).

Die Kosmologie wurde zu einer Lehre von der *Geschichte* des Kosmos mit wachsender empirischer Grundlage. Und so konnte 1975 A. Unsöld in einem Artikel, in dem er Ziele, Stand und Tendenzen heutiger Kosmosforschung umriß, schreiben: „Unsere *Methodik* entspricht genau der der Historiker: Wir suchen nach alten Urkunden, das heißt nach Gegenständen und Erscheinungen, die aus den erwähnten Zeiträumen stammen und versuchen, sie mit Hilfe der dem heutigen Geschehen entnommenen *Naturgesetze* zu interpretieren“ ([9], S. 3).

In den vergangenen Jahrzehnten wurde von den Astrophysikern eine große Vielfalt an Szenarien für die Geschichte des Kosmos entwickelt. Das bewährteste, d. h. die heute bekannten Fakten am besten erklärende Szenarium ist das Modell des „heißen Weltalls“; allerdings in einer gegenüber der ursprünglichen Gamowschen Konzeption abgewandelten Form. Nach ihr werden die schweren Elemente nicht in der heißen Frühphase, sondern im Ergebnis von Kernbrennprozessen in den Sternen synthetisiert. In der Anfangsphase der Expansion entstanden gemäß dieser Theorie fast nur Wasserstoff und Helium.

Zur Illustration dieser Vorstellungen sei ein Schema aus Unsölds Artikel angeführt ([9], S. 4): Etwas kurz kommt in diesem Schema die heiße Anfangsphase der kosmischen Expansion. Da astrophysikalische Theorienansätze und Fakten von mir natürlich nur fragmentarisch angeführt werden können, sei der an einer ausführlicheren Darstellung interessierte Leser auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen (etwa auf [1], [7], [6], [2], [8], [5] ...).

Abb. 1: Kosmos und Entwicklung.



Bei dem voranstehend Angeführten konnte es nur darum gehen, die zu einer philosophischen Betrachtung anstehende Situation anzudeuten. Im Zusammenhang mit dieser Situation werden eine Reihe philosophischer oder philosophisch relevanter Fragen diskutiert. Zu diesen gehören auch die folgenden:

- Stehen Geschichtlichkeit des Kosmos (oder der Natur) nicht im Gegensatz zur allgemeinen Gültigkeit der Naturgesetze?
- Reicht die Kenntnis „der dem heutigen Geschehen entnommenen Naturgesetze“ aus, um die Evolution des Kosmos bis in die frühesten Phasen der Expansion zurückzuverfolgen?
- Oder brauchen wir eine „neue Physik“, – und dies vielleicht schon, um einige der für uns neuen, „exotischen“, von den Astronomen entdeckten Objekte des Kosmos erklären zu können?
- Wenn alles im Kosmos der Veränderung unterliegt, wie verhält es sich dann mit den Naturkonstanten? Sind sie wirklich absolut konstant?

Bevor ich auf diese Fragen eingehe, möchte ich auf Ausführungen von H. Lambrecht im Artikel „Zur Kosmogonie der interstellaren Materie“ [10] aufmerksam machen. Darin wird die Problemsicht zur Historizität des Kosmos wesentlich vertieft.

Lambrecht stellt die Frage, in welchem Sinne Kosmogonie aus der Sicht des heutigen Erkenntnisstandes möglich ist. Er geht davon aus, daß das Beobachtungsmaterial und die zur Verfügung stehenden Theorien uns auf drei grundlegende Zeitskalen führen:

1. die Zeitskala der Sternentwicklung, deren „Uhr“ gemäß dem Regelmechanismus des Eindeutigkeitstheorems von Vogt und Russell funktioniert („Der Aufbau eines Sterns im Gleichgewicht, insbesondere die Leuchtkraft, der Radius und die effektive Temperatur . . . , ist eindeutig durch seine Masse und chemische Zusammensetzung gegeben“) ([10], S. 34).
2. die Zeitskala der Elemententstehung, die durch die Mikrophysik bestimmt ist;
3. die Skala der Expansion des Kosmos, deren „Uhr“ nach den Gesetzen der Makrophysik abläuft.

Die Analyse des gegenwärtigen Forschungsstandes führt Lambrecht zu dem Ergebnis, „daß die drei ermittelten Zeitskalen nicht im Widerspruch stehen zu der Annahme der prinzipiellen Vergleichbarkeit der drei nach so unterschiedlichen physikalischen Gesetzen ablaufenden Uhren. Zeitliche Veränderungen von Gangunterschieden müssen jedenfalls kleiner sein als mit den gegenwärtig noch relativ unsicheren Methoden nachweisbar“ ([10], S. 43). Die Bedeutung der Vergleichbarkeit dieser drei Uhren ist eminent. Sie besagt nämlich, daß Kosmogonie „im weitesten Sinne des Wortes“ möglich ist. Den Entstehungsmechanismus einzelner Klassen kosmischer Objekte kann man unabhängig von einer umfassenden zeitlichen Orientierung untersuchen. Man kann sie mit den physikalischen Gleichungen beschreiben, wenn man entsprechende Randbedingungen annimmt, „setzt“. „Die Frage nach der Zeitrichtung wird aber in dem Augenblick aufgeworfen, in dem der Versuch unternommen wird, die einzelnen Gruppen kosmischer Objekte in den zeitlichen Ablauf einer universellen Entwicklung einzuordnen“ ([10], S. 31). Mit der Feststellung der Zuordenbarkeit der drei Zeitskalen aber ist diese Frage positiv beantwortet. Damit ergibt sich die Einordnung der kosmischen Grundprozesse in die „Gesamtevolution des Kosmos“. Die kosmische Zeitskala, die Lambrecht in Auswertung des Gesagten angibt, entspricht im Prinzip der des Unsöld'schen Schemas.

Historizität der Naturgesetze?

Manchem, der sich mit Gegenständen wie den hier besprochenen beschäftigt, wird sich die Frage aufdrängen: Geschichtlichkeit bedeutet Veränderung, Absterben von Altem und Entstehen von Neuem; Gesetze dagegen haben es mit dem Beständigen, mit dem sich in gleicher Weise Wiederholenden zu tun. Beißt sich das nicht? Stehen sich nicht Geschichtlichkeit und Gesetzmäßigkeit entgegen?

Es handelt sich hier um eine alte Frage, die in der Geschichte des wissenschaftlichen Denkens oft gestellt wurde, und zu der auch immer wieder Antworten versucht wurden. Es sei nur an I. Kant erinnert, nach dessen Vorstellungen sich das ständige Entstehen und Vergehen der „Welten“ auf der Grundlage der unveränderlichen, absolut geltenden Gesetze der „Newtonischen Mechanik“ vollzieht.

Unsere Frage ist durchaus auch nicht nur von methodologischer Relevanz für die naturwissenschaftliche Evolutionsforschung. Sie hat gerade heute eine große weltanschauliche Bedeutung in der geistigen Klassenausgrenzung (vgl. [4]). In der bürgerlichen Philosophie versucht man der revolutionären Wirkung des durch Marx und Engels erbrachten Nachweises der zum Sozialismus hin-führenden Gesetzmäßigkeit der gesellschaftlichen Entwicklung entgegenzutreten, indem man die Unvereinbarkeit von Geschichtlichem und Gesetzmäßigem behauptet. So glaubt der bekannte bürgerliche Philosoph K. Popper, in seinem Buch „Das Elend des Historizismus“ den Historischen Mate-

rialismus widerlegt und nachgewiesen zu haben, daß die Lehre von der historischen Gesetzmäßigkeit und der auf dieser beruhenden Voraussagbarkeit gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse der „reinsten Aberglaube“ sei.

Nicht nur die Erfahrungen mit der Prognose gesellschaftlicher Prozesse – wie beispielsweise durch Marx und Engels im „Kommunistischen Manifest“ – bestätigen die Annahme der Existenz von Entwicklungsgesetzen. Auch die Naturwissenschaften wie Biologie, Geologie usw. und nicht zuletzt die Astronomie demonstrieren überzeugend die Richtigkeit der Konzeption, nach der Entwicklungsprozesse wie alle anderen von objektiven Gesetzen bestimmt sind. Das ist freilich auch nicht das Problem, wenn in der Astrophysik heute die Problematik von Historizität und Naturgesetz erörtert wird. Vielmehr wird die Frage gestellt, ob die Gesetze selbst sich entwickeln.

Es ist hier nicht möglich, die Problematik in ihrer ganzen Breite und Allgemeinheit zu behandeln. Deshalb soll exemplarisch vorgegangen werden. Dabei kann ich mich hinsichtlich der allgemeinen philosophischen Gedanken auf die grundsätzlichen und sehr klaren Ausführungen von A. Griese in [4] stützen.

1973 erschien das erste Heft der „Veröffentlichungen des Forschungsbereichs Kosmische Physik“ der Akademie der Wissenschaften der DDR [10]. Dieses Büchlein besteht aus drei Beiträgen, die zumindest einen interessanten Einblick in das Spektrum der unter dem Gesichtspunkt Historizität und Naturgesetz diskutierten Probleme geben. Auf Grundgedanken eines dieser Beiträge, des Artikels von H. Lambrecht, wurde bereits Bezug genommen.

Die beiden anderen Beiträge des Heftes haben eine andere Zielstellung. Sie fragen direkt nach der Historizität der Naturgesetze. A. Watznauer betont in „Gedanken zur Frage nach der Historizität der Naturgesetze“ die Bedeutung ein solches „heißen Eisen“ wie diese Frage anzufassen, daß das Anfassen von Grundfragen wie dieser „einen alten Rahmen sprengt und durch einen neuen, gegebenenfalls erzwungenen Wechsel in der Blickrichtung völlig neue, bisher nicht erkannte Erkenntniswege eröffnet“ (S. 9). Seine Beantwortung dieser Grundfrage, deren insbesondere methodologische Bedeutung Watznauer an den Erkenntnissen und Forschungsaufgaben der heutigen Geologie demonstriert, sei hier skizziert.

Er charakterisiert Gesetze als wiederkehrende Ereignisfolgen (S. 9). Weiterhin hat nach ihm das Gesetz einen historischen Aspekt wenn die Ereignisfolge „nur zu einem bestimmten Zeitpunkt ablaufen kann und einen irreversiblen Charakter hat, bzw. wenn eine Ereignisfolge vorliegt, deren Gesetzmäßigkeit im Ablauf der Zeit eine gesetzmäßige Änderung erfährt“ (S. 10). Watznauer geht nun im Sinne eines Einsteinschen Postulats davon aus, daß es bestimmte ahistorische „Fundamentalgeseetze“ gibt, „die für abgeschlossene wie offene Systeme durchgehend gelten“; sie sind „aus einem abgeschlossenen, einem Fundamentalsystem“ abgeleitet.

Die Konstruktion des „Fundamentalsystems“ mit den „Fundamentalgeseetzen“ ist zunächst plausibel: In isolierten Systemen, in denen immer die gleichen grundsätzlichen Verhältnisse bestehen, sollten sich die Gesetze, nach denen die Prozesse ablaufen, nicht ändern. Beobachtungserfahrungen geben aber nach Einstein Anlaß, die Gültigkeit derartiger Fundamentalgeseetze auch für offene Systeme anzunehmen. Einstein führt die Gleichartigkeit der Spektren von Sternen mit Milliarden Jahren Zeitunterschied in der Ausstrahlung an. Nun gibt es in der Natur „keine abgeschlossenen Systeme im Sinne der Einsteinschen Vorstellung. Alle bekannten Systeme sind komplexer Natur“, d. h. sie bestehen „aus für sich selbständig möglichen aber mit anderen interferenzfähigen Teilsystemen“ (S. 13). Für solche komplexe Systeme ist die Annahme eines historischen Charakters der Systemgesetze eine zu diskutierende Fragestellung.

Komplexe Systeme sind prinzipiell offen und zeitlich veränderlich. Beispielsweise ist der Einfluß des Kosmos auf die sich auf der Erde abspielenden Prozesse zeitlich unterschiedlich. Zeitliche Extrapolationen bedeuten damit oft das Überschreiten von Grenzen bestimmter, fixierter Systeme. Hierdurch ist die Möglichkeit einer systembegrenzten Gültigkeit der aus den Beobachtungen abgeleiteten Gesetze als wahrscheinlich anzunehmen. Das Grundlegende an Watznauers Behandlung des Problems besteht somit darin, „daß man die Existenz von Teilsystemen erkennt, das Auftauchen neuer an die interferierenden Teilsysteme gebundener Gesetze anerkennt und in Komplexsystemen mehr als die Addition ihrer Teilsysteme sieht“ (S. 22). Eine Änderung im Komplexsystem kann demnach zur Änderung der spezifischen Systemgesetze im Teilsystem führen. Mit dem Grad der Komplexität würde auch die Historizität der Systemgesetze wachsen.

H.-J. Treder geht in „Zur Frage der Zeitunabhängigkeit der Naturgesetze“ erst einmal mit einem anderen Akzent an das Problem heran. Er verweist darauf, daß dieses Problem verschiedentlich erörtert wurde, meint aber, daß es „zunächst keine vernünftige Bedeutung“ habe (S. 61). Dann jedoch hebt er hervor, daß man mit dem Hinweis auf die Historizität der in der Natur vorhandenen physikalischen Systeme eigentlich etwas ganz anderes meine, als „daß die fundamentalen Naturgesetze sich geschichtlich entwickeln“ (S. 61). Außer der Kenntnis der allgemeinen Naturgesetze braucht

man zur Beschreibung der physikalischen Systeme noch die Kenntnis der Nebenbedingungen. Diese können zeitabhängig sein, womit in der physikalischen Beschreibung des Systems seine Geschichte mit erfaßt wird. Von einer Zeitabhängigkeit der fundamentalen (elementaren) Naturgesetze kann dabei keine Rede sein.

Das Problem besteht nun darin, wie die fundamentalen Gesetze bzw. das von ihnen in den Prozessen Bestimmte gegenüber dem Beitrag der von den Nebenbedingungen kommt, abgehoben werden kann. In dem in der allgemeinen Physik vorausgesetzten „idealen physikalischen Laboratorium“, in welchem über die Nebenbedingungen frei verfügt wird, „reproduzieren die Messungen ... unmittelbar die Zeitunabhängigkeit der elementaren Naturgesetze und Konstanten“ (S. 62). Dagegen sind für die „sich im Kosmos befindenden Körper oder Systeme (von den Galaxienhaufen über die Sterne und Planeten bis zu mikroskopischen Körpern) ... im allgemeinen die Nebenbedingungen durch ihre kosmische Umwelt vorgegeben, und es steht nicht im Belieben des kosmischen Physikers, sie zu manipulieren“ (S. 62). Treder diskutiert dann unter den Voraussetzungen der ART, in welchem Sinne man die äußeren Einflüsse auf ein kosmisches System als abschirmbar betrachten kann. Das soll uns im einzelnen nicht interessieren. Entscheidend an dieser Behandlung der Historizitätsfrage ist, daß Treder wie Watznauer von der Existenz unveränderlicher Fundamentalgesetze ausgeht, die gemäß der Einsteinschen Idee theoretisch über die Konstruktion eines physikalischen Fundamentalsystems, d. h. eines von der Umwelt als isoliert gedachten Systems erschlossen werden. Nach Watznauer erfassen wir die Historizität wirklicher Systeme, indem wir die Veränderlichkeit des Komplexsystems, in das ein bestimmtes System mit seinen spezifischen Systemgesetzen eingebettet ist, berücksichtigen. Gemäß der Treder'schen Darstellung ist die Historizität über die (zeitlich veränderlichen) Nebenbedingungen gegeben. Im Grunde genommen sagen damit beide das gleiche, drücken es nur in einer unterschiedlichen „Sprache“ aus.

Mit den von Watznauer und Treder entwickelten Antworten zur Frage Historizität und Naturgesetz haben wir es mit (vom Wesen her übereinstimmenden) Konzeptionen zu tun, die prinzipiell mit der sich aus der Gesetzeskonzeption des Dialektischen Materialismus ableitbaren Antwort konform gehen.

(Hierzu Ausführlicheres in der Fortsetzung dieses Artikels).

Literatur: [1] Cambridge-Enzyklopädie der Astronomie, Leipzig/Jena/Berlin 1978; [2] G. Dautcourt: Relativistische Astrophysik, Berlin 1976; [3] A. Einstein: Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie, in: Albert Einstein, Akademie-Vorträge, Berlin 1978; [4] A. Griese: Philosophischer Gesetzesbegriff und dialektisch-materialistische Entwicklungstheorie, Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Heft 10/1971; [5] M. Koch: Die Problemstellung der Kosmologie, Astronomie und Raumfahrt, Heft 4/1979; [6] I. D. Novikov: Die Evolution des Weltalls, Moskau 1979 (russ.); [7] J. B. Seldovic/I. D. Novikov: Struktur und Evolution des Weltalls, Moskau 1975 (russ.); [8] H.-J. Treder: Elementare Kosmologie, Berlin 1975; [9] A. Unsöld: Kosmische Evolution, in: Naturwiss. Rundschau, Heft 1/1975; [10] Zur Geschichte der Erde und des Kosmos, herausg. von H.-J. Treder, Berlin 1973.

Vergrößerung des Erdschattens bei der Mondfinsternis vom 16. September 1978

JIRÍ BOUŠKA

In „Astronomie und Raumfahrt“, Nr. 5/1979 (Jg. 17, S. 156) wurden von H.-J. Blasberg die Kontakt- und Schattenaustrittszeiten einiger Mondformationen, die von Beobachtern in der DDR während der totalen Mondfinsternis vom 16. September 1978 gewonnen wurden, angeführt. Aus den Schattenaustrittsbeobachtungen hat Herr Blasberg für die Vergrößerung des Kernschattens den Faktor $\sigma = 1,01012$ abgeleitet. Daraus folgt, daß der Halbmesser des aus der Beobachtung bestimmten Kernschattens der Erde gegenüber dem geometrischen um 1,012 % größer war. Der aus der Beobachtung abgeleitete Wert des Vergrößerungsfaktors des Kernschattens ist offenbar zu klein.

Um entsprechend genaue Werte der Vergrößerung des Erdschattens bei den Mondfinsternissen zu erhalten, muß man nicht nur genaue Beobachtungen haben, sondern man muß auch eine entsprechend genaue Methode zur Bearbeitung benutzen. Eine der bestehenden Methoden für die Bestimmung der Erdschattenvergrößerung bei den Mondfinsternissen stammt von Kosik [1]. Mit dieser Methode hat der Verfasser aus den von Herrn Blasberg veröffentlichten Mittelwerten der Kontakt- und Schattenaustrittszeiten von Mondformationen (unter Voraussetzung der Differenz $\Delta T = ET - UT = + 4910$) die Werte vom Kernschattenradius r_0 in der Entfernung des Mondes von der Erde (Δ

= $1/\sin \Pi_{\xi} = 57,65$) berechnet (s. Tabelle). Die Werte r_0 , sowie Δ sind in den Einheiten des äquatorialen Erddurchmessers ausgedrückt, Ψ ist der Positionswinkel, von der Ost-West-Richtung aus berechnet ($\Psi > 0$ nach Norden).

Aus den Kontaktzeiten ergibt sich der Mittelwert des Kernschattenradius $r_0 = 0,7453$, aus den Schattenaustrittszeiten der Mondformationen dagegen $r_0 = 0,7471$. Der theoretische Wert des Kernschattenhalbmessers r_c , aus geometrischen Bedingungen berechnet, ist (für $\Delta = 57,65$)

$$r_c = 0,7359 - 0,0034 \sin^2 \Psi.$$

Aus den Kontaktzeiten kann man für die Vergrößerung des Kernschattens den Faktor $\sigma = 1,0144$ ableiten, aus den Schattenaustrittszeiten der Mondformationen $\sigma = 1,0175$. Das entspricht der Vergrößerung des beobachteten Kernschattenradius gegenüber dem geometrischen um 1,44 %, bzw. 1,75 %. Die Genauigkeit des ersten Wertes muß natürlich viel kleiner sein als die des zweiten, weil die genaue Zeitbestimmung eines Kontaktes der Mondscheibe mit dem Kernschatten ein ziemlich schweres Problem auch für sehr erfahrene Beobachter ist. Dagegen können die Zeiten von Schattenein- und Austritten von Mondformationen, und besonders von kleineren Mondkratern, die auf dem Vollmond gut sichtbar sind, verhältnismäßig sehr genau gewonnen werden.

Der Verfasser hat die Beobachtungen der Mondfinsternis vom 16. September 1978, die von 20 Beobachtern in der Tschechoslowakei gewonnen wurden, bearbeitet. Aus 187 Schatteneintrittszeiten ergibt sich $\sigma_w = 1,0171$, aus 98 Schattenaustrittszeiten $\sigma_s = 1,0179$. Der Mittelwert aus allen 285 Kontaktzeiten der Mondformationen mit dem Kernschatten ist $\sigma = 1,0174$. Daraus folgt, daß die relative Vergrößerung ($E = (r_0 - r_c)/r_0$) des westlichen Teiles des Kernschattens $E_w = 1,71$ % und des östlichen Teiles $E_s = 1,79$ % betragen. Der Mittelwert aus allen 285 Beobachtungen ist $E = 1,74$ %. Es ist ersichtlich, daß der Wert E_s mit dem Wert $E = 1,75$ %, der aus den Schattenaustrittszeiten der Beobachter in der DDR abgeleitet wurde, in einer guten Übereinstimmung ist.

Tabelle 1:

Kontakt/Oberflächenformation	MEZ	r_0	Ψ
2. Kontakt	19 ^h 24 ^m 36 ^s	0.7474	20 [°] 7
3. Kontakt	20 ^h 43 ^m 27 ^s	0.7453	56 [°] 3
4. Kontakt	21 ^h 47 ^m 30 ^s	0.7432	34 [°] 5
Grimaldi	20 ^h 49 ^m 01 ^s	0.7447	41 [°] 5
Aristarchus	20 ^h 50 ^m 08 ^s	0.7469	52 [°] 6
P. Heraclides	20 ^h 53 ^m 25 ^s	0.7452	58 [°] 4
P. Laplace	20 ^h 55 ^m 26 ^s	0.7447	60 [°] 0
Plato	21 ^h 00 ^m 52 ^s	0.7467	60 [°] 9
Pytheas	21 ^h 01 ^m 16 ^s	0.7474	50 [°] 3
Copernicus	21 ^h 03 ^m 30 ^s	0.7477	45 [°] 8
Tycho	21 ^h 14 ^m 54 ^s	0.7482	26 [°] 5
Manilius	21 ^h 17 ^m 31 ^s	0.7482	46 [°] 4
Proclus	21 ^h 35 ^m 02 ^s	0.7514	45 [°] 2

Dazu kann noch bemerkt werden, daß die relative Vergrößerung des Kernschattens bei der Mondfinsternis vom 16. September 1978 verhältnismäßig klein war. Aus 21 Mondfinsternissen zwischen 1943–1979, die vom Verfasser bearbeitet wurden, folgt ein Mittelwert $E = 2,20$ % ($\sigma = 1,0220$). Die Variationen der Kernschattenvergrößerung haben ihre Ursache in der dicken Staubschicht der Erdatmosphäre ($h \lesssim 130$ km), wo Teilchen vulkanischen und meteoritischen Ursprungs anwesend sind. Der relativ kleine Vergrößerungsfaktor des Kernschattens, der bei der Mondfinsternis vom 16. September 1978 gefunden wurde, zeigt, daß die Dichte der dicken atmosphärischen Staubschicht, bzw. ihr Absorptionskoeffizient, zu dieser Zeit kleiner war als normalerweise.

Literatur:

[1] Kosik, S. M.: Bull. Taschkent Obs. 2, 1940 (S. 79); s. z. B.: Link, F.: Eclipse Phenomena in Astronomy (Springer-Verlag, Berlin usw. 1969, S. 106).

Atlas des Planeten Merkur

Der von der NASA im Format 28,5 × 35 cm veröffentlichte „Atlas of Mercury“ vermittelt auf 128 Seiten eine vollständige Übersicht über die Ergebnisse der MARINER 10-Mission. In hervorragender Bildqualität werden 267 Aufnahmen sowie Interpretationsskizzen wiedergegeben. Die Einführung behandelt auf 18 Seiten einen topographischen Überblick, einen Abriß der Geschichte der Oberflächenforschung sowie eine Beschreibung der Aufnahmetechnik.

A. Z.

Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen 1979

d	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1	158	116	116	131	108	121	158	115	105	213	224	122
2	158	113	138	134	106	145	168	96	141	187	157	156
3	191	138	141	135	103	154	205	121	148	167	155	187
4	157	123	142	138	112	178	219	110	157	156	172	218
5	146	134	135	109	113	207	232	93	139	168	166	232
6	173	146	144	91	122	226	249	104	139	168	203	206
7	163	144	146	77	148	222	223	110	170	179	240	212
8	172	142	143	69	157	220	219	132	192	190	280	262
9	165	139	146	61	162	224	191	115	190	210	279	280
10	163	137	140	75	145	205	163	92	177	178	302	260
11	157	137	156	94	148	186	155	84	167	183	295	242
12	159	138	170	107	158	199	145	87	156	189	248	261
13	151	152	169	113	163	172	142	91	175	201	183	235
14	157	163	159	116	203	149	127	112	186	213	218	230
15	178	161	155	117	207	117	121	135	177	198	186	225
16	164	159	130	119	187	103	107	115	163	185	166	215
17	164	160	142	107	184	122	109	124	155	214	238	180
18	146	162	142	98	148	126	109	143	177	224	172	151
19	138	166	138	79	109	110	135	176	195	221	174	138
20	177	181	131	68	107	111	158	187	191	214	153	126
21	192	171	134	68	114	124	151	218	184	209	124	124
22	188	155	140	79	121	108	152	216	178	191	116	111
23	200	127	139	76	117	96	154	206	219	179	142	116
24	209	99	118	72	119	90	143	203	236	161	162	130
25	209	88	114	85	124	120	144	201	252	153	155	143
26	173	108	114	118	123	132	142	182	261	145	141	116
27	167	97	117	125	118	112	145	189	256	136	115	93
28	157	95	114	132	110	128	132	174	239	142	119	98
29	153		123	132	113	124	148	158	235	184	98	121
30	149		135	120	96	154	150	150	233	190	116	139
31	130		147		120		144	168		223		135
M	166.6	137.5	138.0	101.5	134.4	149.5	159.4	142.2	188.4	186.2	183.3	176.3

Jahresmittel: 155,4

Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen 1980 März/April

d	März	April	d	März	April
1	181	185	16	36	154
2	168	145	17	67	126
3	151	133	18	63	127
4	136	123	19	119	134
5	130	154	20	108	173
6	132	185	21	105	143
7	120	200	22	130	122
8	101	199	23	149	95
9	103	229	24	175	112
10	69	214	25	176	139
11	67	245	26	191	171
12	70	257	27	205	156
13	71	259	28	221	149
14	68	203	29	191	145
15	52	182	30	182	138
			31	183	
Mittel				126,5	166,6

A. ZELENKA

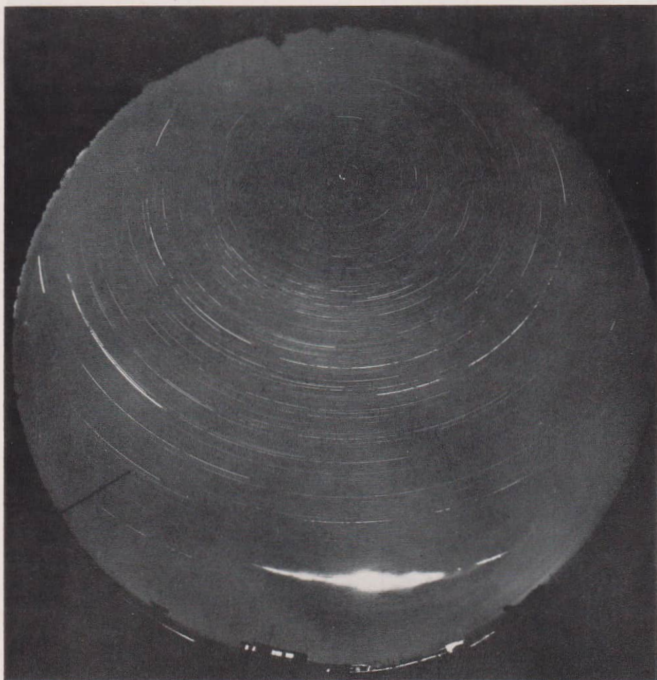


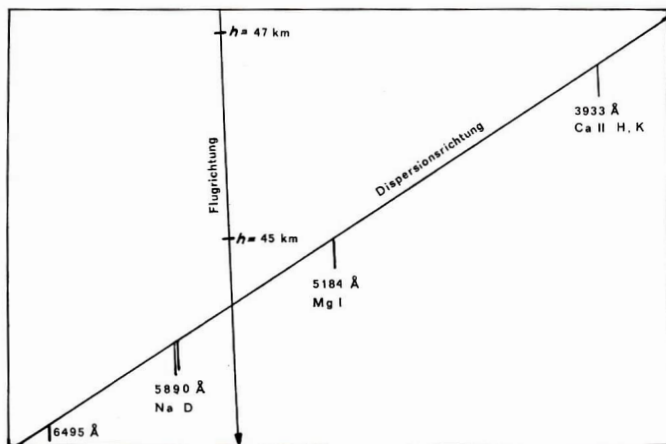
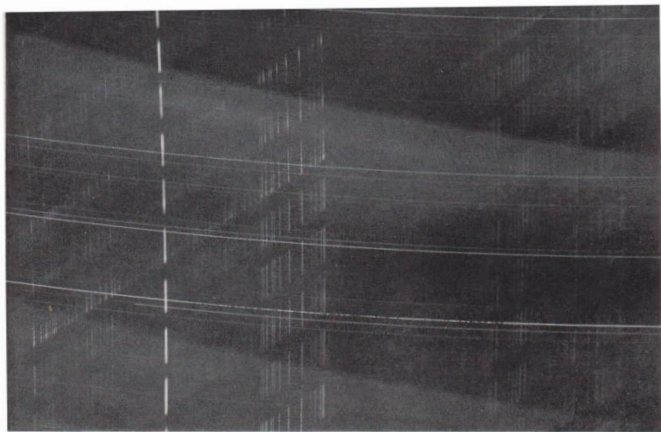
Sonnenfleckengruppen im gegenwärtigen Fleckenzyklus am 6., 8., 9. und 12. April 1980. Die Fotos dokumentieren deutlich die Rotation der Sonne (Süden oben). Fotos: Paul Ahnert.



Sonnenuntergang
am 22. Febr. 1980.
 $\delta_{\odot} = -9^{\circ}50'$;
Fokalaufnahme auf
NP 15 am Coude-
Refraktor 150/2250,
Exakta Varex;
Bel.-Zeit: $\frac{1}{2}$ s.
Foto: Achim
Grünberg.

Brno-Feuerball vom 14. 9. 77. Foto: Station Cervene hera, ČSSR. Bahndaten in Heft 4/1978.





Zum Beitrag S. 117:

Spektrum des Kamyk-Feuerballs vom 2. 3. 76. Aufn.: Observatorium Ondřejov, ČSSR. Der abgebildete Teil des Spektrums umfaßt die zweite Ordnung. Die reziproke Dispersion beträgt 32 Å/mm . Vergleiche dazu auch Heft 2/1977.



Preisverleihung des Zentralen Fachausschusses Astronomie

in Leipzig durch den Vorsitzenden Dr. Lindner an die Sieger des Wettbewerbs (vgl. AuR 1978/1 – 6) während einer Tagung des Arbeitsausschusses am 9. 2. 1980.



Amateure beobachten und berichten

Quarzuhren für den Astro-Amateur

ALFRED SUCKOW

1. Entwicklungsstand und Funktion, Ganggenauigkeit

In der internationalen Uhrenindustrie zeichnet sich in zunehmendem Maße die Tendenz ab, die Mikroelektronik vornehmlich auch für die Quarzuhrentechnik zu nutzen. Der Grund dafür ist, daß sich mit dieser neuen Uhrengeneration nicht nur die Funktionssicherheit, sondern vor allem die Ganggenauigkeit erheblich verbessern läßt. Durch weitestgehende Automatisierung der Produktionsprozesse bei der Herstellung von Quarzuhren wird gleichzeitig eine höhere Produktivität gegenüber den mechanischen Uhren erzielt.

Während vor Jahren noch Quarzuhren in der voluminösen und energieintensiven Vakuum-Verstärkerröhrentechnik auf Grund ihres hohen Preises wenigen wissenschaftlichen Institutionen vorbehalten blieben, fertigen die Uhrenbetriebe Ruhla, Weimar und Glashütte im VEB Kombinat Mikroelektronik seit Beginn des Jahres 1979 mehrere preisgünstige Varianten von Quarzuhren für den Hausgebrauch. Mit diesen hochpräzisen Elektronik-Quarzuhren wird in der Zeitmeßtechnik eine völlig neue Qualität und ein so hohes Niveau erreicht, daß es für den Sternfreund geradezu anachronistisch wäre, sich dieser Möglichkeiten nicht zu bedienen.

Die Basis für diese Uhrentechnologie wurde in den stabilen Schwingungseigenschaften des Quarzes gefunden, die in der Hochfrequenztechnik seit langem genutzt wird. An die Stelle von maximal 5 Drehschwingungen pro Sekunde der mechanischen Unruhe tritt jetzt ein Quarzkristall als Längen-, Dicken- oder Stimmgabelschwinger ein. Dabei hat es sich international durchgesetzt, den Quarz in einem Schwingkreis mit 32768 ($= 2^{15}$) bzw. 4194304 ($= 2^{22}$) Schwingungen pro Sekunde als zeitmessende Basis zu erregen.

Die hochkonstante Schwingfrequenz wird mittels eines elektronischen Mikroschaltkreises in einer Reihe von Stufen heruntergeteilt und meist in Sekundenschritten angezeigt.

Die hierfür benötigte elektrische Energie liefern in den DDR-Quarzuhren je nach ihrer Größe eine bis zwei kleine Silberoxid-Knopfzellen bis hin zu einem Trockenelement vom Typ R 14 (Babyzelle). Sie gewähren eine ununterbrochene Funktion der Uhren von mindestens einem Jahr. Nach den Prüfungsbestimmungen des ASMW beträgt die Ganggenauigkeit einer 17steinigen, mechanischen Armbanduhr $\pm 50/-30$ Sekunden pro Tag. Dagegen hat eine Quarzuhr eine Abweichung von maximal ± 20 Sekunden im Monat zu gewährleisten, wenn die Bezugstemperatur von $22^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$ nicht überschritten wird. Unter günstigen Bedingungen und konstanter Temperatur bleiben die meisten Quarzuhren in einem Toleranzbereich von ± 2 Minuten im Jahr oder besser. Die abgebildeten Quarzuhren des Verfassers haben bei Zimmertemperatur durchweg Ganggenauigkeiten von etwa ± 1 Sekunde pro Woche, wobei die Uhr im allgemeinen anfangs um den genannten Betrag konstant vorgeht, gegen Ende der Lebensdauer der Batterie zurückbleibt. Häufige Wechsel der Umgebungstemperatur verschlechtert ihre Ganggenauigkeit wie auch bei mechanischen Uhren.

Man unterscheidet bei den Quarzuhren zwischen der gewohnten Zeiger-(Analog-)anzeige und der Darstellung in Ziffern (Digitalanzeige). Die Digitalanzeige wurde bisher international durch die Leuchtdioden-Anzeige (LED) realisiert, die sich wegen des hohen Stromverbrauchs aber nicht durchsetzen konnte. Die Uhrenhersteller helfen sich, indem sie die Möglichkeit schufen, die Anzeige vermittels Knopfdruck nur kurzzeitig aufleuchten zu lassen und damit Strom zu sparen. Diese umständliche „Zweihandbedienung“ wurde inzwischen durch die Flüssigkristall-Anzeige (eng. LCD) ersetzt, die sich durch minimalen Stromverbrauch auszeichnet. Sie kann daher ständig ohne Knopfdruck abgelesen werden, hat aber den kleinen Nachteil, daß sie kein eigenes Licht erzeugt und daher im Dunkeln ohne zusätzliche Beleuchtung nicht zu erkennen ist. Analoge und digitale Anzeigen haben jede für sich Vor- und Nachteile. Mit der herkömmlichen Analoganzeige kann man die Zeit nicht nur schnell und nahezu sicher ablesen, sondern auch eine abgelaufene oder künftige Zeitspanne ohne Umrechnung mit einem Blick erfassen. Die digitale, ziffernmäßige Anzeige ist prinzipiell fehlerfrei ablesbar. Sie erfordert aber stets eine kleine Rechenoperation in Form einer Differenzbildung im Kopf, da das menschliche Gehirn sich gern an bestimmte, gespeicherte „Festwerte“ (z. B. 12 Uhr

mittags oder volle Stundenwerte) anzuklammern pflegt und die jeweilige digital angezeigte Uhrzeit mit diesen Festwerten in Beziehung zu setzen geneigt ist. Erfahrungsgemäß erfordert die Umstellung z. B. auf eine digital anzeigende Armbanduhr eine Eingewöhnungszeit, die um so länger dauert, je weniger der Träger bisher gewohnt war, bestimmte Begriffe zu abstrahieren. Für Stoppuhren ist die Digitalanzeige nicht zu überbieten. Nach neuen Angaben soll international die Analoganzeige gegenüber der digitalen bei Uhren für den Privatgebrauch sich durchzusetzen beginnen [1].

2. Quarzanzeigehuren für die Amateurstation

2.1. Quarzwohnraumuhr Kaliber 45

Sie wird in mehreren Gehäusevarianten mit analoger Anzeige angeboten und ist ein Zeitmesser höchster Genauigkeit. In einem elektromechanischen Schrittschaltmotor wird das von 4,19 MHz bis auf 1 Hz heruntergeteilte Signal in eine zeitproportionale mechanische Bewegung umgesetzt, die dann von einem Räderwerk auf die Zeiger übertragen wird. Der Sekundenzeiger springt also im Rhythmus einer vollen Sekunde vorwärts. Zur Gangdauer und Gangabweichung dieser sowie aller anderen Uhren gilt das im ersten Abschnitt Gesagte vollinhaltlich. Der Preis bewegt sich je nach Gehäusevariante etwas unterhalb 200,— M.

2.2. Quarzwecker Kaliber 64-39

Auch dieser Zeitmesser (Bild 1, links) verwendet als Zeitnormal einen Schwingquarz mit einer Frequenz von 4,19 MHz. Er verfügt darüberhinaus entsprechend seiner Bestimmung über eine Weckeinrichtung, die in Form eines intermittierenden Summtones 30 Minuten lang erzeugt wird und auf jede beliebige Zeit voreinstellbar ist. Der Bedienungs- und Wartungsaufwand beschränkt sich demnach auf das tägliche Herstellen der Weckbereitschaft durch Tastendruck. Der Quarzwecker verfügt ferner über Leuchtzeiger und Leuchtpunkte auf dem Zifferblatt. Dank seiner Gestaltung eignet sich dieser Zeitmesser auch als Reise-, Regal- oder Schreibtischuhr und kostet 98,— M.

Von diesem Wecker gibt es noch eine kleinere Gehäusevariante, die allerdings mit den nicht solange haltbaren Gnomzellen (R6) ausgerüstet ist.

Der preisgünstige Quarzwecker Kaliber 64-39 ist für die Amateurstation zur Zeitanzeige sowie der Signalisation kommender Ereignisse mit dem Wecksignal vorzüglich geeignet.

2.3. Quarz-Autohaftuhr Kaliber 28-38

Diese Uhr (Bild 1, rechts) ist entsprechend ihrer Bestimmung mit einem verstellbaren Winkelfuß mit Haftmagneten ausgestattet, der es ermöglicht, sie auf den günstigsten Sichtwinkel einzuschwenken. Zeiger und Zifferblatt weisen Leuchtmarkierung auf. Auch der Sekundenzeiger dieser Uhr springt im Sekundenrhythmus vorwärts. Sie kostet 250,— M.

Eine kleine Unart der vorgestellten Analoguhren sei nicht verschwiegen, das ist der funktionsbedingte, um etwa 2 s verzögerte Anlauf nach Betätigung des Startknopfes. Nach einiger Übung kann man diese Verzögerung durch einen „Frühstart“ größtenteils kompensieren. Die nachfolgend genannten Digitaluhren zeigen diesen Mangel nicht, sondern lassen sich bis auf die persönliche Reaktionszeit genau und exakt starten.

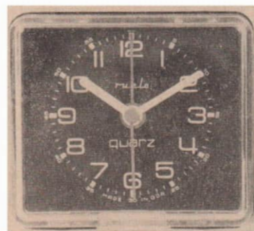


Abb. 1:



Abb. 2:

2.4. Glashütter Quarz-Marinechronometer

Für diesen hochpräzisen analogen Zeitmesser beträgt bei konstanter Umgebungstemperatur von 20°C die Gangabweichung erst in 100 Tagen ± 1 Sekunde. Bei wechselnder Temperatur zwischen $+ 4^\circ\text{C}$ bis $+ 36^\circ\text{C}$ erreicht die größte Abweichung ± 1 Sekunde pro Tag. Von dieser Uhr, deren Sekundenzeiger $1/2$ -Sekundenschritte ausführt, lassen sich für Meßzwecke elektrische Nadelimpulse der Amplitude von 450 mV und der Frequenz von 2 Hz (Halbsekundenrhythmus) abnehmen. Sie läuft mit einem Batteriesatz von zwei Monozellen 1 Jahr. Mittels einer Stopptaste ist sekundengenaues Einstellen möglich.

3. Quarz-Stoppuhren

3.1. Quarz-Herrenarmbanduhr (LDC-Quarz-Chronograf Kaliber 22-02)

Diese Uhr (Bild 2, links) hat 9 verschiedene Funktionen. Sie zeigt auf einem modernen Flüssigkeitskristall-Display die laufende Stunde, Minute und Sekunde, den Wochentag, auf Knopfdruck das Datum und den Monat. Sie hat ferner eine Kurzzeitbeleuchtung der Anzeige sowie – was sie nicht nur für den Astro-Amateur besonders interessant macht – zwei Stoppfunktionen. Die Uhr ermöglicht die Wahl zwischen zwei Kurzzeit-Meßprogrammen:

- Einzelzeitermittlung mit Addition der Einzelzeiten (Additionsstoppbetrieb);
- Gesamtzeitermittlung mit Darstellung beliebiger Zwischenzeiten (Splitbetrieb).

Natürlich ist auch die bekannte Stoppmöglichkeit vorhanden, die neue Zeitmessung nicht vom letzten Resultat aus weiterzählend zu beginnen (Additionsstoppung), sondern von Null. Also die Funktion, die auch eine einfache mechanische Stoppuhr bietet. Die Uhr berücksichtigt automatisch unterschiedliche Monatslängen sowie die Schaltjahre. Die Kurzzeitanzeige reicht von vollen Stunden, über Minuten, Sekunden bis hin zur Hundertstel Sekunde.

Seit einiger Zeit wird diese Uhr unter der Bezeichnung „Kaliber 22-01“ angeboten. Sie hat bei gleichen Funktionen eine geringfügig veränderte Display-Gestaltung sowie eine 24-Stunden-Anzeige. Sie zeigt also 2 Stunden nach Mittag nicht 2 Uhr, sondern 14 Uhr. Der Preis beträgt 590,- M.

3.2. Elektronischer Taschenrechner mit Quarzuhr, Typ MR 411

Dieser vom VEB Röhrenwerk Mühlhausen produzierte Taschenrechner ist ein vielseitig verwendbares Gerät in sehr flacher Bauweise (Bild 2, rechts). Die Lebensdauer eines Batteriesatzes beträgt etwa 10 000 Stunden, so daß sich ein Geräteauschalter im herkömmlichen Sinne bei der geringen Leistungsaufnahme von etwa 60 Mikrowatt erübrigt. Auf den Rechnerteil wird im Rahmen dieses Aufsatzes nicht eingegangen. Interessant ist der Uhrenteil. Neben dem Tagesdatum werden der Wochentag, Stunden und Minuten angegeben, die Sekunden durch einen blinkenden Bindestrich des Flüssigkristall-Display. Die Uhr ermöglicht ferner ein akustisches Wecksignal zu einstellbaren Zeiten. Die Betriebsarten der Stopp-Programme sind folgende:

- Additionstoppmessung;
- Splitmessung;
- Messung zweier Vorgänge mit gleicher Anfangszeit.

Der Kurzzeitmeßbereich bei Stoppbetrieb reicht bis 9 h 59 min 59,9 s mit einer Ablesegenauigkeit von $1/10$ s. Nach Zeitstopp- und Rechenbetrieb wird die Uhrzeit nicht „vergessen“. Sie kann jederzeit durch Tastendruck abgefragt werden, ohne neu programmiert werden zu müssen. Der Preis dieses Rechners mit eingebauter Quarzuhr beträgt 395,- M.

Seine vorzüglichen Mehrfach-Gebrauchseigenschaften, insbesondere die Kurzzeitmeßsysteme, rücken ihn für den Astro-Amateur in den Mittelpunkt des Interesses.

3.3. Digital-Stoppuhr Kaliber 87

Ein dritter, auf Quarzbasis arbeitender elektronischer Zeitmesser ist die Digital-Stoppuhr Kaliber 87. Sie besitzt eine selbstleuchtende LED-Anzeige, die im Kurzbetrieb einzuschalten ist. Sie ermöglicht ausschließlich mehrere Stopp-Programme und zeigt die Hundertstel Sekunde. Der Preis liegt über 500,- M.

Was diese Uhr für den anspruchsvollen Amateur besonders interessant macht, ist ihre Fernsteuerbarkeit, das heißt, sie läßt sich nicht nur wie eine normale Stoppuhr mechanisch starten, sondern auch automatisch von einem abgeleiteten elektrischen Signal, z. B. von einer Startpistole oder Lichtschranke. Damit entsteht die faszinierende Möglichkeit, die bei handausgelösten Zeitmessungen unvermeidliche, einige Zehntelsekunden betragende persönliche Reaktionsträgheit des Beobachters zu umgehen, und eine absolut genaue Zeitmessung vorzunehmen.

4. Verwendung für den Amateur

Die vorgestellte Aufzählung von Quarzuhren aus der DDR-Produktion erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ebenso wenig kann vom Verfasser infolge der ständig erfolgenden Weiterentwicklung eine Garantie für die angegebenen technischen Daten oder Preise übernommen werden. Der Amateur wird aber erkannt haben, daß sich ihm in der Zeitmeßtechnik eine völlig neue und bisher nicht erreichbare Qualität und Genauigkeit erschließt.

Zum Beispiel ist es durch Anwendung des Kurzzeit-Meßprogramms SPLIT möglich, die Schattenantrittszeiten einer Mondfinsternis nach dem Berliner System für viele Einzelobjekte der Mondoberfläche exakt zu bestimmen. Dazu startet man die Quarz-Kurzzeitstoppuhr nach dem Radio-Zeitzeichen zu einer vollen Stunde. Die Splitmessung ermöglicht nun Festhalten von beliebigen Zwischenzeiten, während die Zeitmessung weiterläuft. Das „Anschließen“ der Zeitmessung an ein Zeitzeichen nach Beendigung der Messung ist mit einer Quarzuhr nicht mehr erforderlich, da während dieser Zeit keine nachweisbare Gangabweichung auftritt.

Mit dem Uhrenteil des Rechners MR 411 kann beispielsweise zur amateurnmäßigen Bestimmung von Berghöhen auf der Mondoberfläche [2] zunächst im Fadenkreuz des stillstehenden Fernrohrkulars die Durchgangszeit der Strecke Bergspitze – Schattenende als Zeit t_1 , anschließend die längere Durchgangszeit der Strecke Bergspitze – Terminator als Zeit t_2 exakt gemessen werden. Dabei haben die Zeiten t_1 und t_2 den gleichen Startbeginn. Hierzu benötigte man bisher entweder zwei parallel laufende mechanische Stoppuhren mit gleichem Start (was praktisch nie gelingt) oder man führte die Zeitmessungen t_1 und t_2 mit einer Uhr nacheinander aus [4].

Mit der Quarzstoppuhr können praktisch alle vorkommenden absoluten Zeitbestimmungen bei Sternbedeckungen o. a. vorgenommen werden, wenn man die Uhr mit einem Zeitzeichen startet. Splitbetrieb ermöglicht mehrfache Zeitnahmen, Kontaktantrittszeiten oder Zeitdifferenzmessungen. Bei allen handausgelösten Zeitmessungen ist aber zu beachten, daß stets die „persönliche Reaktionszeit“ des Beobachters als Fehlerquelle eingeht. Daran kann auch die hochpräzise Quarzuhr nichts verbessern. Diese persönliche Reaktionszeit ist die geringe Zeitspanne, die zwischen dem beobachteten tatsächlichen Eintritt des untersuchten Ereignisses und der darauf vom Beobachter ausgelösten Reaktion (z. B. Betätigung der Stoppuhr) verstreicht. Sie ist abhängig von der Stärke des physiologischen Reizes auf das Sinnesorgan (zumeist Auge) sowie von der körperlichen Verfassung des Beobachters und beträgt meist 0,2...0,3 Sekunden [3]. Da dieser persönliche und unvermeidliche Fehler bei Zeitdifferenzen „Start“ und „Stopp“ gleichermaßen auftritt, hebt er sich heraus, sofern er in beiden Fällen nur gleich groß ist.

Bei Absolutzeitmessungen muß sich der Amateur aber im Klaren sein, welchen Wert beispielsweise die abgelesene Hundertstel Sekunde hat, wenn seine persönliche Reaktionsträgheit, die eine ganze Zehnerpotenz größer ist, unberücksichtigt bleibt.

Es ist erfreulich und liegt in der Natur der Sache, daß sich viele Sternliebhaber mit der Zeit vom bloßen Schauen und Einwirkenlassen zu ernsthaften Amateuren entwickeln, die sich anspruchsvolle Ziele auf meßtechnischem und rechnerischem Gebiet stellen, bei denen häufig die Zeitmessung eine Rolle mitspielt. Diese Amateure sollten sich die neuen Möglichkeiten der Quarzuhr-Technik nicht entgehen lassen. Beim Preisniveau der vorgestellten Quarzuhren ist auch der amateurnmäßige Eigenbau nicht mehr lohnend, es sei denn aus autodidaktischen Gründen.

Literatur:

- [1] TG 27 (1970) H. 10. – [2] Suckow, A.: „Eine Näherungsmethode zur Messung der Höhen von Mondbergen mit einfachen Mitteln“, *Astronomie und Raumfahrt*, 1964, Heft 5 – 6. – [3] Roth, G. D.: „Handbuch für Sternfreunde“, Springer-Verlag 1960. – [4] Suckow, A.: „Die Taschenuhr als Stoppuhr“, *Astronomie und Raumfahrt*, 1963, Heft 3 – 4. – [5] Firmenschriften des VEB Kombinat Mikroelektronik, 1979.

Feuerkugeln des Jahres 1979

Der vorliegende Bericht ist eine Gemeinschaftsarbeit der Zentralen Sammelstelle für Feuerkugelbeobachtungen. An ihr haben mitgewirkt: Edith und Gerd Renner (Crimla), Manfred Koch (Oberweißbach) und Karsten Kirsch (Jena). Die Autoren danken allen Sternfreunden, die es durch Übermittlung ihrer Beobachtungen ermöglichten, diese Übersicht zusammenzustellen. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. Cephela, Leiter des Europäischen Himmelsüberwachungsnetzes an der Sternwarte Ondřejov, CSSR.

Im Jahre 1979, dem fünften Jahr unserer Zentralen Sammelstelle, konnten von 35 Sternfreunden aus der DDR insgesamt 66 Feuerkugeln beobachtet werden. Zu einigen Objekten liegen auch mehrere Berichte vor. Damit erhöht sich der Bestand an Beobachtungsmeldungen aus der DDR auf insgesamt 182 Erscheinungen heller als -3^m . Dazu kommen noch etwa 200 Berichte aus den Nachbarländern. Die vollständige Liste der Beobachtungen aus der DDR in den letzten fünf Jahren kann von der Sammelstelle angefordert werden.

In die Übersicht des Jahres 1970 wurden alle Berichte zu Meteoren heller als -3^m aufgenommen, die von Sternfreunden aus der DDR eingesandt wurden. Die folgende Tabelle enthält die Beobachter und ihre Codebuchstaben, die in der Jahresübersicht verwendet werden.

Tabelle 1

Nr.	Datum	MEZ	m_{vis}	Dauer	Kopf	Schweif	Beobachter
01	04.01.79	06.24	-3	0.8/1	grün		Rj
02	01.03.79	20.11	-5	3	weiß; blau	orange/rot	Ku
03	01.03.79	21.50	-3.5	3	gelb	gelb	Hu
04	27.03.79	20.13	-6	4-5	gelblich	$\approx 10^\circ$ lang	Li
05	10.04.79	20.23	-3	5		ja	Hi, Krü
06	24.04.79	20.04	-4	3	weiß	gelb-weiß	Kn
07	30.04.79	22.08	-5	0.5	gelb-weiß	sehr lang	Le
08	19.06.79	23.51	-3.5/-4	1.3	bläulich-weiß	silber-grau	Kal
09	20.06.79	23.22	-9	4	rötlich-gelb	weiß-gelb	Vo
10	23.07.79	21.51	-6		rötlich-gelb		Zi
11	31.07.79	01.59	-4	0.5	blau-weiß	rot	Kn, Hi
12	01.08.79	01.37	-5	1	weiß		Kn, Hi
13	04.08.79	22.46	-5	1.5	blau		Bö
14	12.08.79	20.45	-5	1.5	gelb-orange		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
15	12.08.79	21.25	-4	1	grünlich		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
16	12.08.79	21.26	-4	1	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
17	12.08.79	21.27	-3	3-4	weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
18	12.08.79	21.29	-4	0.5	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
19	12.08.79	21.33	-3	1.5	gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
20	12.08.79	21.36	-5	2	grünlich-weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
21	12.08.79	21.39	-3	1			Re, Rg, Rei, Rt, Ki
22	12.08.79	21.40	-5	1.5	grün		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
23	12.08.79	21.52	-4	0.5	gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
24	12.08.79	21.54	-4	2	grün-weiß	geteilt	Re, Rg, Rei, Rt, Ki
25	12.08.79	21.58	-3	1	weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
26	12.08.79	22.04	-4	1	gelb-rot		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
27	12.08.79	22.32	-4.5	0.3	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
28	12.08.79	22.35	-3	0.5	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
29	12.08.79	22.39	-4.5	1.3	gelblich		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
30	12.08.79	22.41	-4	1.8	gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
31	12.08.79	22.47	-3	1	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
32	12.08.79	22.48	-3	1	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
33	13.08.79	21.22	-3	1	weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
34	13.08.79	21.26	-4	1	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
35	13.08.79	21.34	-3	1	gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
36	13.08.79	22.10	-3	1	weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
37	13.08.79	22.19	-3	1.5	gelblich-rot		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
38	14.08.79	21.41	-3	0.4	weiß	weiß	Kn, Hi
39	14.08.79	21.48	-4.5	0.8	weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
40	14.08.79	22.09	-4	2	gelb	weiß-grün	Ko, St
41	14.08.79	22.36	-4	2	grün-blau		St
42	15.08.79	23.33	-4.5	0.5	weiß		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
43	16.08.79	21.49	-5	2	weiß-grün		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
44	18.08.79	23.43	-4	2	grün		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
45	19.08.79	00.28	-3	1.5	weiß-grün		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
46	19.08.79	00.40	-3	3	grün		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
47	19.08.79	22.07	-3	1	weiß-gelb		Re, Rg, Rei, Rt, Ki
48	31.08.79	22.10	-6	3	gelb	ja	Bö, Ko
49	11.09.79	20.55	-5	1	gelb	$\approx 25^\circ$ lang	Ri, Kro
50	10.09.79	22.02	-3	3	weiß	weiß	Di
51	07.10.79	01.02	-4	3	gelb-weiß	kurz	Ze
52	11.10.79	23.05	-4.5	0.5	gelb		Le
53	14.10.79	20.05	-5	3	weiß	weiß; 15° lang	Ei
54	15.10.79	22.20	-6.5	1.5	gelb	weiß-gelb	Le
55	18.10.79	18.33	-3	3/4	weiß-gelb		Rt
56	10.10.79	19.50	-5/-6	3	gelblich-rot	Funken	Ra, Mu
57	19.10.79	21.33	siehe unten				Rei, Rt, Me, u. a. m.
58	22.10.79	21.56	-3/-4	3/4	orange-gelb	orange	Kal
59	26.10.79	19.42	-4	1	weiß	gelb	Kh
60	10.11.79	19.30	-3	2	weiß		Pr
61	12.11.79	18.56		2/3	weiß	gelblich	Ha
62	16.11.79	20.10	siehe unten				Ga
63	30.11.79	03.14	-4	1.5	orange-rötlich	kurz	Wo
64	02.12.79	17.52	siehe unten				Mi, Pr
65	14.12.79	19.50	-7	1	blau	ja	Bö
66	14.12.79	23.20	-4	2	grün		Ka, Rj, To, We

Böhme, D. (Nessa) Bö
Dittmann, G. (Kranichfeld) Di
Eichhorn, I. (Güstrow) Ei
Gaebler, A. (Karl-Marx-St.) Ga
Hablich, D. (Dresden) Ha
Häupl, W. (Tautenburg) Hu
Hinze, D. (Berlin) Hi
Kantz, A. (Potsdam) Ka
Kalsch, K. D. (Annahütte) Kal
Kirsch, K. (Jena) Ki
Knöfel, A. (Berlin) Kn
Koch, M. (Oberweißbach) Ko
Kroll, P. (Schkeuditz) Kro
Krüger, (Berlin) Krü
Kurnoth, U. (Crimmitschau) Ku
Lehmann, G. (Annahütte) Le
Lipski, P. (Dresden) Li
Mehmel, D. (Schönbach) Me

Mutschelsch, F. (Schönau) Mu
Müller, J. (Bundolstadt) Mü
Prause, C. (Kranichfeld) Pr
Rafelt, W. (Schönau) Ra
Rätz, M. (Jena) Rt
Reichenbacher, K. (Bad Salzungen) Rei
Rendtel, J. (Potsdam) Rj
Renner, E. (Crimla) Re
Renner, G. (Crimla) Rg
Riedel, (Schkeuditz) Ri
Stein, P. (Oberweißbach) St
Töpfer, T. (Potsdam) To
Vogel, A. (Burgstädt) Vo
Wellnitz, U. (Potsdam) We
Woche, M. (Tautenburg) Wo
Zentgraf, T. (Trusetal) Ze
Zische, E. (Großpostwitz) Zi

Im Jahr 1979 konnten 3 der hellsten Bolide des Europäischen Himmelsüberwachungsnetzes (EN) auch in der DDR beobachtet werden. Es handelt sich dabei um den Harz-Feuerball (19. Oktober), den West-ÖSSR-Feuerball (16. November) und den Dresden-Feuerball (2. Dezember).

Der Harz-Feuerball konnte unter anderen von Kerstin Reichenbacher, Manfred Rätz und Detlev Mehmel beobachtet werden. Eine Umfrage in der Tagespresse erbrachte weitere 20 Berichte. Zu dem Feuerball liegen der Zentrale des EN in Ondřejov 11 Fotografien von feststehenden Kameras vor. Weil aber kein Foto von einer nachgeführten Kamera existiert, fehlte dem EN die genaue Uhrzeit der Erscheinung, die gebraucht wird, um die Bahn des Meteoriten zu berechnen. Durch die visuellen Beobachtungen lag bei uns die genaue Zeit vor und wurde der Zentrale des EN mitgeteilt. Besonders interessant wird die Feuerkugel dadurch, daß etwa 130 Gramm Endmasse den Erdboden erreichten. Nach Berechnung durch Dr. Cepelch liegt der Aufschlagpunkt im Raum Teistungen an der Staatsgrenze zur BRD.

Der zweite Bolid, etwa gleich hell wie der Harz-Feuerball, konnte von Annette Gaebler beobachtet werden. Im EN gelangen mehrere Fotos, darunter auch sechs Aufnahmen mit Fischaugen-Objektiven. Im Observatorium Ondřejov konnten 2 Spektren mit Dispersionen bis 28 Angström pro Millimeter gewonnen werden. Die hauptsächlichsten Emissionen stammen vom neutralen und ionisierten Kalzium, vom neutralen Natrium, neutralen Eisen, ionisiertem Magnesium und ionisiertem Silizium. Das Ergebnis der endgültigen Auswertung wird veröffentlicht werden in den Bull. Astron. Inst. der ČSSR.

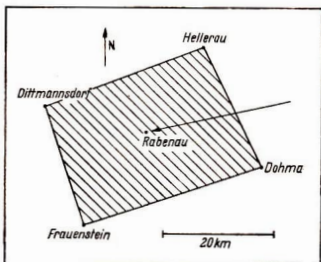
Der Dresden-Feuerball, der etwa die Helligkeit des Vollmondes hatte, wurde u. a. von J. Müller und C. Prause beobachtet. Weitere Berichte liegen auch über Beobachtungen aus der ČSSR und Österreich vor. Die Bahnrechnung ergab, daß der Endpunkt der Feuerkugel bei Rabenau südlich von Dresden liegt und daß mehrere Kilogramm Endmasse den Erdboden erreicht haben könnten. Leider existieren keine Fotos, so daß keine genauen Bahnelemente mitgeteilt werden können. Die Bahnelemente der Bolide vom 19. Oktober und 16. November sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Datum	19. Oktober	16. November
	1979	1979
MEZ	21. 33	20.10
Name	Harz-Feuerball	West-ÖSSR-Feuerball
Anfangsgeschwindigkeit	22,4 km/s	33,5 km/s
Endgeschwindigkeit	9,8 km/s	20,0 km/s
Anfangshöhe	89 km	87,1 km
Endhöhe	31,5 km	42,0 km
Anfangskoordinaten	51°322' N 10°575' E	49°568' N 15°735' E
Endkoordinaten	51°503' N 10°263' E	49°537' N 14°764' E
absolute Helligkeit	-12 ^m	-12 ^m
Anfangsmasse	40 kg	17 kg
Endmasse	0,13 kg	0 kg
Typ	II	II
Radiant RA	9°3	68°24
Dekl.	28°0	24°58
Orbit (1950.0) a	2,3 AE	2,06 AE
e	0,09	0,873
q	0,696 AE	0,262 AE
Q	3,8 AE	3,87 AE
ω	255°	305°28
Ω	205°440	233°369
i	13°	3°89

Es bedeuten:

- a - große Halbachse
- e - Exzentrizität
- q - Periheldistanz
- Q - Apheldistanz
- ω - Abstand des Perihels vom aufsteigenden Knoten
- Ω - Länge des aufsteigenden Knotens
- i - Neigung der Bahnebene

Abb. 1: Aufschlagsgebiet der Reste des Dresden-Feuerballs. Nach Berechnung durch Dr. Cepelch ist es wahrscheinlich, daß einige Kilogramm Endmasse den Erdboden erreicht haben.



Weitere Ergebnisse der Arbeit des EN:

Insgesamt wurden im Berichtszeitraum 11 verschiedene Feuerkugeln fotografiert, die meisten davon über dem Gebiet der CSSR. Die absolute Helligkeit dieser Erscheinungen reicht von -4^m bis -14^m . Außer dem Harz- und dem Dresden-Feuerball gab es einen weiteren wahrscheinlichen Meteoritenfall bei Zvolen, CSSR, am 27. Mal. Die wohl auffälligste Feuerkugel fiel am 21. August. Aus den Niederlanden, Belgien und Frankreich liegen etwa 100 Beobachtungsberichte vor. Am 5. November wurden von zwei Sternfreunden aus Österreich die verglühenden Reste der Kosmos 1144-Rakete beobachtet. Die mit -15^m hellste Feuerkugel des vorigen Jahres wurde am 17. November über dem Süden der BRD gesehen.

Fehler bei der Beobachtung heller Meteore

Es sollen hier einige Erfahrungen zur Beurteilung der Genauigkeit visueller Beobachtungen wiedergegeben werden. Zunächst zur Angabe der Aufleuchtzeit einer Feuerkugel. Es kommt häufig vor, daß von den Kameranetzen des EN Feuerkugeln fotografiert werden und zu diesen Objekten keine genaue Uhrzeit vorliegt, so daß die Bahnrechnung nur ungenau erfolgen kann. Hier kann der Beobachter einer Feuerkugel großen Nutzen bringen, wenn er die Zeit des Aufleuchtens möglichst genau notiert. Es ist zu empfehlen, möglichst bald nach der Beobachtung die Uhr mit dem Zeitzeichen eines Radios zu vergleichen. Steht während der Beobachtung keine Uhr zur Verfügung, sollte die Zeit wenigstens angenähert bestimmt werden durch Vergleich mit den Fahrzeiten von Autobussen oder Zügen oder durch Zählen der Glockenschläge von Kirchturmuhren. Wenn möglich, sollte der Toleranzbereich der gemeldeten Beobachtungszeit angegeben werden. Bei der Feuerkugel am 2. Dezember gibt J. Müller als Zeit 17^h55^m und C. Prause 18^h00^m an. Die tatsächliche Zeit war aber $17^h52^m21^s$. Die Abweichung der von C. Prause mitgeteilten Zeit beträgt also fast 8 Minuten. Es gibt noch weitere Beispiele solch großer Fehler. Aber nicht nur zur genauen Bahnrechnung wird die Zeit möglichst exakt gebraucht. Auch zur Identifikation und Zuordnung von Beobachtungen ist sie sehr wichtig. Von der Beobachtungsgruppe Edith und Gerd Renner, Kerstin Reichenbacher, Manfred Rätz und Karsten Kirsch wurden am 12. August Feuerkugeln u. a. um 21^h36^m , 21^h39^m und $21^h39^m55^s$ MEZ beobachtet. Es wurde vermutet, die Ganggenauigkeit der benutzten Uhren zu kontrollieren. Von einem Beobachter aus der CSSR wurde eine Feuerkugel um $21^h38^m45^s$ mitgeteilt. Die Helligkeit betrug -7^m . Eine Zuordnung kann hier nicht eindeutig erfolgen. Der Zeit nach würde die Feuerkugel um 21^h39^m mit der des tschechischen Sternfreundes identisch sein, die Helligkeit spricht jedoch mehr für eine der anderen zwei Beobachtungen. Ähnlich liegt der Fall bei der Feuerkugel vom 14. August 22^h36^m , die von P. Stein beobachtet wurde. Ein tschechischer Sternfreund beobachtete ein Objekt um $22^h34^m05^s$. Es bestehen also etwa 2 Minuten Differenz und bei der Dichte der Fälle zu diesem Zeitraum ist es nicht sicher, ob es sich um das gleiche Objekt handelt.

Betrachten wir nun die Genauigkeit der Schätzung des Anfangs- und Endpunktes am Beispiel des Harz-Feuerballs. Zur Auswertung wurden 8 Beobachtungsberichte benutzt, in denen Angaben über Anfangs- und Endpunkt enthalten sind. Die Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nr.	A 1	A 2	h 1	h 2	A 1	A 2	h 1	h 2	JA 1	JA 2	Jh 1	Jh 2
	beobachtet				tatsächlich							
1	320°	16°			293°8	37°5			26°2		21°5	
	300°	10°			297°6	12°3				2°4		2°3
2	/	/			291°9	38°7			/		/	
	305°	15°			296°5	12°8				8°5		2°2
3	/	/			291°9	38°7			/		/	
	285°	15°			296°5	12°8				11°5		2°2
4	295°	50°			277°2	30°3			17°8		19°7	
	304°	15°			282°7	10°0				21°3		5°0
5	225°	58°			219°3	38°6			5°7		19°4	
	220°	20°			234°3	15°5				14°3		4°5
6	185°	65°			188°4	56°4			3°4		8°6	
	247°	33°			219°2	32°3				27°8		0°7
7	265°	/			219°6	62°4			45°4		/	
	280°	/			317°5	22°6				37°5		/
8	/	/			295°6	36°2			/		/	
	305°	/			298°8	11°8				6°2		/

Aus den Differenzen zwischen den gemeldeten und den tatsächlichen Koordinaten ergeben sich folgende Mittelwerte:

$$JA\ 1: \pm 7^{\circ}3 \quad JA\ 2: \pm 5^{\circ}5 \quad Jh\ 1: \pm 10^{\circ}0 \quad Jh\ 2: \pm 1^{\circ}3$$

Die Rechnung wurde häufigkeitsgewichtet durchgeführt, um eine zu starke Beeinflussung des Mittelwertes durch vom Mittelwert sehr abweichende Werte zu verhindern.

Selbstverständlich sind die Mittelwerte nicht repräsentativ, dazu müssen wesentlich mehr Beobachtungen in die Auswertung einbezogen werden. Es deuten sich aber dennoch einige Zusammenhänge an: Der Anfangspunkt einer Feuerkugel wird im allgemeinen nicht oder nur sehr schlecht wahrgenommen. Der Beobachter reagiert erst durch das Aufleuchten am Himmel und eine genaue Wahrnehmung wird erst nach Sekundenbruchteilen möglich sein. Bei der Schätzung des Anfangspunktes wirkt besonders beim ungeschulten Beobachter ein gewisser Schreck, der sich in Hast äußert und die Fehlerquote noch erheblich erhöht. Das läßt sich daran erkennen, daß der Anfangspunkt einer Feuerkugel oftmals gar nicht angegeben werden kann. Dagegen kann der Endpunkt eines Bolides schon wesentlich genauer geschätzt werden. Das liegt daran, daß der Beobachter bereits ruhiger geworden ist, seine Konzentration auf das Objekt und dessen Umgebung ungleich größer ist und er ja bereits beobachtet und nicht erst auf das Objekt aufmerksam werden muß.

Weiterhin ist an unserem Beispiel zu erkennen, daß die Einschätzung der Höhe des Anfangspunktes die größten Schwierigkeiten bereitet. Großen Einfluß darauf hat sicherlich das geographische Relief. Steht der Beobachter auf einer Anhöhe, fällt der geschätzte Winkel zu groß aus. Befindet er sich aber in einer Senke, wird seine Schätzung kleiner sein als der tatsächliche Wert.

Berichtigung zu „Feuerkugeln des Jahres 1978“

Beim Druck der vorjährigen Jahresübersicht in AuR 1979/4, S. 121 sind einige Fehler aufgetreten, die wir zu korrigieren bitten:

Tabelle 3: kom. Anz. richtig: kum. Anz.

Gleichung 2: $\delta_{\text{norm}} = a(-m_{v13})b$ richtig: $\delta_{\text{norm}} = a(-m_{v13})^b$

Gleichung 4: $\delta_{\text{norm}} = 33.5(-m_{v13})^{2.427}$ richtig: $\delta_{\text{norm}} = 33.5(-m_{v13})^{2.427}$

Abbildung 3: Auf Ordinatenachse bei allen Werten das Minuszeichen streichen.

Zur Abhängigkeit des Mondhalos von der Mondphase

ANDRÉ KNÖFEL

Im Heft 1/80 dieser Zeitschrift machte Mathias Schmögner auf ein sehr interessantes Problem aufmerksam. Er stellte die Frage, ob die Mondhalos von der Stellung des Mondes in seiner Umlaufbahn um die Erde, d. h. von den Mondphasen abhängig seien. Bei der Behandlung dieser Frage stößt man auf ein Problem: Mondhalos treten gegenüber Sonnenhalos seltener auf, sind aber wegen der geringen Blendwirkung des Mondes leichter beobachtbar. Man muß daher sehr viel Beobachtungsmaterial zur Verfügung haben, um eine einigermaßen genaue Statistik zu besitzen. Es wurden daher alle uns bekannten Halo-Statistiken von 1957–1979 zur Auswertung herangezogen.

Wie Abb. 1 zeigt, ist die Feststellung M. Schmögners, daß die meisten Mondhalos um die Vollmondzeit beobachtet werden, richtig. Beim Mondalter von 14^d wurden 57 Halos (8,46%) als höchster Wert beobachtet. Etwas unter diesem Wert liegen auch der 10. – 13. Tag nach Neumond. Es zeigt sich, daß auch bei kleinen Mondphasen Halos auftreten können. Allerdings ist deren Anzahl sehr gering.

Würde man die größte Phase der Verfinsterung der Mondfinsternis vom 13./14. März 1979 als Mondalter umrechnen, käme der 3. Tag nach Neumond heraus. Schmögner beobachtete, daß auch bei dieser Phase der Halo nicht beeinträchtigt wurde. Warum sind also bei diesen kleinen Phasen nicht mehr Halos beobachtet worden? Hier wirken drei Faktoren:

1. Die Sonne muß unter dem Horizont stehen. Der Zeitraum für die Beobachtung wird also stark eingeengt.
2. Die Dämmerung darf nicht zu stark wirken, da der Halo sonst überstrahlt werden könnte.
3. Kleine Mondphase bedeutet Sonnennähe. Deshalb wirken hier die ersten beiden Faktoren sehr stark. Außerdem steht der Mond in kleiner Phase dicht über dem Horizont. Durch den Dunst wird ein Teil des Lichts bzw. das gesamte Licht des Halos verschluckt.

Es ist daher durchaus denkbar, daß ohne die genannten Störfaktoren Mondphasen kaum ein Hindernis für die Halo beobachtung darstellen können. Wurden doch schon bei Planeten Halos gesichtet.

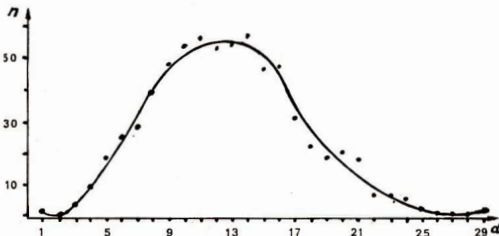


Abb. 1: Abhängigkeit der Mondhalo-Häufigkeit vom Mondalter. Kurve ist durch Pentadenbildung geglättet.

Zum gleichen Thema erhielten wir von KLAUS SCHIMM folgenden Beitrag, den wir gekürzt wiedergeben:

Haloerscheinungen treten grundsätzlich nur dann auf, wenn sich feine Eiskristalle in der Atmosphäre befinden. Diese Eiskristalle bewirken eine Brechung oder Spiegelung des Sonnen- bzw. Mondlichtes und es kommt zu sehr verschiedenartigen, auffälligen optischen Erscheinungen, die alle unter dem Namen Haloerscheinungen zusammengefaßt werden. Dabei wird grundsätzlich zwischen Brechungs- und Spiegelungshalos unterschieden. Bei den Brechungshalos findet eine spektrale

Zerlegung des Lichtes statt und sie erscheinen deshalb farbig, während Spiegelungshalos nur weiß sind. Es treten aber auch Haloerscheinungen auf, bei denen Brechung und Spiegelung des Lichtes erfolgt. Haloerscheinungen können nur durch Vollkristalle mit gut ausgebildeten Grund- und Seitenflächen, nicht aber durch Schneesterne, Graupel o.ä. verursacht werden. Eiskristalle sind hexagonale (sechseckige) prismatische Säulen oder Plättchen, die Kantenwinkel von 60° , 90° und 120° aufweisen. Die Brechungshalos entstehen jedoch nur bei Winkeln von 60° und 90° . Durch eine Einteilung der Haloerscheinungen nach den brechenden Winkeln bzw. nach der Zahl der Spiegelungen lassen sich Rückschlüsse auf die Form der in der Atmosphäre vorhandenen Eiskristalle ziehen. Die häufigsten Wolkenarten bei denen Haloerscheinungen auftreten, sind der Cirrostratus bzw. ausgedehnte Cirren. Cirrostratuswolken können so dünn sein, daß sie nachts kaum festgestellt werden können und nur ein Mondhalo auf dessen Existenz hinweist. Daher wird M. Schmögner diesen Umstand verkannt haben, denn bei dem beschriebenen Mondhalo müssen auch Eiskristalle vorhanden gewesen sein. Zum anderen sind die Mondhalos nicht von der Stellung des Mondes in seiner Umlaufbahn um die Erde abhängig. Die festgestellten besonders schönen Mondhalos um die Vollmondphase lassen sich ganz einfach dadurch erklären, daß, je mehr Sonnenlicht vom Mond reflektiert wird (entsprechend den Mondphasen), die Lichtbrechung an den Eiskristallen um so intensiver ist. Völlig anderer Natur sind die bekannten Höfe und Kränze um Sonne und Mond. Diese entstehen durch Interferenzerscheinungen, wenn an flüssigen oder festen Wolkenelementen die Wellen des Lichtes gebeugt werden.

(Vgl. dazu AuR 1979/1, S. 19f!)

Anwendungsmöglichkeiten der Silberkugelphotometrie

Die Silberkugelphotometrie des Mondes ist eine wichtige Methode der Amateurastronomie zur Bestimmung der Helligkeit des Mondes bei Mondfinsternissen. Einige Amateure wollen diese Art der Photometrie erweitern und die Ergebnisse für andere Zweige der Astronomie nutzen.

Am 20. Februar 1980 trafen sich dazu sechs Sternfreunde in der Sternwarte zu Radeberg/Sachs. (deren Bau leider immer noch nicht beendet ist), um konkrete Ziele dieses Vorhabens zu erarbeiten. Neben der weiteren Auswertung von Mondfinsternissen soll mit Hilfe der Silberkugelphotometrie eine Helligkeitskurve des Mondes in Abhängigkeit von der Zeit aufgestellt werden. Mit dieser Kurve kann z. B. die Vollmondhelligkeit ermittelt werden. Weiterhin soll die Kurve für die Schätzung der Helligkeiten von Veränderlichen benutzt werden. Da seit September 1979 in Berlin und Güstrow von vier Amateuren Messungen durchgeführt wurden, liegen bereits erste Ergebnisse vor. Die o. g. Aufgaben, sowie Untersuchungen zum Einfluß der Mondentfernung von der Erde und der Extinktion, lassen sich nur durchführen, wenn eine wesentlich größere Anzahl von Messungen vorliegt. Deshalb sind alle Interessenten an unserem Vorhaben aufgerufen, sich an die Verfasserin zu wenden, um eine genaue Beobachtungsanleitung für die Silberkugelphotometrie zu erhalten.

INA EICHHORN

Erkenntnisse aus einer Silberkugelphotometrie-Beobachtung

MATTHIAS STARK

An der Beobachtung der Halbschattenfinsternis am 1. 3. 1980 beteiligten sich auf Grund des Aufrufs in den Schnellnachrichten Nr. 118 vier Beobachter. Fünf weitere hatten ihre Mitarbeit zugesichert, mußten jedoch aus Witterungsgründen darauf verzichten. M. Dohrmann, I. Eichhorn, T. Jahn und A. Knöfel beobachteten an der Archengold-Sternwarte Berlin-Treptow mit Kugeln von 3,32 mm und 2,95 mm Durchmesser.

Die Auswertung der gemessenen Daten erfolgte nach der in [1] gegebenen Formel.

Die vorliegenden Werte konnten nur in Wolkenlücken – also bei mäßigem Wetter – gewonnen werden. Aus diesem Grunde sind die Messungen zu ungenau, als daß man daraus den Helligkeitsverlauf der Finsternis ersehen konnte. So war das Zeichnen einer Lichtkurve nicht sinnvoll. Jedoch sind aus den Messungen einige Tatsachen zu ersehen, die bisher in dieser Zeitschrift noch keine Erwähnung fanden (vgl. [1]).

1. Der Vergleichssterne ist keinesfalls zu wechseln. Zum Beispiel sind zwei gleichzeitig gemachte Messungen eines Beobachters bis zu einer Größenklasse auseinander.
2. Bei einer Beobachtungsreihe zum Überwachen einer Halbschattenfinsternis ist der Wechsel der Kugel nicht notwendig. Er würde nur Unsicherheit der Werte verursachen.
3. Es ist erstrebenswert, relativ schwache Sterne als Vergleichssterne zu verwenden, da dann die Entfernung Auge – Kugel größer ist. Die Logarithmuskurve verläuft dann bei größeren Zahlen ziemlich flach zur Abszissenachse und dadurch tritt der Meßfehler der Entfernung weniger stark in Erscheinung. Keinesfalls sollten Objekte heller als O Größenklassen verwendet werden (Venus, Jupiter).
4. Silberkugelphotometriebeobachtungen sind nur bei völlig wolkenlosem Himmel durchzuführen.

Diese vier Merkmale sind aus den Beobachtungen der vier Beobachter ersichtlich. Schon deshalb war die Auswertung der recht ungenauen Werte lohnenswert.

Im übrigen wurde die scheinbare Vollmondhelligkeit mit -12^m3 vor der Finsternis etwas zu dunkel gemessen, was wohl auf den Zustand der Atmosphäre (allgemein wolkenreich, dunstig) zurückzuführen ist.

Literatur:

- [1] Guld, K.: Die Silberkugelphotometrie und ihre Anwendung auf die Halbschattenfinsternis vom 6./7. November 1976. AuR 1977. 6.

Leseranfrage

Ich interessiere mich für unseren gregorianischen Kalender. Bei der Beschäftigung mit ihm bin ich auf eine Frage gestoßen. Bekanntlich legt der gregorianische Kalender im Voraus für viele Jahrhunderte auch die Daten der **Neumonde** fest, was letzten Endes dazu dient, das Datum des Ostersonntags (und damit weiterer kirchlicher Feiertage) zu bestimmen. Nun fällt auf, daß diese gregorianischen Neumonde gegenüber den astronomischen Neumonden systematisch in Richtung zum Neulicht verschoben sind; und das führt natürlich sofort auf die Frage nach dem Betrag (genauer: mittleren Betrag) dieser Verschiebung. Um diesen Betrag bestimmen zu können, fehlt mir eine Zahl. Zwar findet man in Nachschlagewerken Angaben über die Länge des „synodischen Monats“ (29 d 12 h 44 m 3 s), doch muß man ja den Zeitpunkt von mindestens einem Neumond haben, um durch Addition von Vielfachen dieser 29,53... Tage auch die Lage aller weiteren Neumonde zu erhalten. Da nun aber diese Zahl 29,53... selbst nur einen Mittelwert darstellt, müßte dieser Zeitpunkt eines der Neumonde dann konsequenterweise auch ein Mittelwert über sehr viele Lunationen sein, keineswegs die Lage eines ganz bestimmten astronomischen Neumondes.

Hiermit möchte ich fragen, ob so eine Konstante schon berechnet wurde und ggf. welchen Wert sie hat. Es soll sich also darum handeln, für die zeitliche Lage der Neumonde eine Formel $T = (29,53...)\cdot n + k$ anzugeben, worin T das Datum in Tagen sein könnte, wogegen n eine Nummer für die Neumonde sein müßte. M. E. müßte diese Geradengleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate in eine ausreichend große Anzahl von genügend genau bekannten Neumondaten (oder Neumondzeitpunkten) eingepaßt werden. Ob systematische Veränderungen der Länge des synodischen Monats bisher nachgewiesen werden konnten, ist mir unbekannt.

WILHELM HELMECKE, Potsdam

Dr. PAUL AHNERT antwortete dazu:

Astronomische und kirchliche Mondrechnung

Die Zeiten der mittleren astronomischen Neumonde (geozentrische Konjunktionen von Sonne und Mond in Länge) können mit der Formel

$$1980 \text{ Jan. } 17^{\text{d}}13^{\text{h}} \ 1^{\text{m}}24^{\text{s}} \text{ Weltzeit} \\ \pm 29^{\text{d}}12^{\text{h}}44^{\text{m}} \ 21^{\text{s}} \cdot n$$

oder bequemer mit Hilfe der Julianischen Daten und der Dezimalteile des Tages

$$J. D. \ 2444256,0426435 \pm 29,5305881 \cdot n$$

gefunden werden.

Infolge der Bahnexzentrizität und der Störungen der Mondbewegung durch die Sonne und die Planeten kann der Moment der wahren Neu- und Vollmondstellung bis zu $\pm 10^{\text{h}}$ von den mittleren Zeiten abweichen.

Die exakte Berechnung der Mondbewegung ist eins der mathematisch aufwendigsten Probleme der Himmelsmechanik. Die gregorianische Kalenderreform am Ausgang des 16. Jahrhunderts hat sich neben der Anpassung des Kalenders an den Jahreslauf der Sonne auch mit der Revision der Mondrechnung befaßt. Sie war für die richtige Datierung des Osterfestes und der mit ihm gekoppelten „beweglichen Feste“ notwendig. Die wirklichen Neumonde traten im 16. Jahrhundert bereits 3 bis 4 Tage früher ein als die kirchliche Rechnung ergab.

Traditionsgemäß sollte Ostern am Sonntag nach dem ersten auf das Frühlingsäquinoktium folgenden Vollmond gefeiert werden. Die Festlegung des Frühlingsäquinoktiums auf den 21. März und die Sicherung dieses Datums für die Zukunft war verhältnismäßig einfach. Die Berechnung der künftigen Neumondzeiten erwies sich als komplizierter. Man hätte zwar die astronomisch berechneten Neumondzeiten benutzen können. Aber sie treten, wie oben erwähnt, mit vielstündigen Verfrühungen oder Verspätungen ein. Außerdem wollte man wohl vermeiden, die Bestimmung kirchlicher Feste einer nicht-theologischen Fakultät anzuvertrauen. Man entschloß sich, ein verbessertes zyklisches Verfahren auszuarbeiten, das die Fehler der früheren Methode verminderte.

Zum besseren Verständnis der neuen Mondrechnung sollen die folgenden Begriffe erläutert werden:

Der Rechnung liegt der schon im Altertum bekannte Metonsche Zyklus zugrunde, der in 19 Julianischen Jahren 235 synodische Monate enthält. 19 Julianische Jahre sind 6939 475, 235 synodische Monate mit der von der Kommission angenommenen Länge von 29 530 592 236 des synodischen Monats sind 6939 468 920 5. Damit fallen nach Ablauf eines solchen auch als Mondzirkel bezeichneten Zyklus die Neumonde wieder auf den gleichen Montag. Die Differenz von 6 060 795 = $1^{\text{d}}27^{\text{h}}32^{\text{m}}17^{\text{s}}$ wächst erst nach 312,5 Jahren auf einen Tag an.

Die Ordnungszahl eines Jahres in dem Mondzirkel wird „Goldene Zahl“ genannt und geht demnach von 1 bis 19. Da für Kalenderzwecke nur ganztägige Monate brauchbar sind, werden nebeneinander 29tägige (hohle) und 30tägige (volle) Monate eingesetzt. Ihre Anordnung wurde im Verlauf des 19jährigen Mondzirkels so gewählt, daß die Abweichung der zyklischen Neumonde von den astronomischen möglichst nicht einen Tag übersteigt.

Das „Mondalter“ am 1. Januar wird im neuen Modus als „Epakte“ oder Jahresepakte bezeichnet. Das Mondalter ist am Tage des Neumondes 0, am Tage nach dem Neumond 1, am Tage des Vollmonds XIV und am Tage vor dem abschließenden Neumond XXVIII bzw. XXIX, je nachdem es sich um einen hohlen oder vollen Monat handelt. Da die Reihenfolge der vollen und hohlen Monate für jedes Jahr des Zyklus festliegt, kann man mit der Epakte das Datum jedes Neumondes des Jahres bestimmen.

Als Voraussetzung für die neue Mondrechnung wurde zunächst der Fehler des alten, rund ein Jahrtausend lang angewandten Verfahrens beseitigt. Die Kalenderkommission verlegte den Januarneumond des ersten Jahres mit der Goldenen Zahl 1 nach der Kalenderreform vom fehlerhaften Datum (23. Jan. jul. 1506) um 3 Tage vor auf den 20. Jan. jul. und damit auf den 30. Jan. des gregorianischen Kalenders. Da der im Januar endende Mondmonat ein voller ist, wurde das Mondalter am 29. Jan. XXIX und die Jahresepakte (1. Jan.) wurde 1.

Als Beispiel für die zunächst bis 1700 erreichte gute Übereinstimmung zwischen den zyklisch berechneten und den wahren Neumondaten gebe ich Neumondtage für das Jahr 1596 (Schaltjahr):

Neue zykl. Rechnung	Neumond astron. Rechnung	zykl.-astr.	Neue zykl. Rechnung	Neumond astron. Rechnung	zykl.-astr.
Jan. 30	29 ¹¹ h	+ 13 ^h	Juli 26	25 ⁴ 8 ^h	+ 16 ^h
Feb. 28	28 ⁴ 4 ^h	- 4 ^h	Aug. 24	23 ¹³ h	+ 6 ^h
März 30	28 ²⁰ h	+ 28 ^h	Sept. 23	22 ² 3 ^h	+ 21 ^h
Apr. 28	27 ¹³ h	+ 11 ^h	Okt. 22	21 ¹³ h	+ 11 ^h
Mai 28	27 ⁴ 4 ^h	+ 20 ^h	Nov. 21	19 ²³ h	+ 25 ^h
Juni 26	25 ¹⁹ h	+ 5 ^h	Dez. 20	19 ⁹ 9 ^h	+ 15 ^h

Die durchschnittliche Verspätung des zyklischen Neumondes von 14^h lag in der Absicht der Kommission, daß der zyklische Neumond möglichst nicht vor dem astronomischen eintreten sollte.

Damit die gute Übereinstimmung der zyklischen mit der astronomischen Rechnung auch in Zukunft erhalten blieb, mußten noch zwei Schaltregeln eingearbeitet werden. Da im gregorianischen Kalender im Gegensatz zum julianischen in den nicht durch 4 ohne Rest teilbaren Säkularjahren (1700, 1800, 1900, 2100 u. s. f.) der Schalttag wegfällt, soll nach jedem solchen Säkularjahr die Epakte um 1 vermindert werden (Sonnengleichung). Die oben erwähnte Differenz zwischen 235 synodischen Monaten und 19 julianischen Jahren wächst in 2500 Jahren auf 8 Tage an. Sie wird dadurch berücksichtigt, daß in 2500 Jahren 7mal nach 300 und einmal nach 400 Jahren die Epakte um 1 vergrößert wurde (Mondgleichung). Damit war auch die Mondbewegung dem gregorianischen Kalender angepaßt worden.

Die Sonnengleichung wurde zum ersten Mal 1700, die Mondgleichung 1800 angewandt. Wie sich diese Schaltungen bis zum 23. Jahrhundert auswirken, zeigt die folgende Übersicht:

Säkular Jahr	S-Gl.	M-Gl.	Σ	1. Jahr im Jhrh. mit G. Z.	Epakte dieses Jahres	Januar-Neumond in diesem Jahr zykl. astron.
1600	0	0	0	1615	I	Jan. 30 29, 6 ^h
1700	-1	0	-1	1710	0	Jan. 1, 31 29, 18 ^h
1800	-1	+1	0	1805	0	Jan. 1, 31 1, 0 ^h ; 30, 18 ^h
1900	-1	0	-1	1919	XXIX	Jan. 2 1, 18 ^h
2000	0	0	0	2014	XXIX	Jan. 2 1, 14 ^h
2100	-1	+1	0	2109	XXIX	Jan. 2 2, 3 ^h
2200	-1	0	-1	2204	XXVIII	Jan. 3 3, 6 ^h

S-Gl. = Sonnengleichung, M-Gl. = Mondgleichung, Σ = summierte Wirkung beider Gleichungen, G. Z. = Goldene Zahl

Die Übereinstimmung bleibt noch mehrere Jahrtausende mit durchschnittlichen Differenzen von maximal 1 Tag erhalten, eine achtenswerte Leistung der Kalenderkommission. Es ist aber auch ersichtlich, daß sich der Unterschied der Resultate beider Berechnungsmethoden nicht durch eine einfache Formel darstellen läßt.

Junge Amateure antworten auf die Frage

Was reizt Sie an der Veränderlichenbeobachtung?*

Kerstin Reichenbacher: „Als ich mich am Sternenhimmel zurechtfinden gelernt und viele interessante astronomische Objekte im Fernrohr gesehen hatte, erwachte in mir der Wunsch, als Amateurastronom auch ein bißchen für die Wissenschaft Astronomie nützlich zu werden. Doch was konnte ich mit meinen bescheidenen Mitteln tun? Die nächste Sternwarte lag 50 km von meinem Zuhause entfernt, und zu meiner Verfügung stand ein Feldstecher 8 x 30. Wenn er mir auch den Mond in bereits eindrucksvoller Weise ein wenig näher rückte, so sah ich doch bei Jupiter nur mit Mühe die vier hellsten Monde und bei Saturn nicht einmal sein Ringsystem. Angeregt von Klaus Lindners Buch „Astronomie selbst erlebt“, versuchte ich mich einmal an Helligkeitsschätzungen von Sternen und im Juni 1975 war es soweit, daß ich den hellen Veränderlichen δ Cephei ein erstes Mal schätzte. Vergleichssterne hatte ich mir selbst ausgesucht. Von nun an betrachtete ich den Stern jeden klaren Abend und schließlich hatte ich genug Beobachtungen zusammen für eine erste Lichtkurve. Wenn ich diese heute in der Hand halte, sage ich immer: „Na ja, daß er sich verändert, sieht man ...“ (nur nicht, daß es eine δ Cephei-Lichtkurve war!) Meine erste Phasenrechnung hatte ich mangels Anleitung nach eigenen Ideen durchgeführt.“

29. August 1975. Ich schätzte gerade wieder einmal δ Cephei, da fiel mir auf, daß im Sternbild Schwan etwas „nicht stimmte“. Ein Stern war da zuviel! Eine Nova! Meine Beobachtung teilte ich den Sternwarten Sonneberg und Suhl mit und behielt den „neuen Stern“ natürlich im Auge. Das Erfolgserlebnis, zu den ersten gehört zu haben, die die Nova Cygni 1975 gesehen hatten, gab meiner amateurastronomischen Arbeit Aufschwung. (Daß meine Helligkeitsschätzungen damals von einem systematischen Fehler begleitet waren, hat der aufmerksame Leser von „Astronomie und Raumfahrt“ möglicherweise bemerkt.) Ab 1975 kamen zu meinen allabendlichen Beobachtungen bald Algol (β Lyr) und andere helle Veränderliche dazu. Der Sternfreund Dietmar Böhm half mir bei der Zusammenstellung eines richtigen Beobachtungsprogrammes, und – nachdem sich eine aktive Briefverbindung mit der Sternwarte Sonneberg entwickelt hatte – bekam ich einmal die Möglichkeit, für längere Zeit dort zu arbeiten. Hier beobachtete ich veränderliche Sterne auf Himmelsüberwachungsplatten und lernte, meine Beobachtungen auszuwerten. Seitdem wiederholten sich die Besuche in Sonneberg mehrmals und ich trat auch der Arbeitsgruppe „Veränderliche Sterne“ des Kulturbundes bei, wohin ich nun jährlich meine Beobachtungen zur Auswertung und Veröffentlichung gebe und an dessen Tagungen ich natürlich gerne teilnehme.

Wenn ich auch jetzt als Student sehr wenig Freizeit habe, so ist diese doch der Astronomie gewidmet und vor allem den Veränderlichen Sternen. Mein Programm enthält nun immer 15–20 Veränderliche, die jeden klaren Abend beobachtet

* Schluß der Umfrage aus Heft 2/1980.

werden. Sobald einmal mehr Zeit und Gelegenheit ist, wird das Programm erweitert, z. B. auf das Verfolgen von Be-
deckungstern-Minima, wie ich es im astronomischen Sommerlager in der CSSR bestens praktizieren konnte.

Aber: Kann ein Amateur mit so geringem instrumentellen Aufwand tatsächlich der Fachastronomie ein wenig Nutzen
bringen? Ich glaube, ja. Die hellen Sterne lassen sich photographisch nicht gut beobachten, und meist werden sie auch von
der Photometrie zugunsten schwächerer interessanter Objekte zurückgestellt. ... (Auf weitere Gesichtspunkte wies be-
reits Dr. W. Wenzel hin. S. Seite 37 in 2/80; die Red.) ...

Das Wichtigste von allem jedoch ist, daß die Beobachtung Veränderlicher Sterne dem Amateur Freude macht! Ich finde
es einfach faszinierend, den Lichtwechsel eines Veränderlichen Sterns mit einfachen Mitteln zu verfolgen und daraus eine
Lichtkurve zu zeichnen, aus der man Schlüsse ziehen kann über den Typ und damit das Entwicklungsstadium des Sterns.
So wie es der Amateur nur in kleinem Maße kann, so gelingt es der Fachastronomie doch in großem Rahmen: immer mehr
Erkenntnisse zu sammeln und die physikalischen Gesetze sowie die Entwicklung im Weltall zu begreifen."

Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (IV)

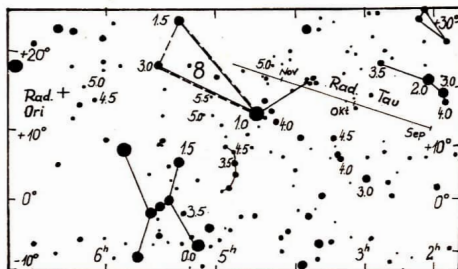


Abb. 1: Radianten der Orioniden und der Arietiden-Tauriden (Die Daten auf der Linie geben den etwa-
gen Ort des Radianten zur Monatsmitte an).

Nach dem Maximum der Meteoraktivität im August ist
im September eine deutliche Abnahme zu bemerken.
Auffällige Ströme fehlen jetzt und wir beobachten haupt-
sächlich sporadische Meteore. Erst zur Monatsmitte be-
ginnt die Tätigkeit eines Stromes, der gewisse Ähnlich-
keiten mit den Scorpius-Sagittariden hat. Der Radiant
legt hier ebenfalls einen größeren Weg zurück und be-
findet sich auf der Ekliptik – Mitte September im Westteil
des Widder und im November schließlich im Ostteil des
Stier (Abb. 1). Denning gab 1928 eine Liste von 13 Radi-
anten für diesen Zeitraum an. Deutliche Maxima sind jedoch
bei den Arietiden-Tauriden nicht zu finden.

Ein extra scharfes Maximum weisen dagegen die Draconiden
auf. Dieser Strom ist auf eine Gesamtdauer von nur
vier bis fünf Stunden beschränkt (Breite der Meteoroiden-
wolke etwa 500 000 Kilometer). Da die maximale Beob-
achtungszeit im Oktober 12 Stunden beträgt, kann der Strom
nicht überall auf der Erde beobachtet werden (Maximum:
9. Oktober). Die Draconiden gehen auf den Kometen
Giacobini-Zinner zurück, der eine Umlaufperiode von
6,516 Jahren hat. Ergiebige Fälle wurden für 1972 und
1978 angekündigt, blieben aber aus. Möglich wäre, daß die
Erde die schmale Teilchenwolke nicht mehr trifft (Ablen-
kung des Stromes).

Die Orioniden zeigen ein breiteres Maximum um den 22. 10.
mit einer Gesamtdauer der Aktivität von rund zwei
Wochen. Die Rate erreicht den Wert von 25 pro Stunde.
Besondere Erscheinungen – wie etwa bei den Perseiden
oder den Pegasiden – sind recht selten. Der Ursprungs-
komet ist der Komet Halley.

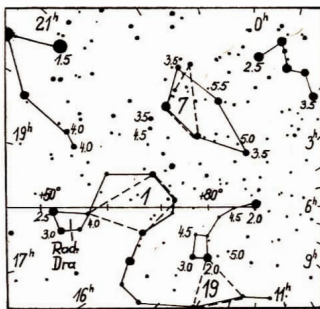


Abb. 2: Umgebung des Draconiden-Radianten mit Angaben
über Sternhelligkeiten (gerundet) sowie den Feldern 1 und 7
zur Bestimmung der Grenzhelligkeit.

JÜRGEN RENDTEL

Kurzberichte

Seminar der Arbeitsgruppe Sternbedeckungen

Die Arbeitsgruppe Sternbedeckungen führt am 18. und 19. Oktober 1980 ihr erstes Seminar in der Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“ in Ellenburg durch. Das Programm sieht vor:

1. Tätigkeitsbericht der Arbeitsgruppe 1978–1980
2. Sternbedeckungsbeobachtungen in der CSSR
3. Über die Beobachtung streifender Sternbedeckungen
4. Erfahrungsaustausch der Beobachter
5. Besichtigung der Ellenburg Sternwarte

Anmeldungen sind noch möglich. Übernachtungen werden im Rahmen der zur Verfügung stehenden Kapazität vermittelt. Genaue Einladungen werden rechtzeitig übersandt.

EDGAR OTTO
Leiter der Arbeitsgruppe

III. Bezirkstagung der Amateurastronomen Neubrandenburg

Nachdem der Bezirksfachausschuß Astronomie/Raumfahrt Neubrandenburg des Kulturbundes der DDR bereits als sehr gelungene Veranstaltung den „Tag der Raumfahrt“ am 3. November 1979 durchführte, fand unter seiner Leitung am 9. Februar 1980 die III. Bezirkstagung der Amateurastronomen in Neubrandenburg statt. Zuerst machte Dr. Jüri vom Zentralinstitut für Alte Geschichte und Archäologie der AdW der DDR interessante Ausführungen über „Sinn und Unsinn der Astrologie“. In der Diskussion mußte festgestellt werden, daß es in der DDR leider kein Buch gibt, das sich mit der Irrlehre der Astrologie gebührend auseinandersetzt. Im folgenden Vortrag sprach Herr Friedrich von der Archenhold-Sternwarte Berlin über „Motivationen für die Astrofotografie und belegte mit vielen Diapositiven, wie einfache Amateuraufnahmen den Astronomieunterricht bereichern können.

Herr Dr. Herms von der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock sprach dann zum Thema „Der Mensch im Gravitations-trichter der Erde“. Nach diesen interessanten und lehrreichen Vorträgen legte der Bezirksfachausschuß Rechenschaft über seine Arbeit ab und gab einen Ausblick auf die zukünftigen Vorhaben.

WERNER PIERSCHEL

Astronomiehistorisches Kolloquium in Berlin

Aus Anlaß des zehnjährigen Bestehens der Abteilung Astronomiegeschichte der Archenhold-Sternwarte Berlin fand am 23. Januar 1980 ein wissenschaftliches Kolloquium zu astronomiehistorischen Forschungen statt. In sechs Teilbeiträgen wurde Bilanz über die bisher auf diesem Gebiet geleistete Arbeit gezogen und ein Ausblick auf weitere Forschungsvorhaben gegeben.

Der erste Vortrag von Dr. Dieter B. Herrmann, dem Direktor der Archenhold-Sternwarte, beschäftigte sich mit der Forschungsabteilung Astronomiegeschichte in der Sternwarte, ihrer Entwicklung, Arbeit und bisherigen Bilanz. In den letzten zehn Jahren entstanden 77 astronomiehistorische Publikationen von sechs Autoren unter Mithilfe vieler weiterer Mitarbeiter.

Dipl.-Phil. Jürgen Hamel, Leiter der Abteilung Astronomiegeschichte, befaßte sich in seinem Vortrag mit der Kosmogonie des französischen Naturforschers G. L. L. Buffon. Buffon war ein Vorläufer Immanuel Kants, dessen Kosmogonie wegweisend für weitere Forschungen auf diesem Gebiet war.

Danach sprach Dipl.-Lehrer Klaus Friedrich, pädagogisch-wissenschaftlicher Mitarbeiter der Archenhold-Sternwarte, über historische Kataloge der Sternwarte. Kataloge können bei wissenschaftlichen Forschungsarbeiten eine große Hilfe leisten. Die Sternwarte besitzt gedruckte Kataloge (z. B. ein Verzeichnis astronomischer Briefe, ein Verzeichnis alter Bücher der Sternwarte von 1510 bis 1800 und ein Publikationsverzeichnis) und Kataloge mit festem Standort. Dazu gehören u. a. ein Literaturkatalog zur Geschichte der Astronomie, die Biographienkartei und der Porträtkatalog.

Der nächste Beitrag von Arnold Zenkert, Leiter des Astronomischen Zentrums in Potsdam, befaßte sich mit der Inventarisierung von Sonnenuhren in der DDR. Er gab einen Überblick über die bisher verzeichneten etwa 350 Sonnenuhren und erläuterte anhand von Abbildungen die verschiedenen Arten. Von der Sektion Guromonik wird eine enge Zusammenarbeit mit dem Denkmalschutz der DDR angestrebt, um wertvolle Uhren zu erhalten.

Es folgte ein Vortrag über das DAL-Projekt der Sternwarte, der von S. Kassam und I. Eichhorn, Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Astronomiegeschichte, erarbeitet wurde. DAL ist die Abkürzung für Durchmusterung astronomischer Literatur. Das Programm beinhaltet die Erfassung aller astronomischen Literatur von 1800 bis zur Gegenwart. Die Erfassung erfolgt auf sogenannten DAL-Belegen, die später durch Datenträger ersetzt und mit Hilfe der EDV ausgewertet werden.

Dr. D. B. Herrmann erläuterte abschließend, wie mit Hilfe von Zitierungen in Monographieregistern die effektive Bedeutung eines Forschers in der Wissenschaft ermittelt werden kann.

Das Kolloquium gab Einblick in die vielfältigen Aktivitäten der Abteilung Astronomiegeschichte. Diese Aktivitäten sollen in den nächsten Jahren fortgesetzt und erweitert werden.

ANDRE KNÖFEL/INA EICHHORN

Erfahrungsaustausch im Planetarium

Vierzig Mitarbeiter aus 21 Planetarien der DDR sowie Herr Groth als Vertreter vom VEB Carl Zeiss Jena hatten sich am 28. und 29. 2. zum diesjährigen Erfahrung- und Gedankenaustausch in der Volksternwarte „A. Diesterweg“ in Radebeul getroffen. Neben dem Großplanetarium in Jena und den Raumflugplanetarien in Cottbus und Halle waren noch 18 Kleinplanetarien vertreten, unter ihnen auch das im Eigenbau entstandene Kleinplanetarium in Großwerther bei Nordhausen.

OL Kollar verwies auf die Notwendigkeit und die Bedeutung regelmäßiger Treffen, die auch dazu beitragen sollen, die hohen Investitionen für die schulische, außerunterrichtliche sowie populärwissenschaftliche Arbeit optimal zu nutzen. Da es bisher kaum methodische Hilfen gibt, sind diese Beratungen, wie die bisher drei stattgefundenen beweisen, von großem Nutzen.

Die Vorstellung der einzelnen Einrichtungen zeigte einerseits ein sehr unterschiedliches Bild, andererseits aber doch immer wieder, wie groß die Nutzung für die Volksbildungsarbeit ist. Die Planetarien unserer Republik zählen jährlich rund 600 000 Besucher. Das bedeutet, daß jeder 28. Bürger unserer Republik einmal im Jahr ein Planetarium

aufsucht. Über die Nutzung des Planetariums im heimatkundlichen Unterricht der Unterstufe sprach Bfr. Zerkert aus Potsdam. Er betonte, daß sowohl der Aufgeschlossenheit der Schüler dieser Altersstufe als auch die Notwendigkeit, den Unterstufenlehrern bei der Behandlung einfacher astronomischer Sachverhalte (z. B. Tagbogen der Sonne) zu helfen, Rechnung getragen werden muß. Im Planetarium Potsdam ist jeder 4. Besucher ein Schüler der Unterstufe.

Bfr. Rockstroh aus Radebeul bot einen Vortrag „Vom Schein zur Wirklichkeit“ für Besucher, die bereits über ein gewisses Fundament an astronomischen Kenntnissen verfügen. In dieser Veranstaltung kam zum Ausdruck, daß es nicht genügt, nur die Erscheinungen darzustellen, sondern es müssen auch die modernen Forschungsergebnisse dargestellt sowie die Zusammenhänge hergestellt werden. Die sich anschließende Diskussion bewies das große Interesse an Fragen der Methodik, Gestaltung und Dramaturgie in der Planetariumsarbeit.

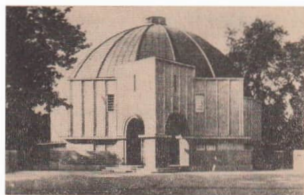
Für den zweiten Tag war ein Fachvortrag von Dr. Gärtler, Jena, über neuere Erkenntnisse der Sonnenphysik und ein Besuch des Mathematisch-Physikalischen Salons im Zwinger vorgesehen.

Die Arbeitstagung der Mitarbeiter in den verschiedenen Planetarien hat deutlich gemacht, daß der Austausch von Erfahrungen die beste Investition darstellt. Dank der sehr guten Vorbereitung seitens der Mitarbeiter der gastgebenden Einrichtung und nicht zuletzt der geschickten Leitung der Veranstaltung durch OL Kollar konnten die Teilnehmer eine Fülle von Anregungen und Impulse für ihre weitere Arbeit mitnehmen. Als Tagungsort für 1981 ist Halle vorgesehen.

A. Z.

Der Nachwelt erhalten

Das am 24. Juli 1926 eröffnete Zeiss-Planetarium in Dresden hatte seinen Standort auf dem Ausstellungsgelände neben dem Botanischen Garten. „Der Tempel der Urania“, wie es im Volksmunde genannt wurde, schloß bereits 1941 seine Pforten und mußte verschiedenen kriegsbedingten Zwecken dienen. In der grauenhaften Bombennacht vom 13. zum 14. Februar 1945 fiel alles in Schutt und Asche.



Ehemaliges Planetarium in Dresden.

Das kostbare Vorführgerät war bis auf das wichtige Steuerpult 1941 abgebaut und in Kisten verpackt worden. Im Lohmann-Observatorium der damaligen Technischen Hochschule wurden sie gelagert. Leider erwies sich eine Wiederverwendung des Gerätes als nicht mehr durchführbar.

Die zu Ehren des 20. Jahrestages im Jahre 1969 eröffnete Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“ in Radebeul wirkt in ihrer Arbeit auch in die Stadt Dresden. Seitens des Rates der Stadt Dresden wurde diese Tätigkeit auf schulischem und populärem Gebiet durch die Überlassung eines Teiles der ehemaligen Dresdner Planetariumsgeräte (Süd-Hemisphäre) zur musealen Nutzung gewürdigt. Die wichtige Projektionskugel mit ihren 31 Sternbild-Objektiven hat unter einer Glasvitrine Aufstellung gefunden. In vielen freiwilligen Aufbaustunden sorgten Kollegen des Ingenieurkollektivs WUT/EKF des VEB Schaltelektronik Dresden unter Leitung von Dr. Pretzschner dafür, daß dieses Präzisionsgerät aus den 20er Jahren unseres Jahrhunderts – das 5. Planetarium in Deutschland – der Nachwelt erhalten bleibt. Das für die Aufstellung notwendige stabile Gerüst fertigte Kollege Weißbach vom VEB Dampfkesselbau Dresden an.

Nach „Sächsische Zeitung“, 27. 8. 1979, S. 4. Foto: R. Kollar.

A. Z.

Aus der Literatur

Starke Radio-Flare-Quelle entdeckt

Vom Doppelstern HR 1099 (= V 711 Tau) wurde eine Serie starker Radiostrahlungsausbrüche empfangen. Die Daten wurden bei 10,5 GHz neun Tage lang am Algonquin Radioobservatorium aufgezeichnet. Zeitweise wurde die Radiostrahlungsausbrüche bei 15,5 GHz und 7,9 GHz an Haystack Observatory registriert. Die empfangenen Daten zeigen die zeitliche Entwicklung mehrerer Radio-Flares. Das zeitliche Auftreten der Flares scheint nicht mit spezifischen Bahnphasen des Doppelsternsystems korreliert zu sein. Der Mechanismus der Radioemission basiert auf nichtthermischer Gyrosynchrotronstrahlung eines Raumgebietes, dessen Ausdehnung ein Vielfaches des Sterndurchmessers, aber vergleichbar mit dem Doppelsternabstand ist. Für HR 1099 wurde der Sterndurchmesser einer jeden Komponente des Doppelsternsystems zu ungefähr 3 Sonnenradien und der Doppelsternabstand zu 0,05 AE bestimmt.

Lit.: The Astronomical Journal 83 (1978) 1471

12. Saturnmond und neuer Saturnring entdeckt

Die Auswertung der von Pioneer 11 gewonnenen Daten beim Saturnvorbeiflug ergab, daß sich außerhalb des A-Ringes dieses Planeten noch ein weiterer Ring anschließt. Dieser Ring (vorläufig als F-Ring bezeichnet) hat eine Breite von 2000 Kilometer und einen Radius von 2,35 R_s . R_s ist der Äquatorialradius des Saturn und wurde exakt zu 60000 Kilometer bestimmt. Die Trennung zwischen A- und F-Ring (Pioneer-Teilung genannt) beträgt 2600 Kilometer.

Mit einem Photopolarimeter konnte in 2,33 R_s ein bisher unbekannter Satellit des Saturn entdeckt werden. Unabhängig davon konnte dieser auch von den sich an Bord befindlichen Empfängern für energiereiche Teilchen registriert werden. Der Durchmesser dieses 12. Saturnmondes wird mit 170 Kilometer angegeben.

Lit.: IAU – Circular, No. 3417

m-w

Die Masse der Saturnringe

Masse ist schwer zu messen! Gewöhnlich wird sie aus der Störung anderer Körper durch das betreffende Objekt abgeleitet oder aus angenommenen Werten für Volumen und Dichte.

Das Gravitationspotential in der Umgebung des Saturn wird durch die Masse, die Form und die Hauptträgheitsmomente des Planeten bestimmt sowie durch die Masse, Form und Bahn der Ringe und Satelliten. Die Kenntnis der Präzision der Satellitenbahnen erlaubt eine recht genaue Bestimmung dieses Potentials. Für ihre Bestimmung wurden von 6 inneren Satelliten (Mimas bis Titan) Beobachtungen ab 1888 verwendet. Mit einem Modell über das Gravitationsfeld des Saturn, abgeleitet aus der Gleichgewichtsconfiguration schnell rotierender Körper, berechneten W. I. McLaughlin und T. D. Talbot vom Jet Propulsion Laboratory in Pasadena/Kalifornien-USA die Masse der Saturnringe zu $m = (3.5 \pm 1.4) \cdot 10^{24}$ g (Erdmond zum Vergleich: $73.5 \cdot 10^{24}$ g).

Dieses Ergebnis kommt dem von Franklin, Colombo und Cook unabhängig bestimmten Wert von $m > 3.4 \cdot 10^{24}$ erfreulich nahe. Die Autoren leiteten ihren Wert aus der Lage der Cassinischen Teilung ab. Sie fanden eine Diskrepanz von 1400 km zwischen der beobachteten Position und derjenigen, die einer Resonanz mit der Umlaufbahn des Satelliten Mimas entspricht, und erklärten diesen Effekt als Gravitationswirkung der Ringe.

Die Saturnringe liegen in der Massensequenz der Satelliten im Sonnensystem damit an neunter Stelle, nach Ganymed, Triton, Titan, Callisto, Erdmond, Io, Europa und Titania. Faßt man die Ringe in einen Satelliten der Dichte 2.4 g je cm^3 (wie Dione und Rhea) zusammen, hätte er einen Durchmesser von 700 km.

Zweiter niederländischer Infrarot-Astronomiesatellit in Entwicklung

Der von den USA, den Niederlanden und England entwickelte Satellit IRAS (Infrared Astronomy Satellite) soll im Frühjahr 1981 von einer amerikanischen Trägerrakete Delta 2910 auf eine sonnensynchrone, quasipolare Kreisbahn in 900 km Höhe gebracht werden. Das 60-cm-IR-Teleskop ist vom Typ Ritchey-Chretien-Cassegrain. Es hat eine Masse von 640 kg. Der Tubus mit einer Länge von 3,0 m und einem Durchmesser von 0,75 m wird mit flüssigem Helium gekühlt. Desgleichen die 67 Detektoren von $0,1 \text{ mm}^2$ Fläche und 0,25 mm Dicke. Für den nahen Infrarotbereich (unter $30 \mu\text{m}$) werden Silizium-, für das ferne Infrarot (über $30 \mu\text{m}$) Germaniumdetektoren verwendet.

Die Leistung der Sonnenzellen beträgt 185 W, als Funktionszeit sind 12 Monate vorgesehen. Bei einer Höhe von 3,57 m, einem Durchmesser von 1,6 m hat der Satellit eine Gesamtmasse von 925 kg. Die Kosten werden mit 230 Mio. holl. Gulden veranschlagt.

Der Satellit dient der Erfassung und Katalogisierung von Infrarotquellen innerhalb und außerhalb unserer Galaxis. (s. auch Astron. u. Raumf. 78/5, S. 159).

h-s

Die Rotationskurve Neptuns

Die Ableitung der Rotationsperiode des Planeten Neptun aus spektroskopischen und photometrischen Parametern hat sich als zu kompliziert herausgestellt. Die Neigung der Spektrallinien infolge des Dopplereffektes ist klein und sehr schwer zu messen. Die Lichtkurvenschwankung im sichtbaren Wellenlängenbereich ist ebenfalls zu gering, um brauchbare Rotationsergebnisse zu erhalten. Die neuesten, mit dem 2,24 m Teleskop des Mauna Kea Obser-

vatoriums (Hawaii) erhaltenen Beobachtungen zeigen, daß Neptun im infraroten Spektralbereich ($1.2 \mu\text{m}$ bis $3.6 \mu\text{m}$) sehr hell und veränderlich ist. Dieses Ergebnis führte dazu, daß es unterschiedliche Zonen in der Neptunatmosphäre geben muß, die gut zur Bestimmung der Rotationsperiode des Neptun geeignet sind. Die aus den Infrarotlichtkurven erhaltenen Rotationswerte bei $1.25 \mu\text{m}$ und $2.2 \mu\text{m}$ betragen 0.7572 ± 0.002 Tage und 0.8160 ± 0.002 Tage. Aufgrund einer Periodensuchanalyse ist der Wert 0.8160 Tage der wahrscheinlichere Rotationswert.

Durch zonale Inhomogenitäten in der Neptunatmosphäre und deren schnelle Änderung wurde von Joyce und Piliher die Idee der Wetterbildung gestärkt. Die von den beiden Wissenschaftlern gefundenen anormalen Helligkeitsschwankungen zeigten, daß das Neptunwetter nicht überall gleich ist, sondern daß es sich sehr wechselhaft verhält. Um den scheinbaren, durch die Wetterbildung hervorgerufenen Rotationseffekt zu bestimmen, müssen noch weitere Beobachtungen gemacht werden.

Lit.: The Astrophysical Journal Vol. 220 Nr. 2, Part 2, L 57

w-h

Identifikation von Circinus X-1

Die am Südhimmel gelegene variable Röntgenquelle Cir X-1 (3U 1516) ist jetzt in allen Spektralgebieten identifiziert. Mit einer Periode von 16 Tagen steigt ihre Röntgenstrahlung langsam an, bis sie in weniger als 2 Stunden auf ein Minimum fällt, um ungefähr ein Viertel der Periode zu verharren. Bei einer Wellenlänge von 6 cm ist ihr Verhalten invers zur Röntgenquelle. Beilängeren Wellenlängen der Anstieg später zu erfolgen.

Auf der Suche nach einem optischen Gegenstück wurde mit dem Anglo-Australian-Teleskop ein Stern mit extremer H_{α} -Emission gefunden. Der Stern hat ein variables Emissionslinienspektrum, vor allem von Wasserstoff und Helium. Bemerkenswert ist der starke Abfall des Kontinuums im Blauen, wo der Stern etwa 6,5 mag schwächer ist als im Roten. Seine Entfernung ergibt sich sowohl aus den optischen interstellaren Absorptionslinien als auch aus der Absorption der 21-cm-Linie (im Radiogebiet) zu etwa 10 kpc (32600 Lichtjahre).

Trotz dieser Identifikation ist die physikalische Natur von Cir X-1 (Sternbild Zirkel) nicht eindeutig. Es könnte analog zu anderen Röntgenquellen ein früher Überbisse mit einem kompakten Begleiter sein, der den Sternwind des Überbisses sammelt und dabei Röntgenstrahlung emittiert. Die rote Farbe des Objektes läßt dann auf starke interstellare Absorption schließen.

Es könnte sich auch um einen symbiotischen Stern handeln (Doppelstern aus heißer und kühler Komponente, unregelmäßiger Lichtwechsel mit überlagerten Eruptionen – novavariet), wenn auch die für solche Sterne charakteristischen hochangeregten Emissionslinien fehlen. Ist die Umlaufbahn stark elliptisch, kann die periodische Variation der Röntgen- und Radiostahlung durch einen Triggereffekt bei der Wechselwirkung im Periastron erklärt werden.

Lit.: Sterne und Weltraum 17 (1978) 3, S. 97

Häufigkeit der YY-Ori-Sterne

1972 veröffentlichte M. F. Walker vom Lick-Observatorium eine Liste von 9 Tauri-Sternen mit starkem UV-Exzeß, die außer den für Tauri-Sterne typischen Emissionslinien stark rotverschobene Absorptionskomponenten der Balmerlinien (Wasserstofflinien) und meist auch der H- und K-Linien des ionisierten Kalziums aufweisen. Er nannte diese Objekte nach dem zuerst entdeckten Stern YY Ori und interpretierte sie als Protosterne in der letzten

Phase der Entstehung. Inzwischen sind 36 dieser Objekte bekannt und soweit erforscht, daß eine Abschätzung über die Häufigkeit der YY Ori-Sterne unter den bekannten T Tau-Sternen möglich ist. I. Appenzeller, U. Bastian und R. Mundt finden einen Anteil zwischen 33 und 50 %. Unter den rund 200 T Tau-Sternen, für die bisher Spalt-spektren vorliegen, befinden sich somit 65 bis 100 YY Ori-Sterne.

Mit den in der nächsten Zeit voraussichtlich verstärkt zum Einsatz kommenden photonenzählenden Spektrographen werden die meisten dieser recht schwachen Objekte entdeckt und untersucht werden können. Damit rückt eine Klassifizierung der YY Ori-Sterne nach Entwicklungszustand und Masse und somit ein wichtiger Test der gegenwärtigen theoretischen Vorstellungen zur Entstehung massearmer Sterne in den Bereich des Möglichen.

Lit.: *Sterne und Weltraum* 17 (1978) 6, S. 212

Schwarzes Loch in M 87

Die nachgewiesene Röntgenstrahlung von M 87, der elliptischen Riesengalaxie im Virgohaufen legt den Schluß nahe, daß ihre Masse um zwei Größenordnungen über dem bisher angenommenen Wert liegt. Unter Einsatz modernster Festkörpertektoren gelang es P. J. Westphal und Mitarbeitern von California Institute of Technology, die Galaxie am 5-m-Spiegel des Mt. Palomar mit 1" Auflösung und 1% Genauigkeit zu fotografieren.

Das gewonnene Helligkeitsprofil durch das Zentrum von M 87 zeigt im Vergleich mit der „normalen“ elliptischen Galaxie NGC 4636, daß die innersten Quadrantbogenkunden in M 87 offenbar doppelt so hell sind. Der Versuch, diese Helligkeitsverteilung mit einem „klassischen“ Modell für elliptische Galaxien zu beschreiben, schlug völlig fehl. Der einzige Weg, die Daten zu reproduzieren, führte zur Annahme einer zusätzlichen zentralen Masse von $5 \cdot 10^9 M_\odot$, innerhalb eines Radius von < 100 pc (326 Lichtjahre) mit dem hohen Masse/Leuchtkraft-Verhältnis $M/L > 60$. Im Zentrum von M 87 sitzt offenbar ein Schwarzes Loch von $10^9 M_\odot$, und die beobachteten Aktivitäten sind mit der Wechselwirkung dieses Objektes mit der umgebenden Materie zu erklären.

Lit.: *Sterne und Weltraum* 17 (1978) 7/8, S. 257 h-s

Australisches Nachrichtensatellitensystem

Die Errichtung eines schon seit längerer Zeit diskutierten nationalen Nachrichtensatellitensystems hat die australische Regierung beschlossen. Es soll der Übertragung von Rundfunk- und Fernsehprogrammen in entlegene Gebiete sowie eines breiten Spektrums von Allgemeininformationen (z. B. Wetter) dienen. Das System soll drei Satelliten umfassen, einen primären Betriebsatelliten, einen Ersatzsatelliten im Orbit und einen weiteren Ersatzsatelliten auf der Erde. Der Start ist für Ende 1984 vorgesehen.

Lit.: *das elektron.* (1980) 1, S. 34

„Karriere“ eines Nachrichtensatelliten

Die bisher längste Betriebsfähigkeit eines Nachrichtensatelliten erreichte der am 6. 2. 1969 (1969-11 A) gestartete Intelsat III-F 3. Zunächst in eine vorläufige Position über dem Pazifik gebracht, arbeitete er bis 1972 voll im Intelsat-System über dem Indischen Ozean. Von da ab fungierte

er als Reservesatellit, wobei ein Teil seiner Kapazität an Algerien für das nationale Satellitensystem SaharaSat vermie- telt wurde. Im Mai 1977 wurde er auf Stand-by geschaltet. Im April 1979 versagte das mechanische System zur Antennenausrichtung, sodaß er nicht mehr für Nachrichtenübertragungen genutzt werden konnte. Während seines Einsatzes als internationaler Nachrichtensatellit war er 2,1 Mio Minuten in Betrieb, davon nur 69,7 Minuten nicht nutzbar.

Am 13. 12. 1979 wurde Intelsat III-F 3 mit seinem Treibstoffvorrat etwa 4000–5000 km in den Weltraum hinausgeschoben, um die Synchronposition frei zu machen. Alle Bordsysteme wurden außer Betrieb gesetzt. Von seiner jetzigen Bahn wird er jährlich etwa 1 m absinken und in 4–5 Mio Jahren seine ursprüngliche Höhe wieder erreichen, um dann nach weiterem Absinken zu verglühen.

Lit.: *Nachrichten – Elektronik*, 34 (1980) 2, S. 86 Nm.

Digitale Satellitenverbindung überträgt Zeitungen von Europa nach Montreal

Für die Gruppen der französischen und italienisch sprechenden Kanadier in Montreal wird, zunächst versuchsweise für 6 Monate, mit der Übertragung von Zeitungen des gleichen Tages aus Europa begonnen. Es handelt sich um „Le Figaro“ aus Paris und den „Corriere della Sera“ aus Mailand, die als elektronisches Faksimile über Kabel oder Mikrowellenverbindung zur Bodenstation Bercenay in Frankreich, bzw. nach Fucino-Italien übertragen werden. Ein geostationärer Nachrichtensatellit vom Typ Intelsat IV-A übernimmt die weitere Verbindung nach Mill Village, Neuschottland/Kanada. Die Übertragung erfolgt mit 50 kbits/s für die französische und 56 kbits/s für die italienische Zeitung.

Das in Montreal rekonstruierte Signal übernimmt die Steuerung eines Laserstrahls, der die übertragene Information auf einen gewöhnlichen fotografischen Planfilm schreibt. Dieser Film wird direkt zur Herstellung der Druckplatte verwendet. Die Fehlerquote bei der Übertragung beträgt z. Z. etwa 10^{-4} , d. h. von 1 Mio Zeichen ist 1 falsch. Die Entwickler rechnen mit einer kommerziellen Fortsetzung des Verfahrens im Anschluß an die Probezeit.

Lit.: *Electronics* 51 (1978) 25, S. 72

Hyaden-Distanz neu bestimmt

Die Entfernung der Hyaden (offener Sternhaufen im Stier) ist ein wichtiger „Zollstock“ für Entfernungsbestimmungen überhaupt, da sie das Bindeglied zwischen geometrischer und fotometrischer Entfernungsmessung bildet. Bisher wurde der Wert von 40 pc (130 Lichtjahre) angenommen, ermittelt aus Eigenbewegungsuntersuchungen (Sternstromparallaxen). Mit dieser Entfernung erfüllten die Hyaden jedoch nur schlecht die Masse-Leuchtkraft-Beziehung, sie erschienen zu lichtschwach. Unter der Annahme, daß diese Beziehung auch für die Hyaden gilt, fanden B. J. Anthony-Twarog und P. Demargue (Yale-University) eine Entfernung von 46,8 pc (152 Lichtjahre). Von H. McAlister (Kitt Peak National Observatory) wurde eine weitere unabhängige Bestimmung vorgenommen. Mit Hilfe der Speckle Interferometrie wurden die Massen der Komponenten von 51 Tau bestimmt. Unter der Annahme einer geltenden Masse-Leuchtkraft-Beziehung resultierte daraus eine Entfernung von 44,8 pc (146 Lichtjahre). Durch die Internationale Astronomische Union (IAU) wurde inzwischen die Hyaden-Entfernung revidiert auf 46 pc (150 Lichtjahre).

Lit.: *Sterne und Weltraum* 16 (1977) 12, S. 412 h-s

Buchbesprechungen

J. H. Lamberts „Cosmologische Briefe“

Die Entstehung der wissenschaftlichen Kosmologie ist eng mit dem Wirken J. H. Lamberts verbunden. Seine „Cosmologischen Briefe“, erstmals 1761 veröffentlicht, zählen mit Recht zu den klassischen Schriften der Astronomiegeschichte. Wie neuere Untersuchungen belegen, war Lamberts Konzeption der hierarchischen Struktur des Kosmos von großer Weitsichtigkeit. Wenn sich auch inzwischen viele Details als fehlerhaft erwiesen, ist Lamberts Grundgedanke von der Struktur der Welt im Großen noch von großer Aktualität.

Die „Cosmologischen Briefe“ Lamberts stehen im Mittelpunkt des vorliegenden Bandes der Reihe „Wissenschaftliche Taschenbücher“. In seiner Einleitung nimmt der Herausgeber eine Einordnung dieses Werkes in den Entwicklungsgang der astronomischen Forschung vor. Dabei werden sowohl die astronomischen Voraussetzungen der „Cosmologischen Briefe“, die in der Newtonschen Physik liegen, als auch Probleme der Wirkungsgeschichte bis zur heutigen Kosmologie ausführlich dargestellt. Erwähnenswert ist die in diesem Zusammenhang erfolgte Behandlung der gesellschaftlichen und philosophischen Grundlagen des Werkes. Gerade Lamberts philosophische Ansichten, er stand in der Traditionslinie von Leibniz und Wolff, griffen direkt in sein naturwissenschaftliches Arbeiten ein.

Der Text des Originals ist gekürzt wiedergegeben, doch so, daß alle für das Verständnis des Werkes wichtigen Stellen zum Abdruck gekommen sind.

Der Wert des Bandes wird jedoch ganz wesentlich dadurch gesteigert, daß er Textauszüge weiterer Schriften zur Kosmologie des 18. Jahrhunderts enthält: Th. Wrights vielskizzierte „Original Theory or new Hypothesis of the Universe“, W. Herschels Arbeiten „Über den Bau des Himmels“ (drei Abhandlungen aus den Jahren 1784, 85 und 89), sowie ein Auszug aus I. Kants „Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (nach der Ausgabe von 1791). Es verdient hervorgehoben zu werden, daß Wrights Schrift mit dem vorliegenden Auszug in deutscher Sprache erstmals einem größeren Publikum zugänglich gemacht wird. Eine deutschsprachige Ausgabe erschien bisher nicht, das Original von 1750 zählt zu den bibliographischen Seltenheiten und der Nachdruck (London/New York 1971) ist nur einem kleinen Kreis von Spezialisten bekannt geworden. In den Anmerkungen zu diesem Werk hätte der Herausgeber auf die ideengeschichtlichen Beziehungen zwischen Wright einerseits und Kant, Lambert und Herschel andererseits eingehen sollen. Die Frage z. B., in welchem Grade Kant dem Wrightschen Buch (das er nur vermittelt durch eine Rezension kannte) Anregungen verdankt, ist bis heute ein Streitpunkt geblieben.

Der Beitrag Herschels zur empirischen Begründung der Kosmologie gehört zur Allgemeinbildung und ist Gegenstand des Astronomieunterrichts an unseren Schulen. Doch waren die Originalwerke dieses Wissenschaftlers bisher ebenfalls nur schwer zugänglich. Ihr Abdruck in diesem Band ist deshalb besonders zu begrüßen. Auf einige Mängel sei an dieser Stelle aufmerksam gemacht: Die Teilung des Literaturverzeichnisses zur Einleitung in 8 Abschnitte erschwert nicht nur die Benutzung, sondern führt auch zu zahlreichen Mehrfachnennungen. Einige Werke werden in verschiedenen Anmerkungen unterschiedlich zitiert. Die Anmerkung 1 (S. 80) sollte korrigiert werden, ebenso Nr. 23 und 42 (S. 199 bzw. 232) betr. die erste Parallaxenmessung; unklar bleibt, was unter der Anmerkung 10 (S. 282, zum Verhältnis Kant-Herschel) zu verstehen ist. Der Herausgeber irrt, wenn er schreibt, daß die „Allgemeine Naturgeschichte“ Kants 1791 „zum erstenmal in die Öffentlichkeit“ gelangte (S. 73).

Dieser neue Band der „Wissenschaftlichen Taschenbücher“ sollte in der Bibliothek jedes historisch interessierten Amateurastronomen und Lehrers bzw. naturwissenschaftlich interessierten Philosophen Platz finden. Auch der Fachhistoriker wird es mit Nutzen verwenden.

J. HAMEL

Gerhard Jackisch, Johann Heinrich Lamberts „Cosmologische Briefe“ mit Beiträgen zur Frühgeschichte der Kosmologie. Mit einem Vorwort von Akademiemitglied Hans-Jürgen Treder. Wissenschaftliche Taschenbücher, Band 212, Akademie-Verlag, Berlin 1979; 287 S., 7 Abb., Preis (DDR) 12 M.

Volks-, Schul- und Amateursternwarten – Planetarien in der DDR

Zu Ehren des 30. Geburtstages unserer Republik im vorigen Jahr wurden eine Reihe von Büchern und Broschüren veröffentlicht. Ein besonderes Interesse fanden statistische Arbeiten, die die Entwicklung unseres Staates in den verschiedensten gesellschaftlichen Bereichen aufzeigten. In diese Gruppe von Veröffentlichungen gehört auch die Broschüre „Volks-, Schul- und Amateursternwarten/Planetarien in der DDR“ von Klaus Friedrich, Mitarbeiter der Archenhold-Sternwarte Berlin.

In ihr wird die bemerkenswerte Entwicklung der populären Astronomie in der DDR aufgezeigt, indem alle astronomischen Einrichtungen aufgezeigt werden, die öffentlichkeitswirksam sind. Eine besonders rasche Entwicklung nahm in dieser Zeit die Schulastronomie, die im gleichen Jahr ihr 20jähriges Jubiläum hatte. Es sind in diesem Verzeichnis 133 schulastronomische Einrichtungen beschrieben, darunter befinden sich Volks- und Schulsternwarten, aber auch kleinere Schulstationen. Wenn man von einer kleinen Anzahl von Sternwarten absieht, die schon vor der Gründung unserer Republik bestanden haben, wie z. B. die Archenhold-Sternwarte Berlin, oder die Volkssternwarte Grimmitschau, so sind über 80% aller dieser Einrichtungen erst durch die Initiative vieler Astronomiefreunde und durch die Unterstützung unseres Staates entstanden. Besonders sind hier die Schulsternwarten Rodewisch, Suhl und seit jüngster Zeit Halle zu erwähnen. Erstmals liegt nun eine Broschüre vor, die allen Astronomiefreunden unserer Republik, besonders aber den Astronomielehrern und AG-Leitern aufzeigt, welche Schulsternwarten wann und wie besucht werden kann. Aber nicht nur die Anzahl der Einrichtungen demonstriert den hohen Stellenwert der Astronomie in unserer Republik, sondern vor allem die Ausstattung mit Beobachtungsgeräten, die hier mit großer Sorgfalt wiedergegeben wird. Die Sichtbedingung am Standort jeder Beobachtungsstation, eingeteilt von 1–5, ist von jedem Leiter angegeben worden. Diese Information wird noch unterstrichen von den Beobachtungsaufgaben, die sich jede Station gestellt hat.

Die geografische Verteilung der schulastronomischen Einrichtungen zeigt deutlich, daß sich im südlichen Teil unserer Republik die größere Anzahl der Sternwarten befindet.

Bemerkenswerterweise ist im Gegenteil dazu die Verteilung der Amateurastronomie auf unserem Territorium ausgewogen. Insgesamt sind hier 44 Amateure registriert. Diese kleine Zahl sagt nur wenig über die Arbeit der Amateurastronomie in der DDR aus. Eine Vielzahl von Astronomiefreunden arbeiten innerhalb von Volks- und Schulsternwarten mit.

Die Angabe aller Forschungseinrichtungen unserer Republik, die auf dem Gebiet der Astronomie arbeiten, wird von allen Astronomiefreunden sehr begrüßt werden. Nicht nur durch die Angabe der Ausrüstung dieser Sternwarten, sondern vor allem durch die Mitteilung über die Bedingungen eines Besuches, die hier mit angeführt wurden, gewinnt diese Broschüre an Wert. In den Exkursionen, die zu den verschiedenen Einrichtungen unternommen werden, können auch Besuche von Museen einbezogen werden, da hier der Autor durch umfangreiche Recherchen eine große Menge von Informationen zur Verfügung stellt.

Bemerkenswert ist, daß diese umfangreichen Informationen auf 94 Seiten untergebracht wurden, und damit sehr handlich für den Leser sind. Lobenswert ist die große Übersichtlichkeit, die vor allem das Suchen einer bestimmten Einrichtung sehr erleichtert, in dem in der äußeren oberen Ecke der Anfangsbuchstabe des Bezirkes hervorgehoben ist. Innerhalb der Bezirke sind die Einrichtungen alphabetisch nach Kreisen genannt. Am Ende des Bezirkes sind dann unter der Überschrift „Weitere Besuchsmöglichkeiten“ die Forschungseinrichtungen und die Museen aufgeführt. Durch die große Informationsmenge dieser Broschüre sind eine Anzahl von Abkürzungen benutzt worden, die am Anfang erklärt werden. Sie sind sehr logisch aufgebaut und lassen sich leicht einprägen, und somit behindern sie die Arbeit mit dieser Veröffentlichung nicht. Am Ende der Broschüre befindet sich ein Ortsregister. Der neugierige Junge auf dem Titelblatt, der zu einem Telemotor aufschaut, wird in der Zukunft bestimmt ein begeisterter Amateurastronom, der dann aus dieser Broschüre Anregungen entnehmen kann, z. B. für die Einrichtung einer eigenen Beobachtungsstation.

Das letzte Wort sei ein Dank an den Autor, der mit Fleiß und Sorgfalt diese Informationen uns Astronomiefreunden zur Verfügung stellt. Zu wünschen bliebe, daß dieses Verzeichnis nach einigen Jahren erneut dem aktuellen Stand angepaßt werden kann.

DIETMAR FÜRST

K. Friedrich: Volks-, Schul- und Amateursternwarten/Planetarien in der DDR. Ein Gesamtverzeichnis, Veröffentlichung der Archenhold-Sternwarte Nr. 9, 94 Seiten; 3,00 M (DDR).

Berichtigung zu „Kosmos und Entwicklung I“ in Heft 3/1980

Auf Seite 76 muß es am Ende des vorletzten Absatzes (Kursivdruck) natürlich richtig heißen: „...im räumlichen Nebeneinander der verschiedenen Formen kosmischer Objekte ein zeitliches *Nacheinander* zu sehen.“

Wir bitten das Versehen zu entschuldigen.

Die Redaktion

Telemotor mit Zubehör

fabrikneu und unbenutzt zum Ladenpreis zu verkaufen. Vermittlung durch Dr. W. Wentel, 64 Sonneberg, Sternwarte.

Unsere Autoren:

Dr. Siegfried Marx, 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium
Dipl.-Ing. H. D. Naumann, 8142 Radeberg, Str. d. Thälmann-Pioniere 19
Dr. Fritz Goldhar, 1110 Berlin, Uhländstr. 52
Dr. Jiří Bouřka, CS-15000 Praha 5, Svědká 8; Lehrstuhl für Astronomie und Astrophysik, Karls-Universität
Dr. A. Zelenka, CH-8092 Zürich, Eidgenössische Sternwarte
Alfred Suckow, 7805 Großbräsen, Rembrandtstr. 13
Karsten Kirsch, 6900 Jena, Dreßlerstr. 39
Manfred Koch, 6432 Oberweißbach, Sonneberger Str. 72, 13/1-24
E. und G. Renner, 6501 Crimla, Nr. 1
André Knöfel, 1100 Berlin, Kreuzstr. 17 d
Klaus Schimm, 7580 Weißenwasser, Humboldtstr. 15
Ina Eichhorn, 2600 Güstrow, Karl-Marx-Str. 8
Matthias Stark, 8142 Radeberg, Forststr. 12
Dr. Paul Ahnert, 6400 Sonneberg, Sternwarte Str. 25b
Kerstin Reichenbacher, 6200 Bad Salzungen, Siedlung 28
Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, 15 Potsdam, Fichtestr. 5
Dipl.-Phil. Jürgen Hamel, 1193 Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte
Dietmar Fürst, 1040 Berlin, Bergstr. 71

EVP 1,50 M

ISSN 0587-565X

5¹⁹⁸⁰ **Astronomie und Raumfahrt**



Die größte Herausforderung des Denkens · Jürgen Hamel	129
Johannes Kepler – Chronik seines Lebens · Ina Eichhorn	134
Die Form der Subsatellitenkurven in Abhängigkeit von den Bahnelementen · Dietrich Schoeps	135
Entwicklung und Kosmos II: Historizität des Kosmos und Universalität der Naturgesetze (2) · Fritz Gehlhar	140
Konstituierung der Sektion „Philosophie der Raumfahrt“	143
Indiens Raumfahrtorganisation · Arno Fellenberg	144
Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1980 Mai/Juni · A. Zelenka	146

Amateure beobachten und berichten

Sonnenuntergang am Mittag · Horst Kriebich	147
Messung der Lufttemperatur und Zenithelligkeit während der totalen Sonnenfinsternis 16. Febr. 1980 in Kenya · D. Böhme	149
Die Beobachtung einer streifenden Sternbedeckung durch den Mond · Martin Müller	150
Der halbregelmäßige Veränderliche EU Delphini · Kerstin Reichenbacher/Frank Rümmler	151
Meteorbeobachtungen im Sept./Okt. 1979 · Jürgen Rendtel	155
Programmierbare Taschenrechner · H. Busch	156

Kurzberichte

XXI. Bezirkstagung in Sohland/Spree · Rüdiger Kollar	157
Aus dem Jahresbericht der Arbeitsgruppe „Sonne“ für 1979 · Heinz Albert	157
Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (V) · J. Rendtel	158

Aus der Literatur

Supernova 1973 f – Der Doppelquasar Q 0957 + 561 – Circinus X 1 – ein schwarzes Loch? – Maya-Bewässerungsnetz entdeckt – Hatte die Erde ein Ringsystem?	159
Solar-Maximum-Mission – Die Durchmesser der Jupitermonde – Saturn-Rotationszeit länger? – Europäer starten meteorologischen Satelliten – Space Shuttle noch teuer – Neues Molekül entdeckt	160
Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“	3. Umschlagseite

Buchbesprechungen

Raketen – Satelliten – Raumstationen	3. Umschlagseite
K. E. Ziolkowski	4. Umschlagseite

Beilagen

Sonnenfinsternis 1980 II 16 in Kenya vor und während der Totalität	I
Helles Meteor im Sternbild Orion – Sonnenaufnahme vom 10. 11. 1979	II
Sonnenfleckenentwicklung im November 1979	III
Teilnehmer der XXI. Bezirkstagung Dresden in Sohland/Spree	IV

Redaktionsschluß: 15. 7. 1979

Herausgeber: Kulturbund der DDR. Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur); Jürgen Gasiecki; Achim Grünberg; Dipl.-Phys. Wolfgang Häußel; Artur Hoekauf; Dipl.-Phil. Jürgen Hamel; Dipl.-Gewl. Klaus Marquardt; Karl-Heinz Neumann; Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel; Dipl.-Phys. Manfred Woche; Arnold Zenkert; Bernd Zill; Ol. Heinz Albert (verantwortlicher Redakteur).

Redaktionsitz: 963 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“, Straße der Jugend 8. Fernsprecher 3730.

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. Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1980 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, 1017 Berlin, Straße der Pariser Kommune 3–4.

Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Die größte Herausforderung des Denkens

Zum 350. Todestag Johannes Keplers

JÜRGEN HAMEL

Im Jahre 1543 erschien in Nürnberg das Buch „De revolutionibus orbium coelestium“ von Nicolaus Copernicus, das eine neue Epoche der Astronomie einleitete. Doch vermochte es zunächst nicht, einen tiefgreifenden Wandel in der Astronomie herbeizuführen. Erst 1596 begann mit Johannes Kepler die schöpferische Weiterentwicklung des heliozentrischen Weltbildes. Wir verstehen heute nur noch schwer, was es für Kepler bedeutete, sich mit Nachdruck für die heliozentrische Planetentheorie einzusetzen. Verstieß sie doch gegen die Grundlagen der Astronomie und Physik, die sich im Laufe vieler Jahrhunderte bewährt hatten und für unerschütterlich galten.

Das ptolemäische Weltbild war ein gesetzmäßiges Entwicklungsprodukt der Astronomie. Es entsprach bis in das 16. Jahrhundert hinein den Anforderungen an Wissenschaftlichkeit und Exaktheit und war im Rahmen der historischen Möglichkeiten beweisbar. Es fand im Zeugnis der Sinne, in der direkten Beobachtung der Gestirne, eine wichtige Stütze. Tatsächlich sehen wir den täglichen Umschwung des Himmels um die Erde, und drängt nicht alles darauf hin, diesen Augenschein als wahres Abbild der Welt zu nehmen? Warum, so argumentierten die Gegner des Copernicus und Kepler, fällt ein senkrecht in die Luft geworfener Stein wieder exakt senkrecht nach unten? Während er sich in der Luft befand, hätte sich doch die Erde unter ihm wegbeugen müssen! Oder: Wenn sich die Erde um die Sonne bewegt, warum verspüren wir dann keinen „Fahrtwind“, der konstant aus östlicher Richtung weht? Muß nicht eine Rotation der Erde um ihre eigene Achse zu ihrem Zerbrechen führen? Und: Wenn die Erde sich bewegt, müssen die Positionen der Fixsterne, von der Erde aus gesehen, jahreszeitlich variierende Positionen haben! Natürlich können wir heute diese Argumente entkräften, da uns, im Unterschied zu den Astronomen des 16. und 17. Jahrhunderts, z. B. das Gravitations- und Trägheitsgesetz sowie die Größen kosmischer Entfernungen bekannt sind. Doch zunächst stellten sie in der Tat schwerwiegende Einwände gegen das kopernikanische System dar.

Liegen auch die entscheidenden Ursachen für die Anerkennung des geozentrischen Weltsystems und die Ablehnung des heliozentrischen Systems in der Astronomie und Physik selbst, so wurde das geozentrische Weltbild durch die Verbindung der astronomischen Theorie mit den weltanschaulichen Bedürfnissen sowohl des antiken Sklavenhalterstaates, als auch des mittelalterlichen Feudalismus, gefestigt. Die aristotelische Physik schloß die strikte Trennung von „Unten“ und „Oben“ der „sublunaren“ von der „supralunaren“ Welt ein. Dabei steht die vergängliche, unvollkommene irdische Welt, die vom Mangel, vom Werden und Vergehen gekennzeichnet ist, den himmlischen, vollkommenen, göttlichen Sphären der Harmonie, Ruhe und Stabilität gegenüber. Doch selbst noch hier mischen sich astronomische Beobachtungen mit den ideologischen Bedürfnissen, denn während der Wandel von Werden und Vergehen auf der Erde offensichtlich ist, erfordert die Beobachtung kosmischer Entwicklungsprozesse methodische und instrumentelle Voraussetzungen, die erst in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts gegeben waren. So entstand und festigte sich das bis in das Mittelalter hinein kaum angefochtene geozentrische Weltbild, in dem das Weltall durch den göttlichen Himmel begrenzt und die Erde, von den Sphären der Planeten und der Fixsterne umschlossen, in die Weltmitte gebettet ist (Abb. 1). In dieser Form wurde der Geozentrismus auch in die Bibel übernommen und mit dieser zum geheiligten Besitz der Kirche erklärt (vgl. Buch Josua, Kap. 10, 12 ff.). Und die himmlische Hierarchie korrelierte mit der irdischen Hierarchie im Aufbau der feudalen Gesellschaft und der Kirche.

Durch die Verwobenheit der astronomischen Forschung mit den weltanschaulichen Bedürfnissen einander entgegengesetzter gesellschaftlicher Kräfte wurde die Überwindung des Geozentrismus besonders schwierig, ihre Konsequenzen besonders tiefgreifend. „... unter allen Entdeckungen und Überzeugungen möchte nichts eine größere Wirkung auf den menschlichen Geist hervorgebracht haben, als die Lehre des Kopernikus“, schrieb Goethe ([3], S. 133).

So fuhr man auch nach Erscheinen des epochemachenden Werkes des Copernicus zunächst fort, die alten Lehrbücher von Sacrobosco, Peuce, Peurbach, Proclus, Ptolemäus u. a. zu drucken.

Bis zum Auftreten Keplers war durch Copernicus wenig Bewegung in die Astronomie gebracht worden. Doch das sollte sich von nun an ändern!



Abb. 1: Typische Darstellung des Mittelalterlichen Weltbildes (nach: P. Apian, *Cosmographia*, Antwerpen 1539).

Am Anfang: Kalender

Kepler begann seine wissenschaftliche Laufbahn als Kalendermacher. Seine 1594 erfolgte Anstellung in Graz, als Mathematiker der steirischen Landschaft, verpflichtete ihn, jährlich Kalender herauszugeben. Diese Kalender, der erste erschien für 1595, enthielten neben dem eigentlichen Kalendarium astrologische Vorhersagen über das Wetter, die Ernteausichten und über politische und religiöse Ereignisse. Dadurch hatte Kepler früh Gelegenheit, sich mit der herrschenden astrologischen Weltanschauung auseinanderzusetzen und sich eine eigenständige Auffassung zu diesen Fragen zu erarbeiten. Diese bringt er im Kalender für 1598 mit den Worten zum Ausdruck:

„Summa dem stärckern vnder zweyen feinden kan der Himmel nicht vil schaden, dem schwächern nicht vil nutzen.“ ([2], S. 42)

Immer wieder schreibt er, daß ihn der Zwang, Geld zu verdienen zum Kalenderschreiben bringt und nicht die innere Überzeugung von der Wahrheit astrologischer Prophezeiungen. Seiner Meinung nach ist der Mensch jedoch als Teil der Natur ganz selbstverständlich dem Einfluß der Gestirne ausgesetzt. Kepler vertritt eine Auffassung von der Stellung des Menschen in der Welt, die im Widerspruch mit den gängigen astrologischen Lehren stand und philosophisch von großem Interesse ist. Der Himmel, so schreibt Kepler „verleiht dem Menschen nicht Sitten, Geschehnisse, Glück, Kinder, Reichtum, Gattin, aber er formt all das, womit es der Mensch zu tun hat“ ([6], Bd. 1, S. 105). Deshalb kann das Schicksal nicht aus dem Stand der Sterne berechnet werden, und die Gebundenheit des Menschen in den Organismus des kosmischen Geschehens schränkt seine Freiheit nicht ein.

Ein „Weltgeheimnis“ wird gelöst

Kepler war der erste bedeutende Astronom, der sich rückhaltlos zu Copernicus bekannte. Nachdem er am theologischen Stift der Universität Tübingen von seinem Lehrer Mästlin (1550–1631) in das kopernikanische System eingeführt worden war, gab es für ihn keinen Zweifel an dessen Wahrheit. In seinem ersten größeren Werk, dem „Mysterium cosmographicum“ (1596), das den erst 23 Jahre alten Verfasser als selbständig denkenden, philosophisch arbeitenden Astronomen ausweist, geht Kepler von Copernicus aus, ohne noch über dessen Berechtigung zu diskutieren. In diesem Werk versucht Kepler, die Struktur des Planetensystems auf der Grundlage geometrischer Konstruktionen zu erklären.

Der Grundgedanke Keplers, eine Verbindung des kopernikanischen Systems mit einer Art pythagoreischer Zahlenmystik, besteht darin, daß die Zahl der Planeten durch die Zahl der regelmäßigen („platonischen“) Körper, Dodekaeder, Tetraeder, Würfel, Isokaoeder und Oktaeder, vorgegeben ist. Die Bahnen der Planeten sind so angeordnet, daß Sphären mit dem Durchmesser der Bahn des entsprechenden Planeten jeweils einem dieser Körper eingeschrieben sind und dabei einen anderen umgrenzen. So ist z. B. die Jupitersphäre einem Würfel eingeschrieben, der seinerseits von der Saturnsphäre umschrieben wird u. s. w. (vgl. Abb. 2). Kepler berechnete aus diesem Modell die Halbmesser der Planetenbahnen und fand angenäherte Übereinstimmung mit den Werten von Copernicus, woraus er sowohl ein Argument zu Gunsten seiner Konstruktion als auch für die Richtigkeit des heliozentrischen Systems ableitete.

Kreis oder Ellipse?

Die philosophische Naturbetrachtung, wie sie in Keplers Forschern zum Ausdruck kommt, stellt in der Wissenschaftsgeschichte keine Ausnahme dar. Denken wir an Copernicus, Galilei, Newton oder Einstein, so erkennen wir, daß sich die großen Neuerer der Wissenschaften sehr intensiv um philo-

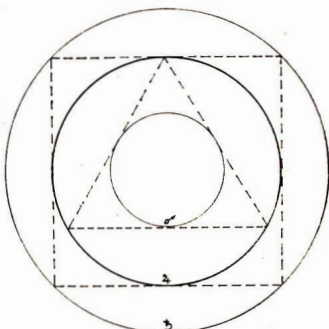
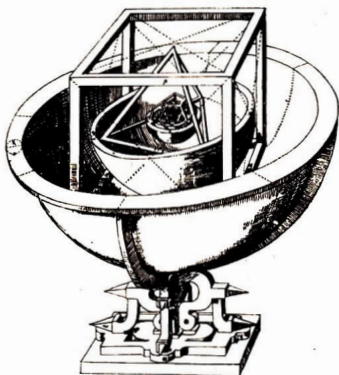


Abb. 2: a) Darstellung des Planetensystems nach dem „Mysterium cosmographicum“ (li).

b) Die Konstruktionsprinzipien des „Mysterium cosmographicum“: Eine Kugel mit dem Durchmesser der Marsbahn ist einem Tetraeder eingeschrieben. Dieses ist wiederum von einer Kugel mit dem Durchmesser der Jupiterbahn umgeben. Diese Kugel ist einem Würfel eingeschrieben, dessen Umkugel den Durchmesser der Saturnbahn hat (re).

sophische Bildung bemühten, ja, daß sie erst dadurch die Werke vollbringen konnten, durch die sie in die Geschichte eingingen. Das bedeutet nicht, Keplers Entdeckungen seien Produkt philosophischer Spekulationen gewesen – doch nie begnügte Kepler sich mit den reinen empirischen Daten, sondern er suchte sie in ihrem Zusammenhang und in ihrer Bedingtheit zu erfassen. Und sein philosophisch geschärfter Geist half ihm, dort Probleme zu finden, wo andere Astronomen, in starrem Aristotelismus befangen, gar nicht hinsahen.

Keplers Arbeitsweise liegen drei Leitsätze zugrunde:

1. Die Naturforschung muß von der Erfahrung ausgehen, jede wissenschaftliche Aussage muß durch Beobachtungen abgesichert sein.
2. Die höchste Autorität in der Erforschung der Natur ist die Natur selbst, nicht die Meinung von Autoritäten.

3. Die Forschung muß vom Sein, das durch die Sinne erfaßt werden kann, zu den physikalischen Ursachen der Dinge vordringen (vgl. [9], S. 50).

Seit der Antike galt es als selbstverständliches Postulat aller Planetentheorien, daß die Bahnen der Planeten kreisförmig sind. Nur der Kreis, als ideale geometrische Figur, so meinte man, wäre der Bewegung der Planeten angemessen. Dieses Kreisbahndogma war noch für Copernicus die leitende Idee und auch Keplers „Mysterium cosmographicum“ lag sie zugrunde.

Um das Kreisbahndogma fallenzulassen, bedurfte es gewichtiger Gründe. Kepler fand sie im Verlaufe der langwierigen Bearbeitung der Beobachtungen Tycho Brahes, bes. des Mars. Auch hier ging Kepler zunächst von der Kreisform der Marsbahn aus, die jedoch eine Differenz von 8' zwischen den Rechnungen und Tychos Beobachtungen offenließ. Erst nach diesen Rechnungen (von denen im Nachlaß Keplers 900 Manuskriptseiten gefunden wurden) verwarf er die Kreisbahn und rechnete unter Annahme der Eiform weiter. Doch auch so war das Ergebnis nicht befriedigend. Nach weiteren Berechnungen kam er zur Erkenntnis der beiden ersten „Keplerschen Gesetze“:

1. Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.

2. Der Leitstrahl Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.

Diese Entdeckungen legte Kepler in der 1609 erschienenen „Astronomia nova“ nieder. Damit reinigte Kepler das kopernikanische System von dem Makel, der es Copernicus versagt hatte, die Harmonie und Einfachheit im Planetensystem zu finden, die er angestrebt hatte. Denn im Festhalten am Kreisbahndogma lag ein wesentlicher Grund dafür, daß Copernicus weiterhin mit kaum weniger Epizykeln arbeiten mußte, als im ptolemäischen System erforderlich waren.

Ioannis Kepleri
HARMONICES
M V N D I
 LIBRI V. QVORVM

Primus GEOMETRICVS, De Figurarum Regularium, quæ Proportionibus Harmonicis constituunt, ortu & demonstrationibus.
 Secundus ARCHITECTONICVS, seu ex GEOMETRIA FIGURATA, De Figurarum Regularium Congruentia in plano vel solido:
 Tertius propriè HARMONICVS, De Proportionum Harmonicarum ortu ex Figuris: deque Natura & Differentiis rerum ad cantum pertinentium, contra Veteres.
 Quartus METAPHYSICVS, PSYCHOLOGICVS & ASTROLOGICVS, De Harmoniarum mentalium Efficièti earumque generibus in Mundo præsertim de Harmonia radiorum, ex corporibus celestibus in Terram descendentibus, eiusque effectus in Natura seu Anima sublunari & Humana:
 Quintus ASTRONOMICVS & METAPHYSICVS, De Harmoniis absolutissimis motuum celestium, ortuque Eccentricitatum ex proportionibus Harmonicis.
 Appendix habet comparationem huius Operis cum Harmonicis Cl. Ptolemæi libri II scumque Roberti de Fluctibus, dicti Flud. Medici Oxoniensis speculationibus Harmonicis, operi de Macrocosmo & Microcosmo insertis.



Cum S.C.M. Priviligio ad annos X^p.

Lincii Aultriaz,

Sumptibus GODFREDI TAMPACHII Bibl. Francof.
 Excudebat IOANNES PLANCVS.

ANNO M. DC. XIX.

Abb. 3: Titelblatt der „Harmonices mundi“.

Weitere 10 Jahre verstrichen, bis Kepler in seinem Werk über die „Weltharmonien“ („Harmonices mundi“, 1619, Abb. 3) das dritte Gesetz der Planetenbewegung veröffentlichte, das in moderner Formulierung lautet: *Die dritten Potenzen der großen Halbachsen zweier Planeten verhalten sich wie die Quadrate ihrer Umlaufzeiten.* Damit fand Keplers langjährige Suche nach dem quantitativen Zusammenhang zwischen der Umlaufzeit der Planeten und ihrem Abstand von der Sonne den Abschluß.

So, wie uns schon im „Mysterium cosmographicum“ eine Verbindung der Astronomie mit antiken philosophischem Gedankengut entgegen trat, finden wir auch in den „Harmonices mundi“ Neues mit Altem verbunden: Die Bewegung der Planeten verknüpft Kepler mit der antiken Vorstellung der Sphärenharmonien und setzt die Planetenbewegungen ins Verhältnis zur musikalischen Harmonienlehre. Im großen Klangfeld musikalischer Harmonien des Planetensystems besitze jeder Planet seinen eigenen Ton, dessen Intervall sich aus dem Verhältnis der Geschwindigkeit im Perihel und Aphel ergibt. Dabei werden dem Perihel die hohen, dem Aphel die niedrigen Töne zugeordnet (Abb. 4).

Neue Tafeln der Gestirnsbewegung

Auf der Grundlage dieser Forschungsergebnisse konnte Kepler sowohl ein Lehrbuch der kopernikanischen Astronomie verfassen, die „Epitomes astronomiæ Copernicanae“ (1618–1621), als auch Tafeln zur Berechnung der Planetenbewegung aufstellen, die „Rudolphinischen Tafeln“ (1627).

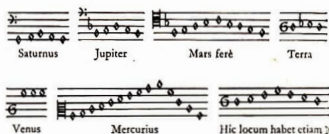
Die „Tabulae Rudolphinae“ stellen den Abschluß des Keplerschen Lebenswerkes dar – standen andererseits aber auch am Anfang des Schaffens des großen Astronomen: Den Plan, neue, genauere Planetentafeln zu berechnen, hatte bereits Tycho Brahe (1546–1601), der sie zu Ehren Kaiser Rudolf II. benennen wollte. Mit Tychos Tod ging diese Aufgabe an Kepler über. Kepler erkannte jedoch, daß zur Berechnung neuer Planetentafeln eine Reihe Vorarbeiten notwendig waren – ahnte aber wohl nicht, daß sich diese über 20 Jahre hinziehen würden. In der Geschichte erlangten schließlich die Resultate der Vorarbeiten, die Entdeckung der Gesetze der Planetenbewegung mit allen damit in Verbindung stehenden Arbeiten Keplers eine weit größere Bedeutung als sein ursprüngliches Ziel, die Aufstellung der „Rudolphinischen Tafeln“. Mit Hilfe dieser Tafeln war eine sehr genaue Berechnung der Planetenephemeriden möglich, wie moderne, mit Datenverarbeitungsanlagen durchgeführte Tests ergaben [1].

Auf den Spuren der kosmischen Physik

Im geozentrischen Weltbild war die Astronomie im wesentlichen angewandte Geometrie. Mit Copernicus wurde es möglich, eine „himmlische Physik“ zu entwickeln. Diese Aufgabe stellte sich Kepler ebenfalls in der „Astronomia nova“ die den Untertitel „Physica coelestis“ trägt. Es gelingt Kepler in diesem Werk, den Grundstein für die Entdeckung der Gravitation zu legen. Die Erkenntnis, daß sich die Planeten auf elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen, führt ihn zu der Frage, worin die Ursachen für diese Bewegung liegen. Die entscheidende Idee war physikalisch: *Die Sonne ist der Sitz einer Kraft, die die Planetenbewegung verursacht und leitet.*

Abb. 4: Eine Seite aus der „*Harmonices mundi*“. Kepler vergleicht hier die Harmonien der Planetenbewegung mit musikalischen Harmonien.

sicut extremos: quia ab uno extremo, non saltibus et intervallis, sed continui tensione nituntur ad oppositum, media omnia (infinita in potentia) permeantes actu: id quod aliter à me non potuit exprimi, quam per continuum seriem Notarum intermediarum. Venus ferè manet in unisono non aequans tensionis amplitudine vel minimum ex cunctis intervallis.



Es ist bezeichnend für Kepler, daß er anderweitige, scheinbar abgelegene physikalische Erkenntnisse für sein Vorhaben fruchtbar macht: 1600 veröffentlichte der englische Physiker W. Gilbert (1540–1603) seine Schrift „*De magnete*“, eine Theorie des Magnetismus. Im Anschluß an diese Arbeit stellte sich Kepler die von der Sonne ausgehende Wirkung als magnetische Kraft vor. Kepler war auf vielen anderen astronomischen, wie auch nichtastronomischen Gebieten tätig und hat auch hier Bedeutendes geleistet. So fand er die Theorie des „*Keplerschen Fernrohrs*“, nach der noch heute jedes Amateuerteleskop gebaut ist (Abb. 5).

Er beschäftigte sich mit unterschiedlichen Himmelserscheinungen (Supernova 1604, Sonnenflecke, Finsternisse, Kometen, Jupitermonde), mit der Kristallstruktur des Schnees, der Inhaltsberechnung von Hohlkörpern, mit theologischen Problemen und lieferte im Gefolge seiner astronomischen Berechnungen manchen Beitrag zur Mathematik (Frühgeschichte der Infinitesimalrechnung, Logarithmen).

Es ist nicht möglich, hier alle Seiten des Lebenswerkes Keplers gebührend zu würdigen. Doch allein schon die Art und Weise seines Forschens, seine Energie bei der Bewältigung von wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Widerständen ist bewundernswert.

Was Kepler geleistet hat, können wir nur errassen, wenn wir sein Werk mit allen zukunftsweisenden Ideen als Produkt seiner Zeit verstehen und uns klarmachen, wie sehr unser heutiges astronomisches Weltbild von Johannes Kepler geprägt wurde.

Literatur: [1] Bialas, V.: Die Rudolphinischen Tafeln von Johannes Kepler, München 1968. – [2] Caspar, M.: Bibliographia Kepleriana, München 1936. – [3] Goethe, J. W.: Die Schriften zur Naturwissenschaft, 6. Band, Weimar 1957. – [4] Herrmann, D. B.: Entdecker des Himmels, Leipzig-Jena-Berlin 1970. – [5] Kepler, J.: Gesammelte Werke, Band VI, *Harmonices mundi*, München 1940. – [6] Johannes Kepler in seinen Briefen. Hg. von M. Caspar und W. v. Dyck, München/Berlin 1930. – [7] Rieker, R.: Fernrohre und ihre Meister, Berlin 1957. – [8] Wollgast, S.: Zu Unterschieden und Gemeinsamkeiten in den philosophischen Auffassungen von Nicolaus Copernicus und Johannes Kepler. In: Nicolaus Copernicus, Akademische Festschrift, Berlin 1973, S. 48–53. – [9] Wollgast, S./S. Marx: Johannes Kepler, Leipzig-Jena-Berlin 1976.

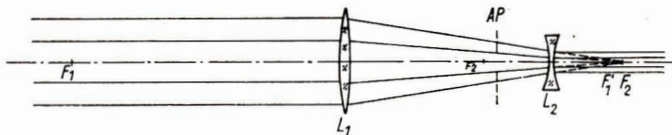
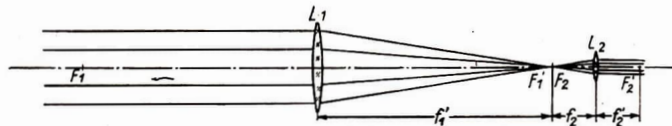


Abb. 5: a) Bau und Funktion des galileischen und b) des keplerschen Fernrohrs.



Johannes Kepler – Chronik seines Lebens

- 1571 am 27. 12. Geburt Keplers zu Weil der Stadt
- ab 1576 Unterricht an der deutschen und Lateinschule in Leonberg
- 1582 Einführung des Gregorianischen Kalenders
- 1583 Erste englische Niederlassung in Nordamerika (Neufundland)
Kepler besteht Landexamen in Stuttgart
- 1584 Eintritt in die Klosterschule Adelberg
- 1586 Eintritt in die Klosterschule zu Maulbronn
- 1587 Hinrichtung von Maria Stuart
Kepler schreibt sich in die Universität Tübingen ein
- 1588 Kepler wird in Tübingen Baccalaureus
- 1589 Eintritt in das theologische „Stift“ an der Universität Tübingen, erstes Bekanntwerden mit den Ideen von Copernicus
- 1590 Erste Veröffentlichung Keplers, ein Hochzeitsgedicht für J. Huldreich
- um 1590 Tod von Keplers Vater
- 1591 Erlangung der Magisterwürde („Magister artium“)
- 1594 Übersiedlung nach Graz als „Mathematicer und Calendermacher“ an der dortigen Landschulschule
- 1596 Erscheinen des „Mysterium Cosmographicum“, des ersten großen Werkes von Kepler, in Tübingen
- 1597 Erste Heirat mit Barbara Müller von Mühleck
- 1600 Giordano Bruno in Rom als Ketzer verbrannt
W. Gilbert begründet die Lehre vom Erdmagnetismus
Februar bis Juni: Erster Aufenthalt Keplers bei Tycho Brahe in Prag
August: Ausweisung aus Graz
Oktober: Dauernde Übersiedlung nach Prag
- 1601 Tod Tycho Brahes
Kepler wird Kaiserlicher Mathematiker
- 1604 „Ad Vitellionem Paralipomena“ (Geometrische Optik) von Kepler erscheint in Frankfurt/Main
- 1607 Keplers Kometenschrift „Ausführlicher Bericht ...“, in der grundlegende Gedanken zur physikalischen Struktur dieser Körper enthalten sind, wird in Halle (Saale) veröffentlicht
- 1609 „Astronomia nova“ (Neue Astronomie) mit dem ersten und zweiten Keplerschen Gesetz erscheint
- 1610 Erste Entdeckungen mit dem Fernrohr (Galilei, Fabricius, Scheiner u. a.)
- 1611 Tod von Keplers erster Frau
Keplers „Dioptrice“ (Dioptrik) wird in Augsburg veröffentlicht
Kepler schreibt „Strena seu de nive Sexangula“ (Struktur der Schneekristalle), die wohl erste wissenschaftliche Arbeit über Kristallographie
- 1612 Übersiedlung nach Linz als Professor an die dortige Landschulschule
Tod Kaiser Rudolph II.
- 1613 Zweite Heirat mit Susanna Reuttinger
- 1613 und 1615 Veröffentlichung von chronologischen Berechnungen Keplers, u. a. Jesu Geburt betreffend; diese Berechnungen haben z. T. heute noch ihre Bedeutung
- 1614 Neper und Bürgi berechnen erstmals Logarithmen
- 1615 J. Scheiner baut nach Plänen Keplers ein Fernrohr, das heute den Namen Keplersches oder astronomisches Fernrohr trägt
- 1616 Lehre von Copernicus vom Papst auf den Index der verbotenen Bücher gesetzt
Kepler reist nach Württemberg, um seine Mutter gegen die Anklage der Hexerei zu verteidigen
- 1617 Snellius wendet als erster bei der Landvermessung die Triangulation an
- 1618 Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges
Harvey entdeckt den großen Blutkreislauf
- 1618–21 Keplers Lehrbuch der Himmelsmechanik, sieben Bände der „Epitomes Astronomiae Copernicanae“ auf der Grundlage der Auffassungen von Copernicus erscheint
- 1618 Snellius entdeckt, fußend auf den Forschungen Keplers über geometrische Optik, das allgemeine Brechungsgesetz für Lichtstrahlen
- 1619 Veröffentlichung der „Harmonices Mundi“ mit dem dritten Keplerschen Gesetz
- 1620/21 Kepler reist ein zweites Mal nach Württemberg zur Rettung seiner Mutter
- 1622 Tod der Mutter an den Folgen des Hexenprozesses
- 1623 Schickard baut die erste Rechenmaschine
- 1624 Kepler reist wegen des Drucks der „Rudolphinischen Tafeln“ nach Wien
Zu Marburg erscheinen Keplers Logarithmentafeln
- 1626/27 Aufenthalt Keplers in Ulm zum Druck der „Rudolphinischen Tafeln“
- ab 1627 Wechselnder kurzer Aufenthalt in Frankfurt/M., Ulm, Regensburg, Prag und Linz
- 1628 Auf Einladung Wallensteins siedelt Kepler nach Sagan über
- 1629 Geplante Berufung als Professor der Mathematik nach Rostock
Aufenthalt in Görlitz
- 1630 Reise nach Regensburg
am 15. 11. stirbt Kepler an den Folgen der Reise in Regensburg

(Die Übersicht besorgte I. EICHHOFFN.)

Die Form der Subsatellitenkurven in Abhängigkeit von den Bahnelementen

DIETRICH SCHOEPS

1. Einleitung

Die Bewegung künstlicher Satelliten um die Erde als Zentralkörper vollzieht sich entsprechend den auf solche Verhältnisse bezogenen drei Gesetzen, die Johannes Kepler entdeckt, für die Planetenbewegung um die Sonne formuliert und 1609 und 1619 veröffentlicht hat. Auf den Fall künstlicher Erdsatelliten bezogen lauten die drei Keplerschen Gesetze [1]:

1. Der Satellit bewegt sich auf einer ellipsenförmigen Bahn um die Erde; der eine Ellipsenbrennpunkt befindet sich im Schwerpunkt der Erde.
2. Der Verbindungsvektor zwischen dem Erdschwerpunkt und dem Satelliten überstreicht während gleicher Zeitabschnitte gleiche Flächen.
3. Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Erdsatelliten verhalten sich zueinander wie die Kuben der großen Halbachsen der beiden Bahnellipsen.

Diese drei Gesetze genügen in erster Näherung auch zur Beschreibung der Bewegung eines künstlichen Erdsatelliten. Im Rahmen dieses kurzen Beitrages soll dabei die Erde als Kugel betrachtet werden; Störungen der Satellitenbewegung, z. B. durch die Einflüsse der Erdabplattung, der Dichtehomogenitäten im Erdkörper oder äußere Einwirkungen, sollen hier unberücksichtigt bleiben. Sie können durch Akkumulation recht beträchtliche Größen annehmen, ihre Vernachlässigung ist daher nur bei einem oder wenigen Umläufen des Satelliten gerechtfertigt.

2. Mathematische Grundlagen

Die Position eines Satelliten im erdnahen Raum kann in einem mit der Erde verbundenen räumlichen Koordinatensystem festgelegt werden. Man benötigt dazu die 6 Keplerschen Bahnelemente für den gewünschten Zeitpunkt. Zwei dieser Elemente, die Exzentrizität e und die große Halbachse a der Bahnellipse, charakterisieren deren Form und Größe. Weitere drei Elemente bringen die Bahnellipse in Verbindung mit dem erdfesten Koordinatensystem. Dabei ist die Bahnneigung i der Winkel zwischen der Äquatorebene und der Satellitenbahnebene; mit der Länge des aufsteigenden Knotens Ω wird der Winkel zwischen den Richtungen zum Frühlingspunkt und jenem Punkt bezeichnet, an dem der Satellit die Äquatorebene von Süd nach Nord durchstößt, während das Argument des Perigäums ω den Winkel zwischen dem Radiusvektor zum Knotenpunkt und dem zum erdnächsten Punkt der Satellitenbahn (Perigäum) darstellt. Das sechste Element gibt in Form der mittleren Anomalie M den Zeitpunkt für die Berechnung an; M wird vom Perigäum aus gezählt. Dabei befindet sich der Satellit tatsächlich in einem Winkelabstand v vom Perigäum auf der Bahn. Entsprechend dem zweiten Keplerschen Gesetz ist die zeitliche Änderung der wahren Anomalie v aber nicht konstant, weswegen man zur Darstellung des Zeitpunktes besser die linear von der Zeit abhängige mittlere Anomalie M verwendet. Zur Umrechnung zwischen M und v benutzt man die exzentrische Anomalie E und die Beziehung

$$M = E - e \cdot \sin E, \quad (\text{Keplersche Gleichung}) \quad (1)$$

$$\tan \frac{v}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \frac{E}{2}, \quad (2)$$

oder bei kleinen Werten von e auch Reihenentwicklungen zwischen M und E oder v . Mit diesen sechs Bahnelementen läßt sich die Position des Satelliten aus

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = r \begin{bmatrix} \cos(\omega + v) \cos \Omega - \sin(\omega + v) \sin \Omega \cos i \\ \cos(\omega + v) \sin \Omega + \sin(\omega + v) \cos \Omega \cos i \\ \sin(\omega + v) \sin i \end{bmatrix} \quad (3)$$

mit dem Radiusvektor r

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cdot \cos v} \quad (4)$$

berechnen.

Der Radiusvektor durchstößt dabei die Oberfläche der Erdkugel im Subsatellitenpunkt. Verbindet man die aufeinanderfolgenden Subsatellitenpunkte, so erhält man die Subsatellitenkurve auf der Erdoberfläche, also die Projektion der Satellitenbahn auf die Erdoberfläche. Die Lage des Subsatellitenpunktes kann, wenn man von der Rotation der Erde zunächst absieht, dort durch Länge λ und Breite φ definiert werden. Es ist

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \lambda \\ \cos \varphi \sin \lambda \\ \sin \varphi \end{bmatrix} \quad (5)$$

R ist der Radius der Erdkugel.

Während des Laufs des Satelliten auf seiner Bahn dreht sich die Erde um ihre Achse, in der Stunde um 15° . Dadurch verändert sich die Länge λ des Subsatellitenpunktes um den Betrag $\Delta\lambda$.

Nach dem dritten Keplerschen Gesetz gilt für die Satelliten 1 und 2

$$n_1^2 a_1^3 = n_2^2 a_2^3 = \text{konst.} \quad (6)$$

Dabei ist n die mittlere Winkelgeschwindigkeit des Satellitenumlaufs. Für die Konstante gilt

$$\text{konst.} = k M^* = 3,986005 \cdot 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}, \quad (7)$$

wobei k die Newtonsche Gravitationskonstante und M^* die Masse der Erde sind. Die Periode T als Zeitdauer eines Satellitenumlaufs ergibt sich aus

$$T = 2\pi/n \quad (8)$$

und mit (6) und (7) wird T in Minuten

$$T = 2\pi a^{\frac{3}{2}} (kM^*)^{-\frac{1}{2}} = 5,2452 \cdot a^{\frac{3}{2}} \quad (9)$$

erhalten, wenn man a in Megametern ($1 \text{ Mm} = 10^6 \text{ m}$) einsetzt. Dann wird

$$(\Delta\lambda)^\circ = 0,25 \cdot T, \quad (10)$$

und man kann die durch die Drehung der Erde veränderte Länge erhalten.

Da die Richtungen des Radiusvektors zum Satellitenort und zum Subsatellitenpunkt gleich sind, ergibt sich aus (3) und (5)

$$\begin{aligned} \sin \varphi &= \sin(\omega + v) \sin i \\ \sin \lambda &= [\cos(\omega + v) \sin \delta_0 + \sin(\omega + v) \cos \delta_0 \cos i] \frac{1}{\cos \varphi} \\ \cos \lambda &= [\cos(\omega + v) \cos \delta_0 - \sin(\omega + v) \sin \delta_0 \cos i] \frac{1}{\cos \varphi} \\ \lambda' &= \lambda - \Delta\lambda. \end{aligned} \quad (11)$$

Mit φ und λ' erhält man die Parameter eines Subsatellitenpunktes. Er läßt sich auf einer Kartenskizze der Erdoberfläche eintragen, die Verbindungskurve aufeinanderfolgender Subsatellitenpunkte führt zur Darstellung der Satellitenbahn auf der Erdoberfläche.

3. Die Abhängigkeit der Subsatellitenkurven von verschiedenen Bahnelementen

Um den Einfluß einer Änderung einzelner Bahnelemente zu veranschaulichen, wurden die Subsatellitenbahnen einer Anzahl von fingierten Satelliten auf einer Kartenskizze der Erdoberfläche dargestellt. Durch die Wahl der quadratischen Platkarte als Entwurf für die Darstellung der Erdoberfläche ergeben sich in höheren Breiten erhebliche Richtungsverzerrungen, die Pole werden als Linien abgebildet.

Als variabel wurden 1. die Bahnneigung i , 2. die große Halbachse a und 3. die Bahnexzentrizität e angenommen. Bei jedem Satelliten wurde nur ein Umlauf dargestellt, damit die Bilder nicht unübersichtlich wurden.

Angaben über die Bahnelemente der benutzten Satelliten sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

3.1. Variation der Bahnneigung i

Die Subsatellitenkurven der Satelliten 1 bis 5 (Tabelle 1) sind in Abb. 1 dargestellt. Bei diesen kreisförmigen Bahnen ist nur der Neigungswinkel i variabel. Es ist erkennbar, daß in einem Ort auf der

Tabelle 1: Bahnelemente der in den Bildern dargestellten fingierten Erdsatelliten

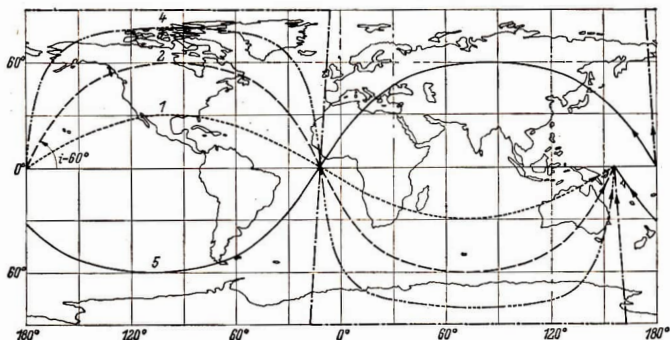
Nr.	i	a in km	e	Höhen über der Erde in km		Umlaufzeit
				Perigäum	Apogäum	
1	30°	6878	0	500	500	1 h 34,6 min
2	60°	6878	0	500	500	1 h 34,6 min
3	80°	6878	0	500	500	1 h 34,6 min
4	90°	6878	0	500	500	1 h 34,6 min
5	120°	6878	0	500	500	1 h 34,6 min
6	60°	6678	0	300	300	1 h 30,5 min
7	60°	11378	0	5000	5000	3 h 21,3 min
8	60°	20378	0	20000	20000	11 h 50,6 min
9	60°	36378	0	30000	30000	19 h 10,8 min
10	60°	42241	0	35863	35863	24 h 0,0 min
11	60°	24000	0	17622	17622	10 h 16,7 min
12	60°	24000	0,3	16800	31200	10 h 16,7 min
13	60°	24000	0,6	9600	38400	10 h 16,7 min
14	27/86	24844	0,7357	187	36744	10 h 49,7 min

Erdoberfläche in der Breite φ_p ein Satellit nur dann durch den Zenit gehen kann, wenn seine Bahnneigung $i \geq \varphi_p$ ist. Von i hängt auch die Bewegungsrichtung beim Durchgang des Satelliten durch das Gesichtsfeld des Punktes mit der Breite φ_p ab. So kann beispielsweise in einem Ort auf Kuba ($\varphi_p \sim 20^\circ$) ein Satellit, dessen Bahn der des in Abb. 1 mit 2 bezeichneten ähnlich ist, nur von SW nach NE oder von NW nach SE über den Himmel laufen. Ein Satellit mit der Bahnneigung $i = 90^\circ$ (Nr. 4) wird in allen Orten der Erde etwa in Meridianrichtung von N nach S oder umgekehrt durch das Gesichtsfeld wandern. Beim Satellit 5 erfolgt die Bewegung in Richtung der Erddrehung, in diesem Falle ist $\Delta\lambda$ in Formel (10) negativ.

3.2. Variation der großen Halbachse a

In Abb. 2 sind die Subsatellitenkurven der Satelliten 6 bis 10 (Tabelle 1) eingetragen. Sie unterscheiden sich nur bezüglich der Bahnhalbachse a und damit in der Umlaufzeit; da es sich auch hier um Kreisbahnen handelt, bleiben die Höhen über der Erdoberfläche während des Umlaufs unverändert. Entsprechend Formel (7) sind die Umlaufzeiten sehr unterschiedlich. Interessant ist vor allem die Bahn des Satelliten 10, seine Umlaufzeit entspricht der Erddrehung. Es entsteht ein quasi-stationärer Satellit, der im Verlaufe eines Tages innerhalb eines begrenzten Meridianstreifens zwischen den Breiten $+i$ und $-i$ hin- und herläuft. Gibt man einem solchen Satelliten die Bahnneigung $i = 0^\circ$, so wird er über einem Punkt des Äquators zum Stillstand kommen und zum geostationären Satelliten werden.

Abb. 1: Die Subsatellitenkurven der Satelliten 1 bis 5 in Abhängigkeit von der Bahnneigung i .



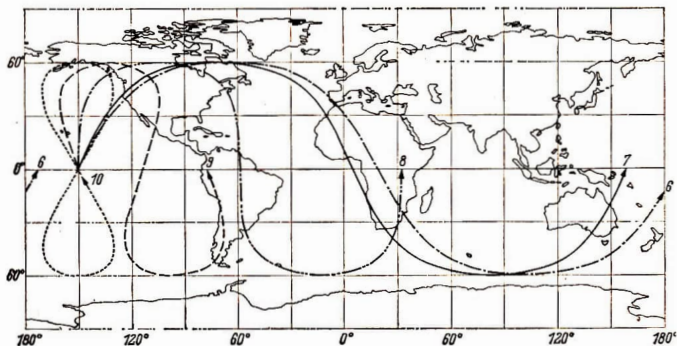


Abb. 2: Die Subsattelitenkurven der Satelliten 6 bis 10 in Abhängigkeit von der Bahnhalbachse a .

3.3. Variation der Bahnexzentrizität e

Abb. 3 zeigt die Subsattelitenkurven 11, 12 und 13 (Tab. 1). Während bei ihnen die Neigung i und die Halbachse a und damit auch die Umlaufzeiten gleich bleiben, unterscheiden sie sich in der Bahnexzentrizität. Entsprechend dem zweiten Keplerschen Gesetz und den Formeln (1) und (2) wird die Geschwindigkeit des Satelliten in bezug auf die unter ihm auf der Erdoberfläche liegenden Punkte mit wachsender Exzentrizität e zunehmend ungleichförmiger. Um das in der Skizze zu verdeutlichen, sind in die Kurven mit verschiedenen Markierungen Punkte im gleichen Abstand $\Delta M = 30^\circ$, also im gleichen Zeitabstand, eingetragen. Der zeitliche Abstand zwischen zwei Punkten mit gleichartiger Markierung beträgt jeweils etwa 51 Minuten. Während die linearen Abstände bei der Kurve 11 gleichlang sind, bestehen zwischen den durch einfache Kreise markierten Punkten der Kurve 13 erhebliche

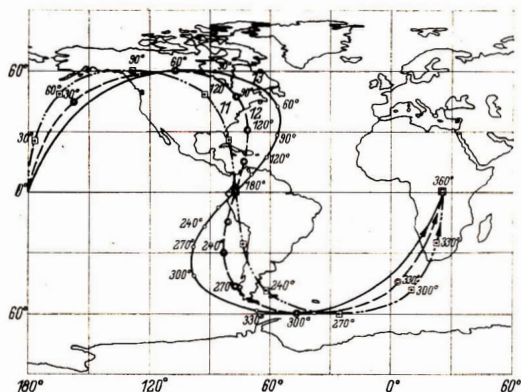
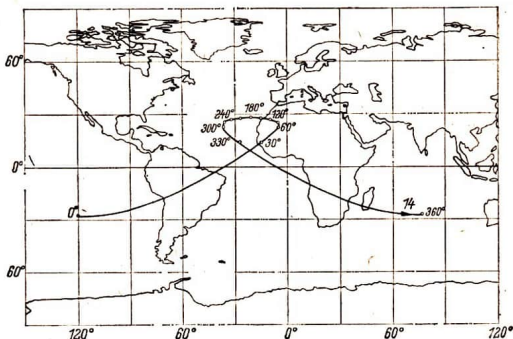


Abb. 3: Die Subsattelitenkurven der Satelliten 11, 12 und 13 in Abhängigkeit von der Exzentrizität e der Bahnellipse.

Abb. 4: Die Subsatellitenkurve eines für Funkübertragungen geeigneten Satelliten.



Abstandsunterschiede. Der Satellit 13 bewegt sich auf den etwa 18 000 km langen Strecken zwischen dem mittleren Pazifik über Nordamerika hinweg bis zur amerikanischen Ostküste oder von der südamerikanischen Westküste um die Südspitze Amerikas herum über den Atlantik bis nach Zentralafrika jeweils in weniger als 2 Stunden. Für die nur etwa 4200 km lange Strecke zwischen der Karibik und der chilenischen Küste benötigt er dagegen 5 Stunden. Dabei ist hier die Erdentfernung erheblich größer und damit die Sichtbarkeit verbessert.

4. Schlußfolgerungen

Nachdem die Einflüsse der Bahnelemente im einzelnen betrachtet worden sind, sollen aus diesen Erkenntnissen die Bahnelemente für einen Satelliten mit einem ganz bestimmten Verwendungszweck festgelegt werden.

Es soll z. B. angenommen werden, daß ein Satellit zur Übertragung von Telefongesprächen oder Fernsehsendungen zwischen Südamerika und Europa geschaffen werden soll. Der Satellit soll sich in einem Gebiet im Nordwesten Afrikas mehrere Stunden lang mit nur geringer Bewegung aufhalten und dort auch hoch genug sein, um sowohl von Südamerika als auch von Europa aus optisch erreichbar zu sein. Dazu muß die Bahn eine große Exzentrizität e bei geringer Bahnneigung und großer Apogäumshöhe haben. Denkbar wäre ein Satellit mit einer Bahn, wie sie in Abb. 4 dargestellt ist. Sie ist in ihren Parametern ähnlich der des japanischen Wettersatelliten GMS 1. Bei einer Umlaufzeit von fast 11 Stunden (Tab. 1, Nr. 14) hält er sich etwa 9 Stunden über dem gewünschten Gebiet auf. Seine Höhe über der Erdoberfläche erreicht dabei etwa 37 000 km. Während eines großen Teils dieser Zeit kann er für die Funkübertragung genutzt werden.

Solche Bahnen sind charakteristisch für Kommunikationssatelliten. Auch die von der Sowjetunion gestarteten zahlreichen Satelliten der verschiedenen „Molnija“-Typen und einige der sowjetischen „Kosmos“-Satelliten haben ähnliche Bahnparameter. Da sie für Funk- und Fernsehübertragungen in mittleren Breiten vorgesehen sind, ist jedoch ihre Bahnneigung größer, sie beträgt etwa 63°.

Die Verhältnisse sind in allen Teilen dieses Aufsatzes stark vereinfacht worden. Durch irdische und außerirdische Störinflüsse werden die Bahnkurven nach geraumer Zeit von den hier geschilderten teilweise recht erheblich abweichen können. Nur bei Einsatz moderner Rechentechnik lassen sich diese Störinflüsse genügend genau berechnen und so die tatsächlichen Bahnen über längere Zeit erhalten.

Die hier geschilderten Sachverhalte sollen nur einen Einblick in die grundlegende Thematik geben und die Möglichkeiten für eine gezielte Anwendung bekannter physikalischer Grundgesetze für die Praxis aufzeigen.

Entwicklung und Kosmos II

Historizität des Kosmos und Universalität der Naturgesetze (2)

Fritz GEHLHAR

Schon im ersten Teil des Beitrages wurde oft von „Gesetzen“ gesprochen, so daß es an der Zeit ist, näher auf diesen Begriff einzugehen.

Gesetz und Bedingung

Man kann den Gesetzesbegriff wie folgt formulieren: *Ein Gesetz ist ein objektiver, für bestimmte Bedingungen notwendiger, wesentlicher und damit allgemeiner Zusammenhang zwischen Objekten, Eigenschaften, Prozessen usw.* D. h., daß ein Zusammenhang eines bestimmten Typs immer dann existieren muß, wenn eine Gesamtheit von Bedingungen einer bestimmten Art vorhanden ist.

Ein derartiger Zusammenhang wäre beispielsweise die im Galileischen Fallgesetz erfaßte Beziehung zwischen Fallzeit und Fallhöhe

$$s = g t^2/2.$$

Meist drücken wir uns nicht exakt oder zumindest nicht vollständig aus, wenn wir Formulierungen von Naturgesetzen geben. Wer bemüht sich schon, wenn er vom Fallgesetz spricht, genau die Bedingungen für die Existenz der obigen Beziehungen (mit einem bestimmten, festen g) anzugeben. Wer das jedoch wollte, käme in eine schwierige Lage.

Gerade im Erfassen der Bedingungen besteht ein Kernproblem der Entwicklung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Gewöhnlich bestimmt eine Theorie nicht die Gesamtheit der Bedingungen, die das Zustandekommen eines Zusammenhanges bestimmten Typs notwendig machen. Erst wenn man an die Gültigkeitsgrenzen der betreffenden Theorie stößt, werden Bedingungen, die man bis dahin „übersehen“ hat, sichtbar (z. B. die Bedingung für die klassischen Bewegungsgesetze, daß $v \ll c$). Insofern ist es keine Nachlässigkeit, wenn man sich bei der Charakterisierung eines Gesetzes nicht um eine vollständige Aufzählung seiner Bedingungen befleißigt. So reicht es hinsichtlich des Fallgesetzes meist aus, darauf hinzuweisen, daß der Luftwiderstand vernachlässigbar sein muß und in welchen Grenzen des Abstandes vom Erdmittelpunkt das angegebene g vergleichsweise konstant bleibt. Im Bedingungsproblem nun besteht der Zugang zur Lösung der Frage nach der Historizität der Naturgesetze. Bereits F. Engels hat hierzu das Entscheidende gesagt (vgl. [1], S. 1186/87).

F. Engels' Konzeption von Historizität und Ewigkeit der Naturgesetze

In der „Dialektik der Natur“ formuliert er den folgenden Grundgedanken zum Verhältnis von Historizität und Universalität („Ewigkeit“) der Naturgesetze: „Die ewigen Naturgesetze verwandeln sich auch immer mehr in historische. Daß Wasser von 0–100 °C flüssig ist, ist ein ewiges Naturgesetz, aber damit es Geltung haben kann, muß 1. Wasser, 2. die gegebene Temperatur und 3. Normaldruck da sein. Auf dem Mond ist kein Wasser, auf der Sonne nur seine Elemente, und für diese Weltkörper existiert das Gesetz nicht ... Wenn wir also von allgemeinen Naturgesetzen sprechen wollen, die auf alle Körper – vom Nebelfleck bis zum Menschen – gleichmäßig passen, so bleibt uns nur die Schwere und etwa die allgemeinste Fassung der Theorie der Umwandlung der Energie ... Aber diese Theorie selbst verwandelt sich mit ihrer konsequentesten Durchführung auf alle Naturerscheinungen in eine geschichtliche Darstellung der in einem Weltssystem von seiner Entstehung bis zu seinem Untergang vorgehenden Veränderungen, also in eine Geschichte, in der auf jeder Stufe andere Gesetze, d. h. andere Erscheinungsformen derselben universalen Bewegung herrschen, und somit als durchgehend Allgemeingültiges nichts bleibt als – die Bewegung“ ([3], S. 505/6).

Wenn wir heute diesen Gedanken begründen, dann benutzen wir weitgehend anderes naturwissenschaftliches Material als Engels vor 100 Jahren. Die allgemeine philosophische Antwort auf das gestellte Problem kann aber nur die gleiche sein: Objektive Gesetze und speziell auch die Naturgesetze sind insofern universell, als sie immer wirken, wenn (alle) ihre Bedingungen realisiert sind. Hierzu hebt Engels hervor: „(Es genügt) uns zu wissen, daß unter gleichen Umständen überall das Gleiche erfolgen muß“ ([3], S. 506). Die Historizität der Gesetze ihrerseits besteht darin, daß bei Änderung

der Bedingungen bestimmte Gesetze aufhören zu wirken und andere Gesetze an ihre Stelle treten. Der *geschichtliche Zusammenhang* ist dabei dadurch gegeben, daß die Bedingungen für das Wirken bestimmter Gesetze in den Naturprozessen durch zeitlich vorausgegangene, von diesen oder anderen Gesetzen beherrschte Prozesse entstanden sind.

Das sich aus der Engelsschen Gesetzesauffassung ergebende „Modell“ der Historizität von Naturgesetzen stimmt in seinen wesentlichen Konsequenzen mit den von Watznauer und Treder gemachten Aussagen zur Problematik überein. Insbesondere besteht Übereinstimmung darin, daß nicht die Rede davon sein kann, „daß die fundamentalen Naturgesetze sich geschichtlich entwickeln“ ([4], S. 61). Das Wirken eines Gesetzes wird bei wesentlicher Änderung der Bedingungen durch das Wirken anderer Gesetze abgelöst; die Gesetze sind aber insofern unveränderlich, „ewig“, als die Kopplung zwischen einem bestimmten Komplex von Bedingungen und einem bestimmten Typ von Zusammenhängen nicht aufgehoben werden kann.

Watznauer hat explizit nicht die allgemeinen Zusammenhänge („wiederkehrende Ereignisfolgen“) in Beziehung zu den Bedingungen gesetzt. Vom Wesen der Sache her allerdings hat er dies getan, indem er die Gesetze als Systemgesetze aufbaute, und Systemgesetze eben durch die das System charakterisierenden Bedingungen bestimmt werden. Eine Änderung des übergeordneten Systems bedeutet die Änderung der Bedingungen des betrachteten Systems und damit eine Veränderung seiner „Systemgesetze“, d. h. die Ersetzung durch andere.

Hervorzuheben ist auch die grundsätzliche Übereinstimmung in bezug auf das, was den Gedanken von der Geschichte des Kosmos ausmacht. Durch das Wirken der Naturgesetze kommt es zu bestimmten Zuständen, die als Anfangsbedingungen für das neuerliche Wirken der „fundamentalen Naturgesetze“ (Treders) oder als Existenzbedingungen für das Wirken „anderer Gesetze“ (Engels) fungieren.

Gerade aber bei dem zuletzt genannten Vergleich wird deutlich, daß es auch gewisse Unterschiede im Herangehen an die Lösung des Problems und damit auch bei bestimmten Konsequenzen dieser Lösungen gibt. Die Konzeptionen von Treder und Watznauer beruhen auf dem einsteinschen Gedanken, daß es bestimmte fundamentale oder elementare Naturgesetze gibt, die durch Fundamentalsysteme konstituiert sind und sowohl für geschlossene als auch für offene Systeme durchgehend wirken. Beide sind sich zugleich bewußt, daß das Fundamentalsystem als absolut isoliertes System eine Idealisierung ist, eine Konstruktion, die in Wirklichkeit nie streng realisiert ist. Letzteres spricht natürlich noch nicht gegen diese Konstruktion. Bekanntlich arbeitet die Physik mit einer Reihe solcher Idealisierungen (Inertialsystem, Massenpunkt, ideales Gas usw.) – und zwar mit Erfolg. Man muß also nach der Leistungsfähigkeit solcher Idealisierungen und auch nach ihren möglichen „Tücken“ fragen.

Engels' Modell der Beziehung Gesetz-Bedingung leistet auf jeden Fall das, was auch die Konzeption Fundamentalsystem-elementares Naturgesetz-Nebenbedingung hergibt, nämlich eine ordentliche Erklärung des Zusammenhangs von Historizität und Universalität der Naturgesetze bzw. der objektiven Gesetze insgesamt. Andererseits ist das Gesetz-Bedingung-Modell einfacher, macht weniger Voraussetzungen. So kommt es ohne die Vorstellung der fundamentalen oder elementaren Naturgesetze aus. Bereits die bisherigen Überlegungen drängen uns zu der Frage:

Wie fundamental sind die fundamentalen Naturgesetze?

Was bedeutet denn „fundamental“ oder „elementar“? Besteht nicht die Gefahr, daß wir mit dieser Begriffsprägung des „fundamentalen Naturgesetzes“ die Gesetzeshierarchie der objektiven Realität „verendlichen“, von uns aus festsetzen, daß wir mit den „elementaren Gesetzen“ auf ihrem Grunde angelangt sind? Und wenn es das gäbe (was m. E. nicht der Fall ist) wer könnte behaupten, daß er mit den zur Zeit bekannten Naturgesetzen die fundamentalen „in der Hand“ hat? Geht hiervon nicht die Gefahr aus, daß ein bestimmter Forschungsstand verabsolutiert wird? Besteht nicht die Möglichkeit, daß die Charakterisierung bestimmter erkannter Gesetze als „fundamentaler Gesetze“ zu dem „Diktat theoretischer Voreingenommenheit“, von der H. Lambrecht spricht ([4], S. 42), führt? Mir erscheint – wie gesagt – das Modell Gesetz-Bedingung genau so leistungsfähig wie die Konzeption der fundamentalen Gesetze. Andererseits ist sie methodologisch entschieden elastischer als diese. Gerade im Zusammenhang mit den heutigen Diskussionen der Theoretiker um die Rolle der kosmologischen Singularität ist eine solche Elastizität von großer Bedeutung.

So wird beispielsweise hinsichtlich einer möglichen Theorie eines oszillierenden Weltalls die Frage diskutiert, ob sich von Zyklus zu Zyklus die wesentlichen Charakteristika des Kosmos, wie Dauer der Expansion, Volumen des Kosmos im Zustand der größten Ausdehnung, Wert der Naturkonstanten, Spektrum der Elementarteilchen usw., erhalten oder nicht. (Siehe z. B. [5], S. 337–340). Die Frage kann natürlich so weit geführt werden, daß man die Möglichkeit einer entscheidenden Änderung der genannten Charakteristika mit der Möglichkeit einer Änderung der uns bekannten „fundamentalen

Naturgesetze“ beim Durchgang durch die kosmologische Singularität verbindet. Zumindest ist es ja von der überwiegenden Mehrheit der Physiker anerkannt, daß für die Singularität die heutigen Theorien nicht gültig sind. Wie „fundamental“ sind somit die von ihnen aufgedeckten gesetzmäßigen Zusammenhänge?

Unsere ganze geschichtliche Erfahrung der menschlichen Erkenntnis und der Wissenschaft insbesondere weist uns darauf hin, daß es ein letztes, ein „Fundamentalniveau“ sowohl für die Materiestrukturen, die Bewegungsformen als auch die Naturgesetze in der hierarchischen Ordnung der materiellen Welt nicht gibt. Das u. a. meint der dialektische Materialismus, wenn er von der „Unerschöpflichkeit der materiellen Welt“ spricht. Das heißt jedoch nicht, daß es nicht eine *relative* Fundamentalität gäbe, also „fundamental“ bezogen auf unseren augenblicklichen Erkenntnisstand oder in dem Sinne, daß die Gesetzmäßigkeiten einer Hierarchieebene weitgehend die anderer Hierarchieebenen bestimmen.

Es sei auch darauf verwiesen, daß bei Treder die Problemstellung umfassender als hier dargestellt behandelt ist; er verbindet die diskutierten Aspekte seiner Überlegungen mit der Problematik der Beziehungen zwischen den Gesetzen des lokalen und globalen Verhaltens physikalischer Erscheinungen.

Mit der Frage nach der Fundamentalität der heute bekannten physikalischen Gesetze sind wir auf ein Problem gestoßen, das unter Astrophysikern heute intensiv diskutiert wird. Der sowjetische Physiker V. L. Ginsburg formuliert es in seiner George-Darwin-Vorlesung vom 11. 4. 1975 [6] so:

Braucht die Astronomie eine „Neue Physik“?

Besonders scharf steht diese Frage in der Auseinandersetzung um die sogenannten zwei Grundrichtungen der heutigen Kosmogonie. Nach der Darstellung von Ambarzumjan und Kasjutinski in der Arbeit „Wissenschaftliche Revolutionen und der Fortschritt in der Astrophysik“ ([7], S. 12–30) sind diese Grundrichtungen u. a. durch folgende Merkmale charakterisiert:

1. die „klassische Richtung“ (S. 23/24)

- nimmt an, daß die mannigfaltigen Erscheinungen des Weltalls durch das Wirken einer endlichen Zahl fundamentaler physikalischer Gesetze hervorgebracht und bestimmt werden;
- läßt sich von der Suchstrategie, soweit wie möglich im System der bestehenden physikalischen Theorien zu bleiben, leiten.

2. die „nichtklassische Richtung“ (S. 24/25)

- sieht nicht nur die Erscheinungen des Weltalls, sondern auch die Gesetze als unerschöpflich an;
- betrachtet die Evolutionsprozesse im Weltall als Fragmentationsprozesse (Zerstreuung, Explosion u. ä.) sehr dichter kosmischer Materie;
- ist der Meinung, daß diese Prozesse im Rahmen des heutigen Wissens schwer, in einigen Fällen sogar überhaupt nicht erklärt werden können; ihre Suchstrategie ist daher auf das Finden prinzipiell neuer physikalischer Erscheinungen gerichtet.

Auf die zwei „Grundrichtungen der Kosmogonie“ werden wir an anderer Stelle detaillierter eingehen. Hier interessieren sie uns nur als Beispiel für die Konfrontation gegensätzlicher Auffassungen zur Frage nach der „Neuen Physik“. Freilich ist diese Frage auch unabhängig von der Problematik dieser zwei Richtungen und vor deren Entstehung gestellt worden. Ginsburg betrachtet die Diskussion zwischen den „Gemäßigten“ und den „Radikalen“ betreffs der Frage, ob es notwendig sei, „zusammen mit bereits bekannten physikalischen Konzeptionen einige neue, ungewöhnliche Ideen fundamentaler Art einzuführen“, um die kosmischen Phänomene und Prozesse zu erklären (S. 204), aus einer umfassenderen, historischen Sicht, um die Schärfe der heutigen Auseinandersetzung etwas aufzulösen. Als Beispiele für „Radikale“ führt er u. a. an:

- J. Jeans (1877–1946). Erklärung der Spiralarme von Galaxien durch uns unbekannte Kräfte; These vom Einstürzen von „Materie in unser Universum aus einer gänzlich fremden räumlichen Dimension“; Erklärung der Energiequellen in Sternen durch Vernichtung von Protonen und Elektronen unter Umwandlung in Photonen im Atom, d. h. Ablehnung der Annahme thermischer Kernfusionen ([6], S. 205).
- die Vertreter der Hypothese vom „Altern“ der Photonen, mit der man der Anerkennung der kosmologischen Rotverschiebung als Ausdruck der Nichtstationarität des Kosmos, d. h. der „Fluchtbewegung“ der Galaxien im expandierenden Kosmos auszuweichen suchte.

Wenn dieser von Ginsburg gewählte Rahmen für Beispiele der Erörterung der Frage nach einer „Neuen Physik“ für die Astronomie die aktuelle Diskussion gewissermaßen entschärfen soll, hat er jedoch auch einen tendenziösen Aspekt: Die Beispiele demonstrieren überwiegend, daß die radikalen Ansätze zur Erklärung der betreffenden Erscheinungen nicht zum Erfolg geführt haben und eine Erklärung auf der Grundlage der etablierten Theorie möglich war. Von anderen „Gemäßigten“

wurden derartige Beispiele in erster Linie zu diesem Zweck angeführt, so von Jefremov in dem Artikel „Über die zwei Evolutionskonzeptionen in der Astrophysik“ ([7], S. 52–59), oder bei Kaplan in „Die Astrophysik und das Problem der Suche nach neuen fundamentalen physikalischen Gesetzen“ ([7], S. 60–66).

Was ist vom Standpunkt der philosophischen Gesetzeskonzeption zu dieser Frage nach der neuen „Physik“ zu sagen?

1. Unsere Einsichten zum Problem der Historizität der Naturgesetze lassen uns prinzipiell das Wirken anderer als der uns bekannten physikalischen Gesetze erwarten. Nicht immer und überall existieren die Bedingungen, unter denen die Menschheit bisher die Natur erforscht und ihre Gesetze erkannt hat. Allerdings spricht die Philosophie hiermit nichts Neues mehr für die Astrophysiker aus, denn diese sind sich ja weitgehend darüber einig, daß sowohl die Astronomie als auch die Physik zweifellos eine „Neue Physik“ brauchen. „In dieser allgemeinen Formulierung ist das eine triviale Schlußfolgerung. Aber nicht im entferntesten so klar ist die Beantwortung der Frage, an welcher Stelle nun wirklich eine ‚Neue Physik‘ benötigt wird.“ ([6], S. 215).

2. Mitunter wird von der Philosophie erwartet, daß sie dem Spezialisten die Probleme löst, mit denen er nicht zu Rande kommt. Das aber kann die Philosophie nicht leisten; es ist ureigene Aufgabe der Fachwissenschaft selbst. Eine Vorstellung von der Philosophie als Rezeptgeber für die einzelwissenschaftliche Forschung gehört in ein „vorwissenschaftliches“ Verständnis von der Rolle der Philosophie. Genauso kann die wissenschaftliche Philosophie nicht als Richter zwischen verschiedenen einzelwissenschaftlichen Forschungskonzeptionen herangezogen werden, wie das heute mitunter noch versucht wird. Die wissenschaftliche Philosophie muß offen gegenüber verschiedenen Forschungskonzeptionen sein. Ihre weltanschauliche Funktion ist jedoch angesprochen, wenn versucht wird, die Probleme einer Wissenschaft auf unwissenschaftliche Weise zu lösen, etwa Wunder anstelle von Naturgesetzen zur Erklärung bisher unverständlicher Erscheinungen heranzuziehen. Derartige Versuche muß sie zurückweisen.

Allerdings kann die Philosophie 3. als methodologisches Werkzeug benutzt werden, indem beispielsweise durch erkenntnistheoretische Begriffsanalyse u. ä. neue Denkmöglichkeiten aufgezeigt werden (siehe [8], Kap. III.).

Philosophische, methodologische und erkenntnistheoretische Untersuchungen zur Astrophysik sind – wenn man von der Kosmologie absieht – bislang völlig ungenügend durchgeführt worden. Durch die Auseinandersetzung um die „zwei Grundrichtungen“ sind sie aber in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit gerückt. Wir werden später ausführlich auf sie zu sprechen kommen.

Mit großer Sympathie sei abschließend Ginsburgs „Forderung nach gegenseitigem Verständnis und nach Toleranz bei der Diskussion“ strittiger Fragen, nach dem Bemühen, „die eigene Position klarer zu definieren und gleichzeitig die des Opponenten zu verstehen“ zitiert. Es ist dies ein Appell, dessen

Adressat nicht nur die Astrophysiker im Meinungsstreit um die „Neue Physik“ sein sollten, sondern alle in der wissenschaftlichen Diskussion Befindlichen.

Literatur: [1] A. Griese: Philosophischer Gesetzesbegriff und dialektisch-materialistische Entwicklungstheorie, in Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Heft 10/1971. – [2] H. Hörz: Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft, 3. erw. Auflage, Berlin 1969. – [3] F. Engels: Dialektik der Natur, in: Marx/Engels, Werke, Band 20, Berlin 1975. – [4] Zur Geschichte der Erde und des Kosmos, (Herausg. H.-J. Treder) Berlin 1973. – [5] N. N. Lissov: Singularität, Zeitrichtung und Entwicklung des Weltalls, in: Philosophische Probleme der Astronomie des 20. Jahrhunderts, Moskau 1976 (russ.). – [6] W. L. Ginsburg: Braucht die Astronomie eine „Neue Physik“?, in Die Sterne, 54 (1978), S. 203–217. – [7] Astronomie, Methodologie, Weltanschauung, Moskau 1979 (russ.). – [8] H. Hörz: Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften, Berlin 1976.

Konstituierung der Sektion „Philosophie der Raumfahrt“

Im Mai 1980 fand im Hause des Zentralinstituts für Philosophie der AdW der DDR die Konstituierung der Sektion Philosophie der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR statt.

Aufgabe dieses Greniums soll es sein,

- Stand und Tendenzen der Behandlung philosophischer Fragen der Raumfahrt, die im Ausland veröffentlicht und diskutiert werden, bei uns zu publizieren;
- diese Auffassungen einer kritischen Interpretation zu unterziehen;
- unter Nutzung der vorhandenen Möglichkeiten, die die Akademie, die Verlage und andere Kommunikationsmittel bieten können, auf diesem bei uns in der Forschung bisher vernachlässigten Gebiet zumindest im Rahmen der GWR zu gültigen Auffassungen zu gelangen und diese zu veröffentlichen.

Der Sektion gehören an: Dipl.-Gesellschaftswissenschaftler Klaus Marquart (Berlin) als Leiter, Dr. phil. Fritz Gehlherr (Berlin), Dr. phil. Nina Hager (Berlin) und Dipl.-Ing. oek. Harald Kunze (Jena).

K. MARQUART

Spätestens seitdem Indiens erste Satelliten im Orbit kreisen, ist die indische Weltraumforschung in das Blickfeld einer breiteren Öffentlichkeit geraten. Für die Koordination der indischen Aktivitäten auf dem Gebiet der Weltraumforschung ist die ISRO (Indian Space Research Organisation) zuständig. Im folgenden Beitrag soll versucht werden, am Beispiel der ISRO den Weg eines Entwicklungslandes zu einer „Weltraummacht“ mit hochgesteckten Zielen, nachzuzeichnen.

Geschichte und Aufbau der ISRO

1961 wird die der indischen Regierung unterstellte Atomenergiebehörde DAE (Department of Atomic Energy) mit der Weltraumforschung und der friedlichen Nutzung des Weltraums beauftragt. Die DAE baut 1962 das Indische Komitee für Weltraumforschung (INCOSPAR) auf, dessen Ziel die Beratschlagung der Regierung in Weltraumfragen und die Koordinierung der einzelnen Programme ist.

1969 wird INCOSPAR zu einem beratenden Organ der indischen nationalen Akademie der Wissenschaften.

Mit der Leitung der Weltraumprogramme und deren Nutzbarmachung für friedliche Zwecke wird von der DAE die ISRO betraut. Im Jahre 1972 beruft die indische Regierung eine nationale Weltraumkommission DOS (Department of Space), der die ISRO unterstellt wird. Die ISRO gilt seither innerhalb der DOS als Forschungs- und Entwicklungsorganisation.

Seit 1973 ist Prof. S. Dhawan Vorsitzender von INCOSPAR und ISRO. Von 1962 bzw. 1969 bis 1971 leitete Prof. V. A. Sarabhai und im Jahre 1972 Prof. M. G. K. Menon beide Organisationen.

Sitz der DOS und ISRO ist das Raumfahrtzentrum Bangalore. Die ISRO zählt gegenwärtig etwa 10 000 Mitarbeiter.

Ziele und Aufbau der ISRO

Die zwei Hauptziele der indischen Weltraumforschung werden von den dringendsten nationalen Bedürfnissen dieses Landes geprägt.

- schnelle Entwicklung von Kommunikationssystemen zwischen den einzelnen Bundesstaaten und den Gebieten in diesen Staaten mit Hilfe aller technischen Möglichkeiten der Satellitentechnik.
- Erforschung der Naturressourcen des Landes.

Die ISRO selbst hat nun die Aufgabe der Koordinierung entsprechender Forschungsprogramme in den einzelnen Entwicklungs- und Testzentren des Landes.

Am ehesten läßt sich die indische Raumfahrtorganisation in ihrer Arbeitsweise und Struktur mit der französischen CNES (Centre National des Études Spatiales) vergleichen.

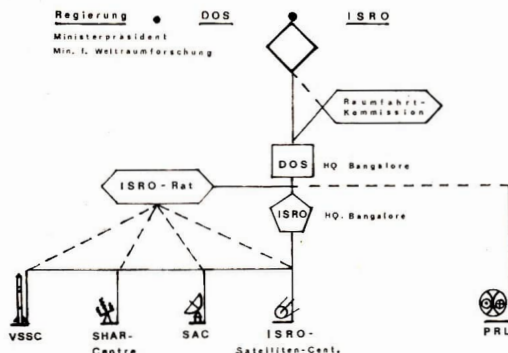


Abb. 1: Struktureller Aufbau der Leitung der indischen Weltraumforschung (Erklärung siehe Text).

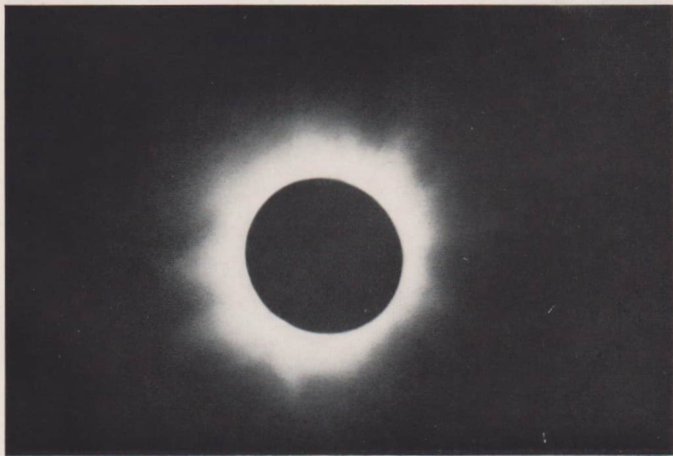


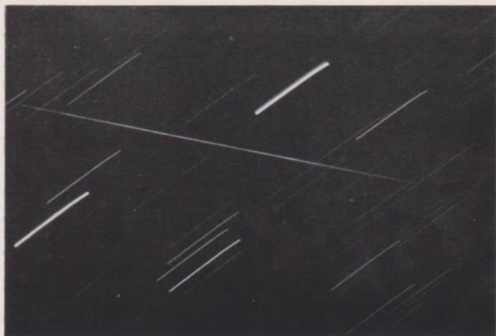
Sonnenfinsternis 1980 Febr. 16 in Tanzania.

Bild oben: Aufnahme vor der Totalität in Lembeni. Doppelbrechung an verschieden hohen Wolken-
schichten.

Foto: H. KREIBICH

Zum Beitrag S. 149: Aufnahme während der totalen Phase der Finsternis vom 16. 2. 80. Film: Ektachrome 200, 24 DIN; Kamera: Fujica in Verbindung mit einem 400 mm-Teleobjektiv 1: 6,3 + 2 fach-Konverter. Belichtungszeit: etwa 2 Sekunden. Foto: Peter Reinhard, Wien.

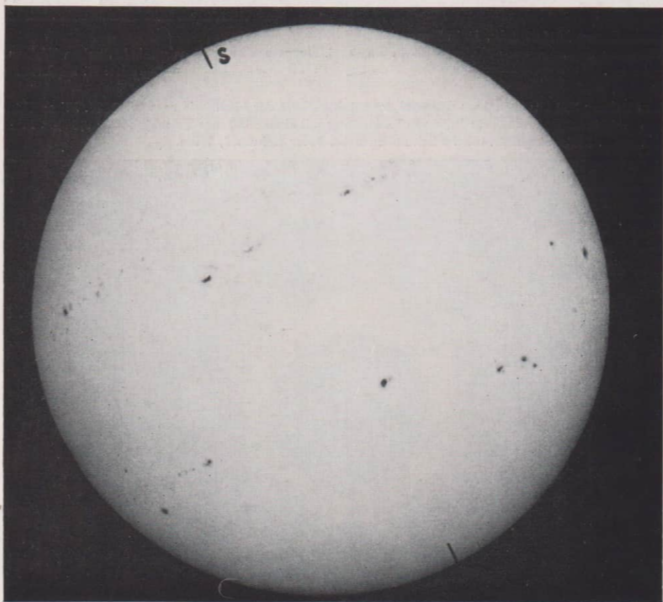




Meteor am 14. 12. 1979,
um 23.27 MEZ. Prakti-
tika L2, Pentaflex Auto
Color 1,8/50. Film: NP
20. Hintergrundsterne:
Beteigeuze, Heka und
Bellatrix (Orion).
Foto: FRED HASEN-
KRUG

Sonne am 10. 11. 1979, um 11.00 MEZ mit Telementor und SFO, Okular $f = 16 - 0$ auf NP 20. Bel.:
1/125 s. Kamera Exa 1a.

Foto: KARL-HEINZ MAU





Sonnenfleckenentwicklung 1979 Nov. 8, 9, 12. (Süden oben)

Foto: GÜNTER LOIBL



XXI. Bezirkstagung Dresden in Sohland/Spree. Lesen Sie dazu den Beitrag S. 157!

Die in Sohland gezeigten Amateurarbeiten finden reges Interesse.

Foto: DIETMAR GEBHARDT



Die ISRO-Forschungszentren

- SAC (Space Application Center)
Aufgabe des SAC mit Sitz in Ahmedabad/Gujarat ist die Anwendung der Ergebnisse und der technischen Möglichkeiten der Raumfahrt für die Belange der indischen Wirtschaft und Bildungspolitik. Hauptgebiet des SAC ist, neben der Erkundung der Bodenschätze, meteorologischer Beobachtungen und geodätischer Vermessungen, das Bildungsfernsehen.
Mit dem INSAT-System soll ein einheitliches Bildungsprogramm für den Gemeinschaftsempfang auf dem gesamten indischen Subkontinent abgestrahlt werden. In Vorbereitung dazu erfolgten 1975/76 in Zusammenarbeit mit All Indian Radio und verschiedenen Ministerien Testübertragungen in 2400 Dörfer. Möglich wurde dieses Satellite Instructional Television Experiment (SITE) durch die Bereitstellung des NASA-Satelliten ATS 6. Der Empfang erfolgte mit einfachen Drahtgeflechtantennen und batteriebetriebenen Fernsehempfängern. Eine Fortsetzung fanden die Experimente mit dem Programm STEP (Satellite Telecommunication Experiments Project) mit Hilfe des Satelliten Symphonie.
- ISAC (ISRO Satellite Centre)
Das ISAC (Bangalore/Karnataka) ist das Entwicklungszentrum der indischen Satellitentechnologie. Hier erfolgt die Entwicklung und Fabrikation der indischen Raumflugkörper sowie ihr Test vor dem Weltraumeinsatz.
- VSSC (Vikram Sarabhai Space Center)
Das VSSC (Trivandrum/Kerala) gilt als Entwicklungs- und Forschungszentrum für die indische Raketenentwicklung. Dem VSSC untersteht auch das Raketenversuchsgelände TERLS (Tumba). Von dort erfolgen routinemäßige Starts indischer Forschungsraketen vom Typ Rohini und Menaka. 1960 übernahm die UNO die Schirmherrschaft über den internationalen Startplatz TERLS. Insgesamt wurden seit 1963 von hier und den anderen beiden Startplätzen Sriharikota und Balasur über 1000 Raketen gestartet. An den wissenschaftlichen Experimenten mit Raketen 30 verschiedener Typen aus verschiedenen Ländern waren neben Indien auch Bulgarien, Frankreich, die UdSSR, Japan, Großbritannien, die USA und die Bundesrepublik Deutschland beteiligt.
- SHAR-Centre
Das SHAR-Center auf der Insel Sriharikota (Andhra Pradesh) ist das größte Raketenversuchsgelände der ISRO. Hier erfolgen die Starts mehrstufiger Höhenraketen sowie die Tests der eigenen Satellitenträgerrakete SLV 3 - Rohini.
- PRL (Physical Research Laboratory)
Das PRL (Ahmedabad) liefert den größten Teil der wissenschaftlichen Experimente für Höhenforschungsraketen und Satelliten (Sonnenforschung, Astrophysik, Atmosphärenphysik, Strahlungsforschung).

Raumfahrtprogramme der ISRO

- „Aryabhata“
Am 10. Mai 1972 vereinbarten der damalige Leiter der ISRO Prof. Menon und der Leiter der sowjetischen Akademie der Wissenschaften Prof. Keldysch, den ersten indischen Satelliten mit einer sowjetischen Rakete in der UdSSR zu starten. Die Vorarbeiten im SSTC (Space Science and Technology Center) in Trivandrum/Kerala standen unter Leitung von Prof. Rao, der bereits an den NASA-Programmen Pioneer und Mariner mitarbeitete. Aryabhata-ISSP (Indian Scientific Satellite Project) gelangte dank der intensiven Kooperation zwischen Indien und der UdSSR am 19. 4. 1975 auf seine 600 km hohe Umlaufbahn. Der 330 kg schwere Satellit dient der Untersuchung der solaren und stellaren Röntgenstrahlung, der Untersuchung der solaren Partikularstrahlung und schließlich der Untersuchung der Ionosphäre. Obwohl seine aktive Lebensdauer mit 2 Jahren angegeben wurde, arbeitete er im Sommer 1979 noch weitgehend einwandfrei.
- „Bhaskara“
Der zweite Satellit Indiens, SEO (Satellite for Earth Observation) ist ein 442 kg schwerer Erdbeobachtungssatellit zur Erforschung der Bodenschätze des indischen Subkontinents. Er kommt also direkt der Volkswirtschaft zu Gute und stellt eine Spitzenleistung der Weltraumtechnik dar. Er wurde am 7. Juni 1979 von der UdSSR in eine 500 km hohe Umlaufbahn gebracht. Zur Ausrüstung gehören neben 2 Kamerasystemen auch Mikrowellenradiometer für meteorologische Atmosphärenuntersuchungen.
- „SEO II“
Der in der Entwicklung befindliche verbesserte ausgerüstete Nachfolger von „Bhaskara“ wird wiederum von der UdSSR gestartet werden und hat die gleichen Aufgaben wie sein Vorgänger.

– „Rohini Satellite“ (RS 1)

Hierbei handelt es sich um einen 40 kg schweren, mit Solarzellen und Bahnverfolgungseinrichtungen ausgerüsteten Satelliten, der durch eine in Indien entwickelte viertstufige Feststoffrakete in eine 300 bis 1000 km hohe Umlaufbahn gebracht werden soll. Bei späteren RS-Satelliten sind verschiedene wissenschaftliche Experimente zur Atmosphärenphysik und Astrophysik geplant.

Der erste Start der 22,7 m langen und 17 t schweren und aus 100000 zu 98 % in Indien gefertigten Bauteilen bestehenden Rakete, schlug am 10. 8. 1979 wegen Fehler in der zweiten Stufe fehl. Ein zweiter Start erfolgte im 1. Halbjahr 1980. An einer verbesserten Rakete SLV-SYN, die in den 80er Jahren 800 kg auf Synchrotronbahnen bringen kann, wird gegenwärtig gearbeitet.

– APPLE (Ariane Passenger Payload Experiment)

Dieser experimentelle Nachrichtensatellit, der von der ESA (European Space Agency) beim dritten Teststart der ARIANE-Rakete im November 1980 zusammen mit einem „Meteosat“-Satelliten in eine geostationäre Umlaufbahn gebracht werden sollte, besitzt 2 C-Band Transponder, die im 4/6 GHz-Bereich arbeiten. Mit dem Satelliten sollen Übertragungsversuche in diesem Hochfrequenzbereich erfolgen.

– Insat 1

Das Insat-System, als komplexes Kommunikationssystem zur Ausstrahlung eines einheitlichen Bildungsprogrammes, wird vorerst über 2 geostationäre Satelliten verfügen, die 1981 einsatzbereit sein sollen. Die 900 kg schweren Satelliten besitzen je 12 TV-Kanäle und 2 Rundfunkkanäle im Frequenzbereich von 5,935–6,425 GHz (Erde – Satellit) bzw. 3,71 – 4,20 GHz (Satellit – Erde). Geplant sind Sendungen in den 16 Hauptsprachen. Vormittags Schulsendungen für Kinder, nachmittags Lehrfilme für Frauen und am Abend Unterhaltungsprogramme.

Der Start ist von den USA mit dem Shuttle oder der Delta-Rakete geplant.

Insat 1A soll bei 74° Ost, Insat 1B bei 94° Ost über dem Äquator stationiert werden.

Die Satelliten werden ähnlich den GOES und Meteosat-Satelliten den ganzen Tag über als „Wetterwarten“ genutzt werden und die Daten meteorologischer Systeme auf der Erde, der See und in der Luft sammeln und verarbeiten.

– IRS (Indian Remote Sensing Satellite)

Bei diesem Projekt handelt es sich um einen 600 kg schweren, äußerst komplex ausgerüsteten Erdkundungssatelliten der in ein 500 bis 1000 km hohes sonnensynchrones Erdorbit gebracht werden soll.

Dieser dreiachs-stabilisierte Satellit ist u. a. mit einem Multispektralkamerasystem und einem passiven Mikrowellenradiometer ausgerüstet.

Der dargelegte Stand der Arbeiten der ISRO zeigt das Bemühen dieser Raumfahrtorganisationen, ein breitangelegtes mit hochgesteckten Zielen versehenes Programm der Nutzung des Weltraumes zur Lösung der dringenden irdischen Probleme Indiens durchzusetzen. Vorrang hat die wirtschaftliche und bildungspolitische Nutzung der modernen Weltraumtechnologie zum Aufbau einer entwickelten und wirtschaftlich gesicherten Gesellschaft in Indien.

Unmöglich wäre dies ohne die intensive Zusammenarbeit mit den anderen raumfahrttreibenden Nationen, doch ist das Bemühen um Unabhängigkeit und Selbständigkeit nicht zu übersehen.

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1980 Mai/Juni

d	Mai	Juni	d	Mai	Juni
1	121	152	16	148	134
2	149	124	17	173	129
3	140	128	18	215	146
4	166	141	19	218	166
5	192	150	20	230	179
6	145	131	21	233	191
7	147	149	22	244	196
8	157	156	23	246	190
9	168	164	24	256	193
10	144	168	25	229	179
11	142	172	26	220	166
12	143	166	27	223	185
13	150	161	28	190	188
14	166	136	29	170	149
15	157	129	30	150	97
			31	138	
Mittel			179.7	157.2	

A. ZELEŃKA

Amateure beobachten und berichten

Sonnenuntergang am Mittag

HORST KREIBICH

Unter dem Eindruck des Codewortes „Sunset at noon“ hatte sich die Steppe um Lembeni, einem kleinen Ort in der Nähe von Moshi (Tansania), am 15. und 16. Februar 1980 in ein ausgebreitetes Campinggebiet verwandelt.

Enthusiasten aus aller Welt und Tansania waren in Nordosttansania zusammengeströmt, um die letzte totale Sonnenfinsternis in unserem Jahrhundert zu erleben.

Prominenteste Gäste am „Nyumba wa Mungu“ (Haus-Gottes-Stausee) waren Staatspräsident Julius Nyerere und Vize-Präsident Aboud Jumbe. Hunderte von zeitweiligen Astronomen und echten Wissenschaftlern hatten sich mit teuren und seltenen Ausrüstungen in den Korridor der totalen Finsternis begeben, um zu beobachten und Daten für Forschungen und Analysen zu erhalten.

Ein japanisches TV-Team filmte die Sonnenfinsternis vom schneebedeckten Gipfel des 5895 m hohen Kilimandscharo, während eine zweite Gruppe gemeinsam mit tansanischen Journalisten das „Phänomen von größter wissenschaftlicher Bedeutung“ von Bord eines Hubschraubers filmte. Das tansanische Reisebüro hatte ein Spezialangebot unterbreitet, um Interessenten aus der nicht im Totalitätsgebiet gelegenen Hauptstadt zu ermöglichen, „Augenzeuge eines Naturereignisses in einer herrlichen Umgebung“ zu werden. Die Reisenden starteten am 15. 2. um 21.00 Uhr mit dem Bus in das 500 km entfernte Lembeni und erreichten nach einem erlebnisreichen Tag, am 16. 2. (Sonntag), 23.00 Uhr wieder Dar-es-Salaam. Der verhältnismäßig geringe Preis von 300 tansanischen Shilling lockte vor allem viele ausländische Bewohner der Hauptstadt, dem Schauspiel beizuwohnen.

Bereits in der Woche vorher waren in der swahili-sprachigen Zeitung „Uhuru“ und in der englisch-sprachigen „Daily News“ Berichte und Informationen zu diesem Ereignis erschienen. Darin wurde die Bevölkerung mit dem wissenschaftlichen Hintergrund vertraut gemacht und davor gewarnt, mit dem bloßen Auge in die Sonne zu sehen. Die Menschen sollten ihre Augen mit Schweißbrillen, überbelichteten Filmstreifen u. ä. schützen, um Schäden der Augen zu vermeiden. Wir hatten Gläser mit Blau geschwärzt und beobachteten mit unseren afrikanischen Nachbarn das Ereignis.

Beauftragte der Regierung weilten in den Dörfern, die von der totalen Finsternis bedeckt waren, um die Menschen über das einmalige Erlebnis in ihrem Leben aufzuklären. In Ermangelung einer ausreichenden Bildung vieler Menschen wurde befürchtet, daß die Bewohner von einer echten Furcht befallen würden. Für Monate ist damit zu rechnen, daß „Evangelisten“ im traditionellen und modernen Sinne sich in Prophezeiungen versuchen werden, um damit ihre Taschen zu füllen.

Das Wetter zeigte sich am Tage des kosmischen Ereignisses von der besten Seite, es herrschte strahlender Sonnenschein mit Temperaturen um 33 °C, nachdem in den Tagen zuvor Regenschauer und Stürme aufgetreten waren. Zum Vergleich seien Temperaturangaben aufgeführt:

Tabelle 1

Datum	Ort	Temp.-Max.	Temp.-Min.	Luftfeuchtigkeit in %	
		°C	°C	max	min
13. 02.	Dar-es-Salaam	33,2	21,0	98	50
	Tabora	29,2	18,9	89	45
	Dar-es-Salaam	33,5	21,7	98	51
15. 02.	Tabora	33,0	20,8	99	53
	Dar-es-Salaam	33,4	12,5	99	52,5
	Tabora	33,1	20,5	98	52

Als der „Count down“ über Lembeni begann, war der Himmel zu 60 % bewölkt. Doch plötzlich verschwanden alle Wolken. In Dar-es-Salaam dagegen verdichtete sich mit zunehmender Verfinsterung die Bewölkung. (Vgl. dazu Bildseite I, oben!)

Es kam im Verlauf der Sonnenfinsternis zu einem deutlichen Temperaturrückgang. Die Ergebnisse der Luft- und Strahlungsmessung zeigt die Tabelle 2.

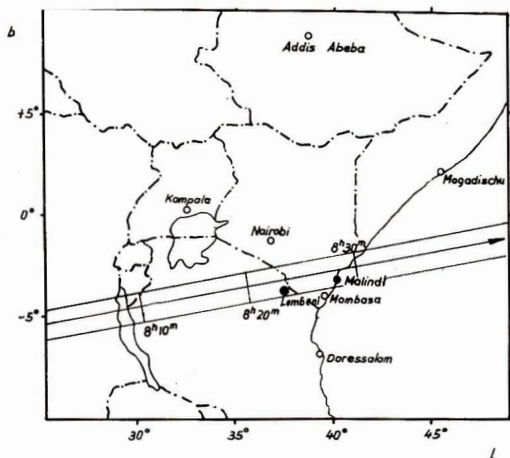


Abb. 1: Verlauf der Totalitätszone in Ostafrika.

Tabelle 2

Zeit (EAST)	Lufttemperatur (°C)	Strahlungstemperatur (°C)
08 h 00 min	28,5	32,0
09 h 00 min	32,0	42,0
10 h 00 min	33,0	41,5
10 h 30 min	32,0	38,0
10 h 45 min	30,0	36,0
11 h 00 min	29,0	34,0
11 h 15 min	28,5	30,0
11 h 30 min	28,2	29,5
11 h 45 min	28,5	30,5
12 h 00 min	29,8	33,0
12 h 15 min	30,5	37,2
12 h 45 min	31,5	45,5
13 h 00 min	32,0	47,0

Der Bereich der totalen Sonnenfinsternis erstreckte sich in Tansania vom Lake Tanganyika über Tabora, Arusha, Moshi zur Küste des Indischen Ozeans (s. Abb. 1) und dauerte von 11.05 bis 11.30 Uhr EAST (East Africa Standard Time). Als partielle Sonnenfinsternis war das Ereignis in ganz Tansania zwischen 09.35 EAST im Westen und 13.00 EAST im Osten zu beobachten. Der Totalitätsstreifen hatte eine Breite von 147 km. Die totale Phase dauerte zwischen 3,45 und 3,58 Minuten.

Biologen hatten sich in großer Zahl im Bereich der totalen Finsternis eingefunden, um Reaktionen und Effekte von „sunset at noon“ auf die Tier- und Pflanzenwelt zu studieren. Als der Schatten der Dunkelheit über das Land fiel, flogen Enten, Hühner, Flamingos und andere Vögel auf ihre Schlafplätze, so wie sie es bei Sonnenuntergang tun.

Die „Dunkelheit“ veranlaßte die Behörden in Kondona, die öffentlichen Einrichtungen zu schließen. Fahrzeuge mußten mit Licht fahren.

Wenige Tage nach dem 16. Februar gab es bereits einen Ausblick auf die nächste, die längste Sonnenfinsternis in der Menschheitsgeschichte am 5. Juli 2168, die mit 7,28 Minuten nur 3 Sekunden kürzer als das theoretische Maximum einer Sonnenfinsternis sein wird. „Leider“, so schrieb der witzige Kommentator, „werden die meisten von uns nicht dabei sein, um zu sehen und zu vergleichen“. Die nächste totale Mondfinsternis erleben die Bewohner Arabiens am 9. Januar 1982. Europa erlebt bis zur Jahrhundertwende keine mehr.

Literatur: Daily News 15. und 16. 3. 1980, – Illustrierte Enzyklopädie der Astronomie, New York.

Messung der Lufttemperatur und Zenithelligkeit während der totalen Sonnenfinsternis am 16. Februar 1980 in Kenya

Die Finsternis konnte unter allgemein guten Bedingungen in Zentralafrika, Indien und Südostasien beobachtet werden. Herr Peter Reinhard aus Wien erklärte sich freundlicherweise bereit, Messungen der Lufttemperatur und Zenithelligkeit vorzunehmen mit einer analogen Einrichtung, wie bei der Beobachtung der Finsternisse in Griechenland und Australien, deren Resultate in dieser Zeitschrift veröffentlicht wurden (vgl. AuR 1/77 und 2/78).

Der Beobachtungsort befand sich in der Kleinstadt Malindi, unmittelbar an der Küste des Indischen Ozeans. Während der gesamten Beobachtungszeit herrschte eine den gesamten Himmel überziehende Cirrus-Bewölkung vor. Dadurch wurde das geplante Vorhaben der Aquidensitometrie der Korona nicht durchgeführt. Malindi befand sich 30 km südlich des Zentrums der 150 km breiten Zone der Totalität. (Vgl. Karte S. 148!)

Tabelle 1: Daten zum Beobachtungsort und allgemeine Bedingungen

Malindi $\lambda = 40^\circ 06' E$; $\varphi = 3^\circ 14' S$; $H = 10$ m ü. NN.

Ortszeit = Weltzeit (UT) + 3 h

Kontaktzeiten laut Ephemeride (Ortszeit):	Ortszeit	Sonnenhöhe
1. Kontakt $09^h57^m 20^s$		
2. Kontakt $11^h27^m 12^s$	09^h2	45°
Mitte $11^h29^m 04^s$	10^h2	69°
3. Kontakt $11^h30^m 57^s$	11^h2	73°
4. Kontakt $13^h05^m 39^s$	12^h2	81°

1. Temperaturmessungen

Während der Messung wurden die Thermometer T_1 und T_2 unmittelbar der Sonnenstrahlung ausgesetzt, Thermometer T_3 befand sich im Schatten. Das Temperaturminimum trat gegen 11^h35^m ein, also mit 6 Minuten Verspätung gegenüber der Totalitätsmitte.

Tabelle 2: Kriterien der Ergebnisse bei den Temperaturmessungen

T_{min} : beobachtetes Temperaturminimum in $^\circ C$

ΔT_1 : Temperaturdifferenz zwischen dem 1. Kontakt und dem Minimum

ΔT_2 : Temperaturdifferenz zwischen dem 4. Kontakt und dem Minimum

T_{min} ($^\circ C$)	T_1	T_2	T_3
ΔT_1	28,0	29,0	27,5
ΔT_2	7,2	9,2	15,0
	6,8	10,3	13,3

2. Messung der Zenithelligkeit

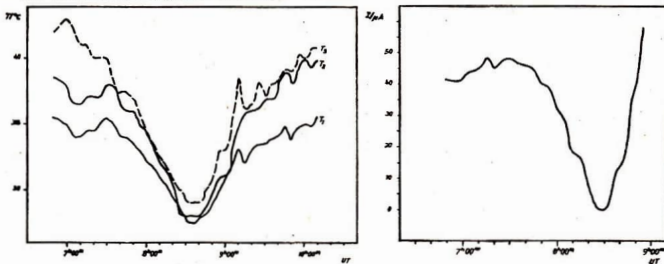
Mit einer einfachen lichtelektrischen Meßeinrichtung wurde die Zenithelligkeit im visuellen Spektralbereich gemessen. Da keine Kalibrierung erfolgte, wird als Meßwert unmittelbar der Ablesewert des Amperemeters gegeben. Die Helligkeitsamplitude ist ein Vielfaches der bei der ringförmigen Finsternis 1976 in Griechenland gemessenen Amplitude.

3. Allgemeine Eindrücke

Etwa 20 Minuten vor der Totalität bis 30 Minuten nach der Totalität konnte der typische Finsterniswind sehr deutlich beobachtet werden. Mit dem plötzlichen Eintritt der Totalität, während der es etwa so hell wie in einer Vollmondnacht war, hörten die Vögel auf zu singen. Nachdem kurzzeitig der leuchtende Diamantring sichtbar war, konnte eine typische Maximumkorona mit zahlreichen „streamers“ erkannt werden. Mit einem kleinen Fernrohr waren deutlich einige rote Protuberanzen zu erkennen. Der gesamte Himmel besaß eine eigentümlich gelbliche Färbung und ohne Schwierigkeiten war die

Abb. 1: Beobachteter Temperaturverlauf (links).

Abb. 2: Verlauf der Zenithelligkeit im visuellen Spektralbereich.



Venus während der Totalität zu erkennen. Mit dem abrupten Ende der totalen Phase erwachte ebenfalls so plötzlich die Natur risngum.

Literatur: [1] Böhme, Dietmar: Totale Sonnenfinsternis vom 23. 10. 76 in Australien beobachtet. In *Astronomie und Raumfahrt*, 1978, 2. – [2] Reinhard, Peter: Die totale Sonnenfinsternis vom 16. 02. 80, Die *Sternenrundschau*, Wien, 12. 1980, 3.

DIETMAR BÖHME

Die Beobachtung einer streifenden Sternbedeckung durch den Mond

Die im „Kalender für Sternfreunde 1980“ auf Seite 64 für Potsdam vorausgesagte Bedeckung des Sternes ZC 444 durch den Mond am Abend des 21. Februar 1980 versprach für Frankfurt/M. kein Ereignis, so daß zwischen beiden Orten eine „südliche Grenzkurve“ der Sternbedeckung verlaufen mußte.

Eine durch Herrn Böttner, Mitglied der AG Sternbedeckungen, verbreitete Ephemeride ergab, daß die Sternwarte Eilenburg auf dieser Grenzkurve lag. Damit sollte von dort zwischen 18.30 Uhr und 18.45 Uhr MEZ eine streifende Bedeckung des 6^{te} hellen Sternes beobachtet werden können.

An eine Reihe von Interessenten wurde deshalb im November 1979 eine Information über Einzelheiten wie Beobachtungszeitraum, Sternhelligkeit, Azimut und Höhe des Sternes während der Bedeckung und ein am Bedeckungsort zu erwartendes grobes Mondrandprofil übermittelt. Darin war auch die Breite jener Zone gegeben, in der die Bedeckung streifend erwartet wurde. Sie betrug etwa 2210 m.

Nach einer Beratung der Leitung der AG Sternbedeckungen wurde mit der Vorbereitung einer komplexen Beobachtung des Ereignisses begonnen. Ausgewählt wurden 3 Beobachtungsplätze im Ort und in der Muldenaue bei Eilenburg sowie 2 Fernrohrstationen in der Sternwarte. Jeder Ort sollte durch mindestens zwei Personen besetzt werden. Mehrere Zusammenkünfte im Februar dienten der Einweisung und technischen Vorbereitung der Beobachter sowie der Ortsbegehung. Unter Heranziehung eines Meßtischblattes konnten für alle vorgesehenen Plätze die Koordinaten im Anschluß an die bekannten Werte für die Sternwarte festgelegt werden. Dadurch war eine wesentliche Voraussetzung für die spätere Auswertung der Beobachtung gegeben. Schwierigkeiten bereitete zunächst die erforderliche Genauigkeit der Zeitmessung.

In der Sternwarte stand ein Empfänger für Dauerzeitzeichen zur Verfügung, für einen Beobachter außerdem ein Druckchronograph. Ein zweiter Beobachter innerhalb der Sternwarte benutzte seinen mit einer Quarzstopuhr ausgestatteten Taschenrechner im Anschluß an das Zeitzeichen.

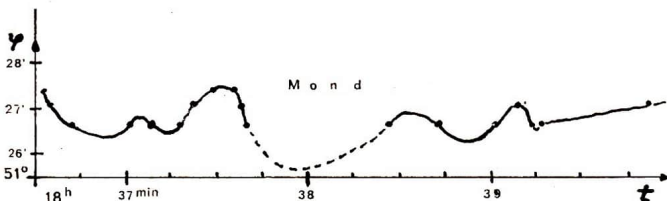
Nach Diskussionen und Erprobung verschiedener Verfahren für die Außenstationen konnte buchstäblich in letzter Stunde die Übertragung des Dauerzeitzeichens durch Sprechfunkgeräte gesichert werden. Damit war durch Registrierung mittels Kassettenrekorder vor Ort eine Zeitmessung mit ausreichender Genauigkeit gesichert. Ein Beobachter nutzte neben seinem Rekorder einen selbstgebauten Taschenempfänger für Zeitzeichenimpulse.

Jede Außenstation war mit einem Schulfernrohr Telementor ausgerüstet. Zur Wahl standen Okulare von 16 mm, 25 mm und 40 mm im Okularrevolver.

Etwa eine Stunde vor Beobachtungsbeginn wurden die Beobachter mit ihrem umfangreichen Gepäck per PKW an den ausgewählten Ort gebracht, ab 18.25 Uhr erfolgte die Übertragung des Zeitzeichens, ergänzt durch Minutenansage bis 4 Minuten vor und ab 5 Minuten nach der Bedeckung.

Nachdem wochenlang schlechtes Wetter geherrscht hatte, erstrahlte am Abend des 21. Februar ein prächtiger Sternenhimmel (wohl als Dank für die umfangreichen Vorbereitungsarbeiten!). So konnten zwischen 18.36 Uhr und 18.43 Uhr MEZ an den 5 Stationen insgesamt 28 Ereignisse als Ein- bzw. Austritte des Sternes beobachtet werden. Bei einer der Außenstellen trat leider ein technischer Defekt auf, so daß keine Zeiten registriert wurden. Nach einer kritischen Sichtung standen schließlich 19 Meßwerte ausreichender Genauigkeit zur Verfügung, die durch die AG Sternbedeckungen an das HMNAO übermittelt wurden.

Abb. 1: „Profil des Mondrandes“ nahe dem Südpol, feste Oberfläche oben. Ordinate: Geografische Breite + 51°25' bis + 51°28' Stationen bei + 51°26'6 (1), + 51°27'1 (3, 4) und + 51°27'4 (5). Abszisse: Beobachtungszeit in MEZ 18°36'30" bis 18°39'50".



Eine erste Auswertung sollte der Ableitung des Mondrandprofils aus anderen Meßergebnissen dienen. Dazu waren die gemessenen Zeiten nach Abzug der persönlichen Gleichung noch entsprechend der Bewegung des Mondes zu korrigieren. Bei einer Sternbedeckung handelt es sich ja um eine Sternfinsternis, bei der der „Mondschatten“ wie bei einer totalen Sonnenfinsternis mit hoher Geschwindigkeit über die Erde wandert. Da die Beobachtungsstationen nicht exakt auf einer Nord-Süd-Linie aufgebaut werden konnten und der Mondschatten nicht genau in Ost-West-Richtung verlief, mußte z. B. für eine Station bis zu 0,5 Sekunden Korrektur angebracht werden.

Zur Zeichnung des Mondrandprofils wurden die beobachteten Zeiten über die Geschwindigkeit des Mondschattens bei Berücksichtigung von Azimut und Höhe des bedeckten Sternes in Längen umgerechnet und zur Lage der Beobachtungsstellen ins Verhältnis gesetzt. Die Abbildung ist im Profil um den Faktor 7 überhöht, da sonst eine Darstellung im Format der Zeitschrift nicht möglich wäre. Das Original hat bei gleicher Profiltiefe eine Länge von rund einem Meter und vermittelt eine eindrucksvolle Anschauung von der „Flachheit“ der Oberflächenformen unseres Trabanten. Ein Vergleich mit der Ephemeride ergab im wesentlichen Übereinstimmung und an einigen Stellen eine Verfeinerung des Profils besonders im Bereich der Bergspitzen.

Abschließend sei allen Beteiligten für ihre Mitarbeit gedankt, besonders Herrn Büttner für theoretische Vorarbeiten und erfolgreiche Teilnahme sowie Herrn Otto, der als Leiter der AG Sternbedeckungen die umfangreichen organisatorischen und technischen Vorbereitungen übernommen hatte.

MARTIN MÜLLER

Der halbgelmäßige Veränderliche EU Delphini

K. REICHENBÄCHER/F. RÜMLER

In diesem Artikel haben wir versucht, alle uns zugänglichen Daten und Beobachtungen von EU Del aus dem Zeitraum 1954–61 und 1973–77 zusammenzufassen und zu analysieren.

Aus einer Veröffentlichung des Krim-Observatoriums [1] konnten einige spektrale Eigenschaften übernommen werden. Zur Lichtkurvenbildung wurden unter anderem eigene Helligkeitsschätzungen der Jahre 1973–77 mitverwendet.

Abb. 1: Umgebungskarte mit visuellen Vergleichssternehligkeiten (nach [2]).

Ort: α (1900.0): $20^h33^m21^s$. δ (1900.0): $+17^\circ55'1''$
Spektr.: M 6 III; Grenzen des Lichtwechsels: 6^m0 – 6^m9 (vis.)

Typ: SRb; Periode: 60^d95 (Abb. 1, Umgebungskarte)

Entdeckungsanzeige: 1895 von Espin als Veränderlicher mit kleiner Amplitude erkannt. Erst 1949/50 hat dann Auzinger den Stern systematisch verfolgt. Er fand für diese Zeit die Elemente $t_{\min} = \text{J. D. } 243\,2426 + 60^d95$ und rechnete diesen Stern zu den roten Halbgelmäßigen [3].



1. Entfernungsbestimmung

Um die Entfernung und interstellare Extinktion zu bestimmen, konnten 10 Sterne aus einem parallel zum galaktischen Äquator liegenden Feld mit EU Del in der Feldmitte, von denen die visuelle Helligkeit (m_v), der $(B-V)$ -Wert $[(B-V)_B]$ sowie Spektraltyp und Leuchtkraftklasse bekannt sind, verwendet werden. So wurde nun von diesen 10 Sternen aus dem Spektraltyp und der Leuchtkraftklasse die visuelle absolute Helligkeit (M_v) und der zu erwartende $(B-V)$ -Wert $[(B-V)_R]$ bestimmt, unter Verwendung der entsprechenden Tabellen in Landolt-Börnstein [4].

Nach folgenden Beziehungen wurden für jeden der 10 Sterne zunächst die selektive Absorption (wellenlängenabhängige Schwächung des Sternlichtes durch den interstellaren Staub) und danach die visuelle Gesamtabsorption ermittelt.

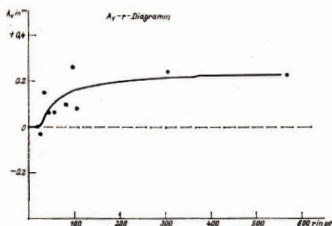


Abb. 2: A_v - r -Diagramm.

$$E(B-V) = (B-V)_B - (B-V)_R \text{ selektive Absorption}$$

$$A_v = 3 \cdot E(B-V) \text{ visuelle Gesamtabsorption}$$

Mit Hilfe der vis. Gesamtabsorption (entspricht der interstellaren Extinktion) der einzelnen Sterne konnte nun die Entfernung dieser berechnet werden:

Entfernungsmodul

$$m - M = m_v - M_v - A_v$$

$$m - M = 5 \cdot \lg r - 5$$

daraus folgt:

$$m_v - M_v - A_v = 5 \cdot \lg r - 5$$

$$\lg r = \frac{m_v - M_v - A_v}{5} + 1 \quad (1)$$

Tabelle 1:

Stern	α (1900.0) δ	$m_v(V)$ $(B-V)_B$	Sp	M_v	$(B-V)_R$	A_v	r in pc
HD 194616	20 ^h 21 ^m 5 + 19 [°] 31'	6 ^m 412 + 1 ^m 017	KO III	+ 1 ^m 20	+ 0 ^m 99	+ 0 ^m 081	106.3
HD 195481	20 ^h 26 ^m 5 + 15 [°] 27'	6 ^m 850 + 0 ^m 140	A2 V	+ 1 ^m 60	+ 0 ^m 05	+ 0 ^m 270	99.1
HD 196035	20 ^h 29 ^m 7 + 20 [°] 38'	6 ^m 470 + 0 ^m 140	B3 IV	- 2 ^m 50	- 0 ^m 21	+ 0 ^m 210	565.0
HD 196724	20 ^h 34 ^m 1 + 20 [°] 51'	4 ^m 809 + 0 ^m 000	A0 V	+ 1 ^m 00	- 0 ^m 02	+ 0 ^m 060	56.0
HD 196775	20 ^h 34 ^m 4 + 15 [°] 29'	5 ^m 970 - 0 ^m 140	B3.5 V	+ 1 ^m 70	- 0 ^m 22	+ 0 ^m 210	310.5
HD 196867	20 ^h 35 ^m 0 + 15 [°] 34'	3 ^m 770 - 0 ^m 060	B9 V	+ 0 ^m 50	- 0 ^m 08	+ 0 ^m 060	42.4
HD 197076	20 ^h 36 ^m 2 + 19 [°] 33'	6 ^m 440 + 0 ^m 620	G2 V	+ 4 ^m 80	+ 0 ^m 62	0 ^m 000	21.3
HD 197249	20 ^h 37 ^m 4 + 17 [°] 11'	6 ^m 225 + 0 ^m 945	G8 III	+ 1 ^m 60	+ 0 ^m 01	+ 0 ^m 105	80.2
HD 197913 A	20 ^h 41 ^m 6 + 15 [°] 33'	7 ^m 550 + 0 ^m 760	G9 V	+ 5 ^m 65	+ 0 ^m 77	- 0 ^m 030	24.3
HD 197913 B	20 ^h 41 ^m 6 + 15 [°] 33'	8 ^m 380 + 0 ^m 780	G8 V	+ 5 ^m 50	+ 0 ^m 73	+ 0 ^m 150	35.2

Daraus wurde das A_v - r -Diagramm (Abb. 2) gewonnen.

Da die meisten der 10 ausgewählten Sterne recht nah beieinander stehen (Abb. 2) und der weitere Verlauf der Kurve bis etwa 600 pc auch eindeutig scheint, konnten die Berechnungen zu EU Del schon mit diesen wenigen Sternen erfolgreich durchgeführt werden.

Aus Abb. 2 ist ebenfalls ersichtlich, daß sich in einer Entfernung von nur etwa 25–50 pc eine Materiewolke befinden muß, die das Licht von EU Del und das der anderen, dahinter stehenden Sterne schwächt. Die Entfernung von EU Del wurde nun durch ein Verfahren der allmählichen Annäherung ermittelt. Zunächst mit

$$\bar{m}_v - \bar{M}_v = 5 \cdot \lg r - 5$$

und daraus folgend

$$\lg r = \frac{\bar{m}_v - \bar{M}_v}{5} + 1 \quad (2)$$

wurde die scheinbare Entfernung ohne Berücksichtigung der interstellaren Extinktion berechnet. Nach eigener Ermittlung beträgt die mittlere scheinbare visuelle Helligkeit von EU Del $\bar{m}_v = 6^m 35$, die mittlere absolute visuelle Helligkeit $\bar{M}_v = -0^m 45$

$$\lg r_1 = \frac{6^m 35 + 0^m 45}{5} + 1 = 2,36; \quad T_1 = 230 \text{ pc}$$

Man geht nun mit $r_1 = 230$ pc in das Diagramm (Abb. 2) ein und erhält für die interstellare Extinktion, die für eine solche Entfernung gilt, den Wert $A_{v1} = 0^m 2$. Daraus errechnet sich, wie bei den 10 Umgebungsternen die Entfernung r_2 nach Beziehung (1) zu

$$\lg r_2 = \frac{6^m 35 + 0^m 45 - 0^m 2}{5} + 1 = 2,32; \quad T_2 \approx 210 \text{ pc}$$

Mit dieser neu gewonnenen Entfernung könnte man wieder in das Diagramm eingehen. Da aber die Genauigkeit des gezeichneten Diagramms begrenzt ist, wurde darauf verzichtet.

Zur Beurteilung der Genauigkeit unserer Entfernungsbestimmung wurden folgende absoluten Fehler geschätzt:

$$m_v = 0.005; (B-V)_B \pm 0.0005; M_v \pm 0.05; (B-V)_R \pm 0.05$$

Daraus konnte für die Entfernung ein prozentualer Fehler von etwa 1–2 % ermittelt werden, der zu erwartende Fehler liegt also in der Größenordnung von 2–4 pc.

2. Zur Physik von EU Del

Der rote Riesenstern befindet sich in unserem Spiralarm der Galaxis in Richtung des Milchstraßen-Zentrums etwa 0.21 kpc von uns entfernt und liegt 0.5 kpc unterhalb der Milchstraßenebene. Es wurde eine interstellare Extinktion von 0.2 gefunden. Die Leuchtkraft von EU Del beträgt etwa das 240-fache der Leuchtkraft unserer Sonne; er besitzt eine siebenfache Sonnenmasse und sein Radius entspricht dem 100fachen des Sonnenradius.

Die effektive Temperatur an seiner Oberfläche ist 2600 K, die absolute bolometrische Helligkeit – 4^m. Bei EU Del muß es sich um einen Stern handeln, der nach seinem langandauernden Hauptreihenstadium im Hertzsprung-Russell-Diagramm im Gebiet der Riesen zu finden ist.

Spektrale Eigenschaften

In [1] wurden erstmals halbregelmäßige Veränderliche des Typs SRb auf ihre spektralen Eigenschaften untersucht. Zur Untersuchung dienten Spektren, welche 1968 bis 1970 am Coudé-Spektrographen des 2,6 m-Teleskopes des Astrophysikalischen Observatoriums auf der Krim mit einer Dispersion von 12 und 8 Å/mm gewonnen wurden.

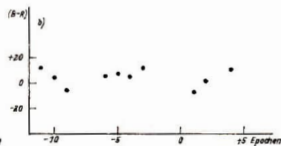
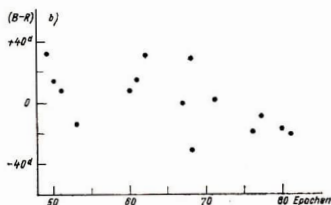
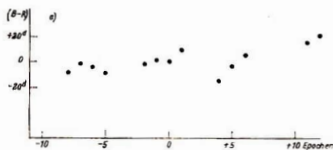
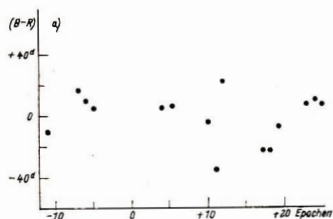
Der Gehalt an Elementen von EU Del ist in Tabelle 2 im Verhältnis zum Gehalt an Elementen in der Atmosphäre der Sonne angeführt.

Abb. 3: a) (B-R)-Diagramm der Jahre 1954 bis 1961 nach $E_{0\max} = 2435.794 + 59.5$.

b) (B-R)-Werte der Jahre 1954–61 nach $E_{0\min} = 2432.426 + 59.5$.

Abb. 4: a) Max. (B-R)-Werte des Zeitraumes 1973–76 mit neuer Nullepoche J.D. (Max) = 2442.339 + E.59.5.

b) Min. (B-R)-Werte des Zeitraumes 1973–76 mit neuer Nullepoche J.D. (Min) = 2442.541 + E.59.5.



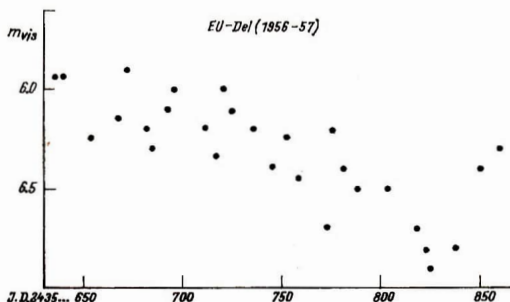


Abb. 5: Ausschnitt aus der Lichtkurve, Zeitraum 1956-57.

Tabelle 2: Relative Elementenhäufigkeit [$-\lg N(M)/N(Fe)$]

Verhältnis	EU Del	Sonne	Verhältnis	EU Del	Sonne
Fe/H	7,5	7,40	Mn/H	2,0	1,98
Ca	1,3	1,07	Co	2,5	2,43
Ti	2,7	2,79	Nd	6,2	5,60
V	3,6	3,16	Eu	4,9	6,70
Cr	1,9	1,75	Gd	7,1	6,30

3. Lichtkurve, Amplitude und Periode

Um die obengenannten Parameter zu ermitteln, wurden 810 Beobachtungen der Jahre 1954-61 und 1973-77 aus folgenden Quellen entnommen und ausgewertet:

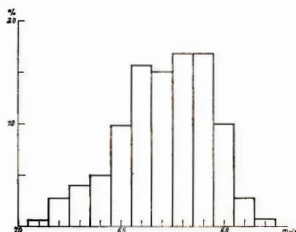
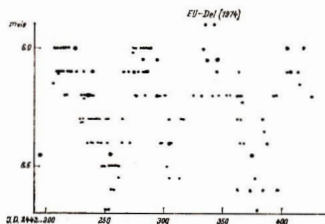
A.F.O.E.V. Bull. 6-10	n = 228
Quarterly Report 21-29, AAVSO	215
NWAVSO, 1976, Great Britain	192
Club Albireo, 1973-76, VR Ungarn	70
D. Böhme, F. Rümmler, Nessa, 1973-77	105

Die gefundenen 28 Maxima und 25 Minima sind in Tabelle 3 zusammengestellt und in (B-R)-Diagrammen (Abb. 3, 4) veranschaulicht. Anhand der Lichtkurve konnte der Typ des Veränderlichen bestätigt werden. In den Jahren 1954 bis 1961 zeigte die Lichtkurve flache Wellen mit einer Amplitude kleiner als 0,5 mag, oder blieb über Monate unregelmäßig (Abb. 5), die (B-R)-Abweichungen erreichten in diesem Zeitraum $\pm 30^d$ (Abb. 3). Ein regelmäßiger Verlauf der Lichtkurve wurde 1973 bis 1975 beobachtet (Abb. 6). Aus Abb. 7 ist die prozentuale Verteilung der Beobachtungen auf die Helligkeit ersichtlich; als mittlere visuelle Helligkeit wurde $\bar{m}_{vjs} = 6^m35$ ermittelt, die beobachteten Grenzen

Abb. 6: Ausschnitt aus der Lichtkurve des Jahres 1974.

Die Punkte sind Mittelwerte aus einzelnen Beobachtungen zu gleicher Zeit. Die größten Punkte sind die sichersten Werte, da sie von mehreren Beobachter gewonnen wurden.

Abb. 7: Prozentuale Verteilung aller Helligkeitsschätzungen.



des Lichtwechsels betragen $5^m8 - 6^m9$ und die Periode von 5945 erbrachte die „kleinsten“ und gleichmäßigsten (*B-R*)-Werte. Die Vergrößerung der Amplitude von 1955 bis 1961 zu 1973 bis 1977 ist in Tabelle 4 aufgeführt.

Für Amateure, die erst mit der Veränderlichenbeobachtung begonnen haben, empfiehlt es sich nicht, diese Art von Sternen zu überwachen. Allgemein müßte eine Beobachtung mit Rotfilter bei Halbregelmäßigen bessere Ergebnisse bringen.

Zum Schluß möchten wir allen danken, die uns bei der Zusammenstellung des Artikels geholfen haben, besonders Dr. Richter, Sonneberg, H. Busch und D. Böhme.

Tabelle 3: Beobachtete Maxima und Minima

$E_0 \max = 2435\ 794 + 59^{\pm}5$		$E_0 \min = 2432\ 426 + 59^{\pm}5$	
Jahre 1954–61	1973–76	1954–61	1973–76
J.D. 2435 130	2441 856	2435 372	2441 889
394	921	415	949
447	979	470	999
503	2 032	654	2 190
6 038	218	6 005	256
098	282	070	308
385	339	147	377
464	408	415	593
531	562	503	663
781	633	559	790
841	702	756	
915	3 011	810	
7 172	075	880	
232		7 202	
288		255	

Tabelle 4

		Beobachtungszeitraum	
		1954–61	1973–77
$\overline{m}_{+12}$	Max.	6 ^m 05	5 ^m 94
$\overline{m}_{+12}$	Min.	6 ^m 48	6 ^m 53

Literatur: [1] M. E. Bojarschuk, Analyse der Atmosphären von halbregelmäßigen Veränderlichen Sternen. In: Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Band LVII, 1977 – [2] Zeitschrift „Albireo“ Ungarn, Terkepek – X, 1977 – [3] Schneller, Geschichte und Literatur der Veränderlichen Sterne, Berlin – [4] Landolt-Börnstein „Zahlenwerte und Funktionen“ Gruppe VI/Bd. I, Mannheim – [5] Hoffmeister, Veränderliche Sterne, Leipzig 1969 – [6] General-Catalogue of Variable Stars, Moskau 1969.

Meteorbeobachtungen im September und Oktober 1979

JÜRGEN RENDTEL

Im Oktober 1979 war die günstige Gelegenheit, die Orioniden ohne Mondstörung zu verfolgen. Das Wetter begünstigte den Zeitraum nach dem Maximum; es kam eine geschlossene Beobachtungsreihe vom 20. bis 28. 10. zustande (Abb. 1). Aus dem Zeitraum Ende September bis Ende Oktober standen schließlich über 500 Meteore für eine weitere Auswertung zur Verfügung. Die Beobachter: I. Eichhorn (Güstrow), W. Hinz (Karl-Marx-Stadt), A. Kaatz, J. Rendtel, T. Töpfer, U. Wellnitz (Potsdam), A. Knöfel (Berlin), P. und S. Stein (Oberweißbach).

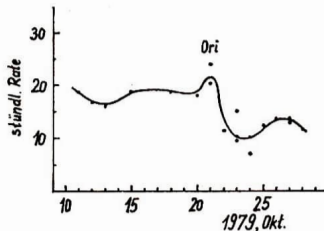


Abb. 1: Meteoritätigkeit ab 11. Oktober 1979 mit dem Maximum der Orioniden (max. Zenitrate: 34 pro Stunde). In der letzten Septemberwoche lag die stündliche Rate zwischen 10 und 20.

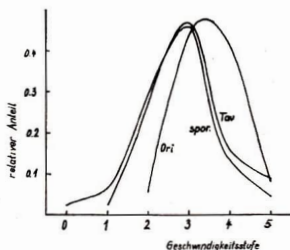
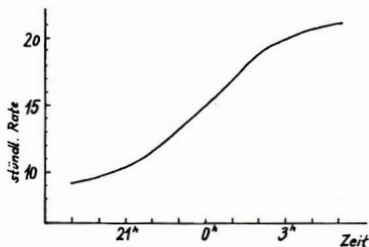


Abb. 2: (links) Die tägliche Variation nach 23 Beobachtungen zwischen dem 6. und 28. 10. 1979. Die Zunahme resultiert hier aus (eigentlicher) täglicher Variation und zunehmender Höhe des Orioniden-Radianten nach Mitternacht.

Abb. 3 (rechts): Beobachtete Geschwindigkeitsverteilung der Orioniden, Tauriden und sporadischer Meteore (24. 9. bis 28. 10., Gruppe Potsdam).

Die Auswertung umfaßte zwei Schwerpunkte: Die Zunahme der Meteorhäufigkeit im Laufe der Nacht (tägliche Variation) und charakteristische Eigenschaften der Orionidenmeteore.

1. Die tägliche Variation

Es ist bekannt, daß die Rate der Meteore in der zweiten Nachthälfte zunimmt. Aus 23 Beobachtungen (vom 6. bis 28. 10. 1979) sollte nun der Betrag dieser Zunahme bestimmt werden. Dazu wurden die stündlichen Raten der einzelnen Beobachtungen gleitend gemittelt (unter Berücksichtigung der Dauer, die als Gewicht einging). Das Ergebnis ist in Abb. 2 dargestellt. Man kann demzufolge mit rechnen, im Oktober gegen 4 Uhr etwa doppelt so viele Meteore (pro Stunde) zu sehen wie gegen 20 Uhr. Diese Zunahme rührt allerdings in dem untersuchten Zeitraum nicht nur von der täglichen Variation her, denn zwischen 22.30 Uhr und 21 Uhr (im Verlaufe des Oktober) geht der Radiant der Orioniden auf. Der Wert der Zunahme trifft demzufolge nur für die ausgewertete Zeit zu, für andere Zeiten muß eine neue Auswertung erfolgen.

2. Die Orioniden

Meteore dieses Stromes wurden ab 17. 10. bis zum Monatsende registriert; das Maximum wurde am 21. 10. erreicht. Zugleich sind immer wieder Tauriden notiert worden, deren Tätigkeit bereits im September begann.

In die Auswertung der Orioniden wurden Beobachtungen von I. Eichhorn, A. Kaatz, J. Rendtel, T. Töpfer und U. Weltweit einbezogen. Aus diesem Material resultieren einige interessante Ergebnisse.

- Die Orioniden sind im Durchschnitt schnelle Meteore. Die mittlere Geschwindigkeitsstufe der Orioniden (Eichhorn 3,66, Gr. Potsdam 3,53) liegt um etwa 0,7 Stufen höher als die der übrigen Meteore (2,88 bzw. 2,84). Aus der Abb. 3 ist deutlich erkennbar, daß sehr langsame Erscheinungen praktisch fehlen. Dagegen unterscheiden sich die Tauriden fast gar nicht von den sporadischen Meteoren.

- Die Orioniden sind im Mittel nur wenig heller als sporadische Meteore (Eichhorn 0*27, Gr. Potsdam 0*24). Das ist dem hohen Anteil der Helligkeiten 0* bis +2* zuzuschreiben. Noch hellere Erscheinungen sind selten (nur 3 von 104).

- Über zwei Drittel der Farbangaben lautet „weiß“, rund ein Viertel sind „gelblich“ während andere Farben kaum auftreten. Nachleuchterscheinungen (Schweife) sind bei weniger als 35 Prozent aller Orioniden bemerkt worden. Die Orioniden unterscheiden sich deutlich sowohl von den sporadischen Meteoren als auch von anderen Strömen (vgl. Heft 3/1980 von Astronomie und Raumfahrt). Eine genauere Beobachtung weiterer Ströme wird zu sehr interessanten Vergleichen beitragen. Und schließlich steht dann noch die Frage nach dem Warum.

Programmierbare Taschenrechner

Notizen über eine Beratung mit Mitgliedern des AKV

In der A. Diesterweg-Volksternwarte Radebeul trafen sich am 5. Juli 1980 AKV-Mitglieder zu einer Beratung über Fragen des Einsatzes programmierbarer Taschenrechner in unserer Arbeit. Organisatorische und inhaltliche Fragen standen im Mittelpunkt. 6 AKV-Mitglieder und 2 Gäste von der Sternwarte Radebeul nahmen an der Beratung teil, die effektiv, konkret und zukunftsweisend war.

Es wurde beschlossen, eine Programmierbibliothek aufzubauen und das AKV-Mitglied, Herrn Prof. H. Claussnitzer, Dresden, als Verantwortlichen einzusetzen. Er wird zunächst die vorhandenen Programme sammeln, um einen Überblick zu schaffen, welche Programme zu entwickeln sind. Sie sollen in einer zweckmäßigen Form entstehen und allen AKV-Mitgliedern zu befristeter Ausleihe zur Verfügung stehen. Neben spezifischen Programmen zur Auswertung von Veränderlichenbeobachtungen (Ephemeridenrechnung, Phasenrechnen, B-R-Berechnung usw.) werden auch Programme zu allgemeinen astronomischen und mathematischen Problemen aufgenommen (Koordinatentransformation, Präzessionsrechnung, statistische Aufgaben usw.). Die Mitglieder des AKV werden über unser „Informationsblatt“ in Kenntnis gesetzt, welche Programme im Angebot sind.

Die Beratung endete mit der Vorführung eines kleinen Dokumentarfilms durch den Leiter der Sternwarte, OL R. Kollari, dem alle Teilnehmer für die gewährte Gastfreundschaft dankten. Dank gebührt auch allen Teilnehmern für ihre aktive und schöpferische Mitarbeit.

HELMUT BUSCH
Leiter des AKV

Kurzberichte

XXI. Bezirkstagung in Sohland/Spree

Etwa einhundert Amateurastronomen aus dem Bezirk Dresden, wozu sich noch Freunde aus den Nachbarbezirken Cottbus, Leipzig und Karl-Marx-Stadt gesellten, trafen sich am 19./20. April im gastfreundlichen Sohland/Spree. Als spezielles Thema stand „Die Sonne“ auf der Tagesordnung.

Herr Dr. Pflug (Institut für Solar-terrestrische Physik/Einsturmturm Potsdam) referierte über „Aktuelle Methoden zur Beobachtung der Sonnenaktivität“. Er stellte überzeugend dar, welche umfangreiche Maßnahmen eingeleitet werden müssen, ehe die Forschung zu exakten Aussagen gelangt. Dabei kommt der internationalen Koordinierung der Beobachtungsergebnisse besondere Bedeutung zu. Bfr. Grünberg (Radebeul) führte aus, welche Aufgaben und Ziele sich die Arbeitsgruppe Sonne des ZFA Astronomie demgegenüber stellt. Mit Fadenkreuz, Stoppuhr und Rechenstift wies Bfr. Blasberg (Dresden) nach, wie er die exakte Position von Sonnenflecken bestimmt. Als versierter Zeichner stellte sich Bfr. Seliger (Dresden) vor. Bei voller Wahrung der Wissenschaftlichkeit besitzen seine Darstellungen Anspruch auf künstlerische Perfektion. Bfr. Schöbel (Hirschfelde) demonstrierte, wie er mittels Filter verschiedenster Art UV- und Streulichtbeobachtungen an der Sonne durchführt. Den Höhepunkt der Einzelvorträge der Amateurastronomen des Bezirkes Dresden bildete zweifellos der Beitrag von Bfr. Scholz (Zittau), indem er sein Protuberanzfernrohr vorstellte. Bei den ausgezeichneten fachlichen Ausführungen, die dem Zuhörer zur Nachahmung veranlassen werden, spürte man das persönliche Engagement dieses bewährten Amateurastronomen.

Allgemeine Anerkennung fanden in einer kleinen Ausstellung die Arbeitsergebnisse von Achim Grünberg (Volksternwarte Radebeul), wo die Sonne regelmäßig fotografiert wird, die Fleckenpositionen vermessen und berechnet werden. In Detailaufnahmen am 150/2250-Coudé-Refraktor auf den Ebenbergen konnte die Feinstruktur der Sonne anhand der Granulation und der Magnetfelder nachgewiesen werden. Mittels eines Spektroheliopskops entsteht hier ein Sonnenspektrum von sechs Meter Länge bei einer Auflösung von 0,3 Angström. Hervorragend waren auch die Astrofotos von Bfr. Kitta (Zittau), angefertigt mit dem dortigen 40-cm-Spiegel. Mit über 250 Planeten-Zeichnungen konnte der 18jährige Sternfreund Mettig (Radebeul) aufwarten. Besonderes Lob gilt auch dem Lichtbildvortrag von Bfr. H.-J. Schulz (Dresden), der über neueste Forschungsergebnisse der Raumsonden am Planeten Jupiter berichtete.

Mit den besten Eindrücken verabschiedeten sich die Tagungsteilnehmer vom gastgebenden Sternwartenleiter Wolfgang Knobel, der durch die gesamte Sohlander Kulturbundortgruppe vorbildlich unterstützt wurde. Zurückgeblieben ist außer diversen Gastgeschenken eine schicke dreiteilige Sonnenuhr, angebracht am Kuppelturm der Sternwarte. Sie wurde von Herrn Honke (Dresden) berechnet, entworfen und farbfroh in Leichtmetall ausgeführt von Herrn Hölzel (Taubenheim).

Der uneingeschränkte Respekt gegenüber fachastronomischen Erkenntnissen und die tiefempfundene Freude an den Ergebnissen unserer amateurastronomischen Tätigkeit bildeten eine Einheit. Der Verlauf der Tagung, die von Bfr. Eschke (KB-Bezirksleitung Dresden) und Bfr. Blasberg (BFA-Vorsitzender) bestens vorbereitet war, berechtigt zur Hoffnung, daß der bisher eingeschlagene Weg konsequent fortgesetzt wird.

Das XXII. Bezirkstreffen findet 1981 in Radebeul statt. Termin und Thematik werden rechtzeitig bekanntgegeben.

Aus dem Jahresbericht der Arbeitsgruppe „Sonne“ für 1979

Wie bereits für 1978 veröffentlichte die Arbeitsgruppe „Sonne“ im ZFA Astronomie in den „Mitteilungsblättern der Pionier- und Jugendsternwarte Johannes Kepler, Crimmitschau“ (Nr. 11/1980) ihren Bericht über die geleistete Arbeit im Kalenderjahr 1979.

Dieser Bericht ist in vier Teile gegliedert. Teil I berichtet über die Entwicklung der Arbeitsgruppe; der Teil II enthält die Auswertung der Relativzahl-Bestimmungen während der Teil III die ersten Ergebnisse der Positionsbestimmungen an Fleckengruppen enthält. Im letzten Teil werden Schlußfolgerungen und Aufgaben für die weitere Arbeit genannt. Im beigegebenen Anhang ist u. a. eine Karte über die Verteilung der Sonnenbeobachter auf dem Gebiet der DDR sehr aufschlußreich.

Im Teil I wird hervorgehoben, daß 42 Beobachter ihre Ergebnisse zur Verfügung stellten, unter denen sich auch Beobachter aus den Volksrepubliken Ungarn (3) und Polen (1) befinden. Das Einzugsgebiet wird somit begrenzt im Norden durch die Linie Wittenberge – Berlin – Frankfurt (Oder);

- Süden durch die Stadt Dunaujváros;
- Westen durch die Linie Wittenberge – Erfurt – Friedrichroda;
- Osten durch die Linie Frankfurt (Oder) – Cottbus – Kattowice.

Von 14 Beobachtern liegen geschlossene Reihen über das ganze Jahr vor. Als Arbeitsgebiete der Mitglieder der Gruppe werden genannt die Relativzahlermittlung, die Positionsbestimmung (visuell, in Projekten und fotografisch), hochauflösende Sonnenfotografie und Spektroskopie. Der Senior der Beobachter (Dr. P. Ahnert) ist mit 83 Jahren noch ebenso aktiv wie die zahlreichen jungen Beobachter, von denen der jüngste erst 15 Jahre zählt. Insgesamt wurden 3346 Einzelbeobachtungen von 355 Tagen eingesandt. Das ist eine Zunahme an Einzelbeobachtungen gegenüber 1978 um 46,9% und die Arbeitsgruppe belegt mit ihren Beobachtungen 97,3% des Jahres (Zunahme gegenüber 1978 um 4,1%). An den Positionsbeobachtungen beteiligten sich sieben Beobachter, die 569 Fleckengruppen (davon 224 bipolare) mit 2958 Einzelmessungen erfaßten.

Aus den ermittelten Relativzahlen geht eindeutig hervor, daß der November 1979 mit hoher Wahrscheinlichkeit das Maximum der solaren Fleckentätigkeit des gegenwärtigen 21. Zyklus brachte.

Die Positionsbestimmungen ließen den Nachweis der Zonenwanderung der Fleckengruppen zu. Die Eigenbewegungen innerhalb der Gruppen und das Wiederkehren diverser Gruppen wurden katalogisiert.

Über die monatlichen Ergebnisse der täglichen Relativzahlen informiert ein monatlich erscheinendes Mitteilungsblatt, das alle beobachteten Werte in einer Übersicht jedes Beobachters enthält. Ein gleiches Mitteilungsblatt wird an jedes Arbeitsgruppenmitglied nach Abschluß einer Sonnenrotation versandt, aus dem die mittleren Positionen der vermessenen Gruppen hervorgehen. Dazu wird eine Karte in Zylinderprojektion von +40° bis -40° heliographische Breite mit versickt.

Für das Jahr 1980 hat die Arbeitsgruppe sich zum Ziel gestellt, ihre bisherigen Ergebnisse auf die Züricher Reihe zu reduzieren, um eine eigene tägliche Relativzahl bilden und veröffentlichen zu können.

RÜDIGER KOLLAR

H. ALBERT

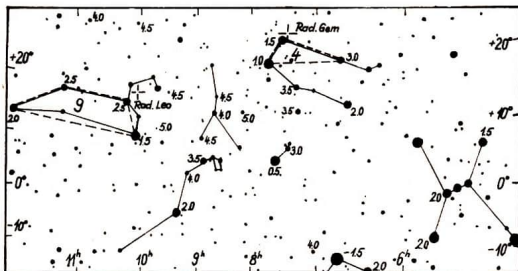


Abb. 1

Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (V)

Meteorbeobachtungen im November und Dezember

Im November liegen die Maxima zweier Meteorströme, die für die Entwicklung der Meteorastronomie von großer Bedeutung waren. Die Andromediden gingen aus dem beobachteten Zerfall des Kometen Biela hervor und riefen insbesondere 1885 einen starken Sternschnuppenregen hervor. Gegenwärtig tritt dieser Strom jedoch praktisch nicht in Erscheinung. Ein deutlicher Hinweis für die astronomische Natur der Meteore (Schiaparelli 1866) war die 33-jährige Periode der Leonidenhäufigkeit. Nach ihrem letzten starken Auftreten 1965 und 1966 (100 000 pro Stunde) werden sie erst zum Ende des Jahrhunderts wieder eine hohe Aktivität verursachen können. Dazwischen liegt die zu erwartende Rate unter 10 pro Stunde. Der Radiant liegt bei $\alpha = 152^\circ$, $\delta = +22^\circ$ (Abb. 1), das Maximum wird am 17. 11. erreicht.

Ein Strom, der sogar die Perseiden in der stündlichen Rate (bis 100) übertrifft, kann im Dezember beobachtet werden: die Geminiden. Ihr spitzes Maximum wird am 13./14. Dezember erreicht; Meteore des Stromes treten vom 8. bis zum 16. des Monats auf. Der Radiant befindet sich nahe Castor ($\alpha = 112^\circ$, $\delta = +33^\circ$) und tritt durch die hohe Rate zum Maximum deutlich in Erscheinung. Der Ursprung des in der Ebene der Ekliptik liegenden Stromes ist noch nicht bekannt. Viele Geminidenmeteore leuchten weiß, jedoch sind selbst bei sehr hellen Meteoren kaum Nachleuchterscheinungen (Schwefle) zu bemerken. Durch die lange Dauer der Nächte sind hier viele Beobachtungsprogramme (Stromuntersuchungen, tägliche Variation, fotografische Experimente) zu verwirklichen; leider ist die Wetterlage im entscheidenden Zeitraum oft ungünstig.

Wenig Beobachtungsmaterial liegt von den Ursiden (Radiant $\alpha = 217^\circ$, $\delta = +76^\circ$, Abb. 2, U) vor, die ihr Maximum am 22. Dezember erreichen. Die Raten sind hier sehr unterschiedlich: Es wurden bereits über 100 pro Stunde registriert, oft allerdings sind es weniger als 10 pro Stunde. Meteore dieses Stromes können vom 10. bis 24. 12. gesehen werden. Die Ursiden stehen mit dem Komet Tuttle (1899) in Zusammenhang, der eine Umlaufzeit von 13,6 Jahren hat. Beobachtungen der Ursiden sind von großem Interesse, da über die Aktivität und Dauer nur wenige Angaben vorliegen.

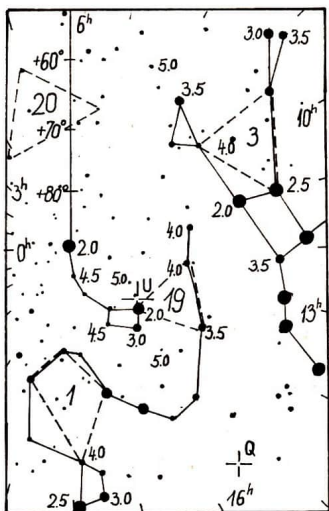
Bereits unmittelbar nach dem Jahreswechsel ist erneut ein sehr markanter Strom zu beobachten. Mit 60–80 Meteoren pro Stunde erreichen die Quadrantiden am 3. Januar ihren Höhepunkt. Der Radiant ($\alpha = 230^\circ$, $\delta = +48^\circ$, Abb. 2, Q) befindet sich im ehemaligen Sternbild Mauerquadrant, das im Gebiet der heutigen Sternbilder Hercules, Bootes und Draco lag. Für die Beobachtung dieses sehr interessanten

Stromes sollte bevorzugt die zweite Nachthälfte genutzt werden.

Die Sichtbarkeit der Quadrantiden auf der Erde ist nach neueren Arbeiten durch Störungen der äußeren Planeten – insbesondere Jupiter – zeitlich begrenzt. Schon in relativ kurzer Zeit wird die Erde die Meteoroidenwolke der Quadrantiden nicht mehr durchqueren.

JÜRGEN RENDTEL

Abb. 2



Aus der Literatur

Supernova 1973 f

Die Supernova 1973 f in der Galaxie NGC 4944 wurde am 31. März 1973 von Kohoutek entdeckt. Aus Aufnahmen mit der Hamburger Schmidt-Kamera und mit dem „Big Schmidt“ leiteten Kohoutek und Kowal die Lichtkurve in B und V ab. Daraus folgt, daß die Supernova am 11. April 1973 ihr Maximum hatte mit $m_B = m_V = 16,2$ mag. Mit der Annahme einer galaktischen Extinktion von 0,19 mag. in B und einer Hubble-Konstanten von 100 km/s Mpc ergibt sich $M_B = M_V = -18,2$ mag. Nach der Lichtkurve muß die Supernova 1973 f als Typ I charakterisiert werden. Allerdings war ihre Helligkeitsabnahme langsamer als es typisch für Typ-I-Supernovae ist. Sie hatte nach 16 Tagen 1 mag., nach 36 Tagen erst 2 mag. und nach 85 Tagen um 3 mag. abgenommen.

Literatur: Publication of the Astronomical Society of Pacific Vol. 90. S. 557, Nov. 1978. 8-11

Der Doppelquasar Q 0957 + 561

Von einigen Astronomen wurden quasistellare Objekte (QSO) als durch Gravitationslinsen deformierte Bilder geeigneter astronomischer Objekte interpretiert. Unter einer Gravitationslinse versteht man hierbei das Gravitationsfeld eines zwischen Beobachter und dem Objekt liegenden massiven Körpers, welcher eine Galaxie oder ein schwarzes Loch sein kann. Nach dieser Gravitationslinsenhypothese erfährt das Licht des als Quasar interpretierten Objektes im Gravitationsfeld des in der Sichtlinie liegenden massiven Körpers eine Ablenkung, die von dessen Massenverteilung bestimmt wird.

Ein interessantes Resultat ergab die Anwendung dieser Hypothese durch Mitarbeiter des Hale Observatory auf den Doppelquasar Q 0957 + 561 im Sternbild Ursa Major. Dieser Doppelquasar zeichnet sich dadurch aus, daß beide Komponenten eine nahezu identische Rotverschiebung von $z = 1,4054$ bzw. 1,4047 haben. Da es sehr unwahrscheinlich ist, daß zwei unabhängige Quasare die gleiche Rotverschiebung besitzen, wird für beide Quasarkomponenten eine identische Entwicklungsgeschichte und damit auch physikalische Ähnlichkeit angenommen. Nach Ansicht der Wissenschaftler des Hale Observatory kann man diesen Doppelquasar aber auch so interpretieren, daß das Licht eines Quasars durch die gravitative Wirkung einer in der Sichtlinie liegenden Galaxie so aufgespalten wird, daß dem Beobachter zwei Quasare erscheinen. Sie stellten Modellrechnungen an, um das „Bild“ dieses Doppelquasars zu berechnen. Das dabei wirkende Gravitationsfeld schreiben sie einer Galaxie zu, die das hellste Objekt eines reichen Galaxienhaufens ist, der mittels hochempfindlicher Halbleiterdetektoren am 5 Meter Teleskop im roten Spektralbereich entdeckt werden konnte. Die Helligkeit dieser Galaxie beträgt 18,5 Größenklassen und sie befindet sich 0,75 Bogensekunden nördlich der südlichen Komponente des Doppelquasars. Modellrechnungen, in denen als gravitativ wirkende Körper sowohl die erwähnte Galaxie als auch der Galaxienhaufen angenommen wurden, führten zu der Voraussage, daß die südliche Komponente selbst ein Doppelsystem mit einem Winkelabstand von 0,2 Bogensekunden und einem Helligkeitsverhältnis von etwa 1:0,6 ist. Solch kleine Winkelabstände können aber bei Objekten geringer Helligkeit wie der des Doppelquasars bisher im sichtbaren Spektralbereich nicht aufgelöst werden. Deshalb steht der Nachweis für die Gültigkeit der bei diesem Objekt in Betracht gezogenen Gravitationslinsenhypothese noch aus. Zur weiteren Klärung laufen zur Zeit Beobachtungen hoher Winkelauflösung im Radiowellenbereich, so daß in nächster Zeit interessante Ergebnisse zu erwarten sind.

Lit.: IAU-Circular, Nr. 3431

m-w

Circinus X 1 – ein Schwarzes Loch?

An der Röntgenquelle Cir X 1 wurden bei Flugzeugbeobachtungen Röntgenimpulse von wenigen Millisekunden Dauer im Bereich 1–8 keV gefunden. Diese Pulse traten während eines 50 ms langen Ausbruchs auf und dauerten weniger als 10 ms. Bei den stärksten Pulsen war im Bereich von 1 ms eine Struktur zu erkennen. Unter den etwa 40 bekannten hellen Röntgenquellen wurden solche Kurzzeitimpulse bisher nur bei einer gefunden – Cyg X 1.

Optische und Röntgenbeobachtungen ergaben viele Anzeichen dafür, daß Cyg X 1 ein Doppelstern ist, bei dessen einer Komponente es sich um ein Schwarzes Loch handelt, um das sich Materie in Form einer Scheibe heißen Gases sammelt. Nach theoretischen Rechnungen liegen die Zeitskalen für Instabilitäten in der Nähe der innersten stabilen Bahn um ein Schwarzes Loch bei etwa 1 ms. Zumindest muß das Objekt einen Radius unter 100 km haben. Auch andere Eigenschaften von Cir X 1 entsprechen denen von Cyg X 1:

- Auch bei Cir X 1 wurde eine Modulation des Röntgenflusses mit einer Dauer von mehreren Tagen gefunden.
 - Beide Objekte haben unregelmäßige Intensitätsvariationen im Zeitraum von einer Sekunde und darunter.
 - Auch bei Cir X 1 treten die Millisekundenpulse nur während sehr kurzer, sporadischer Ausbrüche auf.
- Die Beobachtungen legen nahe, daß es sich auch bei Circinus X 1 um ein Schwarzes Loch handelt.

Maya-Bewässerungsnetz entdeckt

Mit einer Synthetic Aperture Radar-Anlage, die für Raumflugkörper entwickelt wurde, ließen sich im Küstengebiet von Guatemala auf den Radarbildern, die mit Flugzeugen gewonnen worden waren, ein Netz von Bewässerungskanälen entdecken. Luftbildaufnahmen dieser Gegend existieren nicht, da dieses Gebiet ständig von Wolken bedeckt ist. Dieses Bewässerungsnetz ist wahrscheinlich in der Zeit zwischen 250 vor und 900 nach Beginn unserer Zeitrechnung von den Mayas gebaut worden.

Lit.: NASA-News, Nr. 76–80

Hatte die Erde ein Ringsystem?

Dr. John A. O'Keefe vom Goddard Laboratorium für Astronomie und Sonnenphysik veröffentlichte kürzlich eine Hypothese, nach der die Erde vor rund 34 Millionen Jahren wie Saturn, Jupiter und Uranus von einem Ring umgeben gewesen sei. Diese Teilchen sollen aus Tekkitten bestanden haben, die bei Eruptionen auf dem Mond abgeschleudert worden sind. Sie haben gleichartige chemische Zusammensetzungen wie einige der in der Erdatmosphäre, einige erreichten die Erde entlang eines Streifens vom östlichen Teil der USA westwärts über den Pazifik bis zu den Philippinen hin und wurden hier gefunden. Diejenigen, die die Erde verfehlten, haben sich in einem Ring um die Erde vereinigt bzw. gelangten in den interplanetaren Raum. Dieser ehemalige Ring der Erde soll im Winter der Sonnenstrahlung so stark abgeschwächt haben, daß auf der Nordhalbkugel die mittleren Wintertemperaturen um etwa 20 Grad abgesunken sind. Im Verlauf von Jahrmillionen hat sich dieser Erdring langsam aufgelöst, hervorgerufen durch den Strahlungsdruck der Sonne und durch den Widerstand der oberen Atmosphäre, so daß sie entweder in der Atmosphäre verglüht, auf die Erde herunterfielen oder in den interplanetaren Raum gelangten.

Lit.: NASA-News, Nr. 80–86

Solar-Maximum-Mission

Am 14. Februar 1980 starteten die USA mit einer zweistufigen Delta 3910 den Sonnenbeobachtungssatelliten SMM-1 (Abk. von Solar-Maximum-Mission, deutsch: Sonnenmaximum-Mission) von Cape Canaveral. Er erreichte eine Flughöhe zwischen 566 und 596 km Höhe mit einer Umlaufzeit von 95,86 min und einer Bahnneigung von 28,51 Grad. Seine Startmasse machte 2315 kg aus. Der kastenförmige Hauptkörper ist vier Meter lang und hat einen maximalen Durchmesser von 2,3 Metern. Seitlich sind zwei je dreieckige Flächen mit Solarzellen angebracht. Sieben wissenschaftliche Instrumente sind in ihm untergebracht: ein Gammastrahlungsspektrometer, ein Spektrometer für Strahlungsausbrüche der harten Röntgenstrahlung, ein Spektrometer für Röntgenstrahlungsbilder, ein UV-Spektro- und Polarimeter, ein Röntgenstrahlungs-Polychromator (Messung von Röntgenstrahlungsemission im Bereich zwischen 1,4 bis 22,4 Angström), ein Koronograph-Polarimeter und ein Radiometer für die solare Infrarotstrahlung.

Lit.: NASA-News, Nr. 16-80

Die Durchmesser der Jupitermonde

Bei der Auswertung der von den Voyager-Sonden erhaltenen Bilder ließen sich die Durchmesserwerte der großen Monde Jupiters präzisieren. Nach den neuesten Informationen wurden folgende Werte bekanntgegeben:

Jo	= 3623 km $\pm$ 10 km
Europa	= 3162 km $\pm$ 20 km
Ganymed	= 5276 km $\pm$ 20 km
Kallisto	= 4820 km $\pm$ 20 km

Für die Gewinnung dieser Werte wurden bei den einzelnen Jupitermonden die folgende Anzahl von Aufnahmen ausgewertet: Jo - 157, Europa - 46, Ganymed - 71 und Kallisto - 95. Die größte Annäherung beider Sonden an die Monde betrugen:

Mond	Voyager 1	Voyager 2
Jo	20 570 km	1 129 900 km
Europa	733 760 km	205 720 km
Ganymed	144 710 km	62 130 km
Kallisto	126 400 km	214 030 km

Vom Jupiter und seinen Monden sind durch beide Sonden 33 000 Bilder gemacht und übertragen worden. Es ist vorgesehen, Kartenwerke über die Oberflächen der Jupitermonde herzustellen.

Lit.: NASA-News, Nr. 45-80

Saturn-Rotationszeit länger?

Radioisignale, die von der Sonde Voyager 1 in 380 Millionen und von Voyager 2 in 554 Millionen km Abstand von Saturn aufgenommen wurden, deuten darauf hin, daß die Rotationszeit dieses Planeten länger ist, als bisher angenommen worden war. Durch Eliminierung der von der Sonne, dem Jupiter und anderen Quellen kommenden Radiostrahlung, berechneten Wissenschaftler des Goddard Space Flight Center der NASA aus der Radiostrahlung des Saturn, daß seine Rotationszeit 10 Stunden, 39,9 Minuten beträgt, also rund 24 Minuten länger ist, als bisher angenommen wurde. Die Radiostrahlungsquelle liegt allerdings in der Nähe des Nordpols dieses Planeten und befindet sich wahrscheinlich im rotierenden Magnetfeld des Planeten. Da in der Wolkenoberfläche keine fest definierten Objekte von der Erde aus auszumachen sind, ist es schwierig, die Rotationszeit exakt zu bestimmen, abgesehen davon, daß die Rotation der Wolkenoberfläche auch noch breitenabhängig sein kann.

Lit.: NASA-News, Nr. 70-82

West-Europäer

starteten meteorologischen Satelliten

Am 23. November 1977 wurde mit einer amerikanischen Trägerrakete der erste meteorologische Satellit der (west-) europäischen Raumfahrtbehörde ESA gestartet. Seit 9. Dezember 1977 übermittle Meteosat aus 36000 km Höhe regelmäßige Bilder der Erde im sichtbaren und infraroten Spektralbereich aus der geostationären Umlaufbahn, d. h. seine Umlaufzeit beträgt genau 24 h. Er bleibt gewissermaßen über einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche stehen, in diesem Falle über dem Schnittpunkt des Null-Meridians mit dem Ärdäquator (Golf von Guinea), von wo aus er einen weiten Blick über den halben Globus mit den westeuropäischen Staaten im Norden hat.

Zentrale Nutzlast von Meteosat ist ein großes Radiometer mit einem Spiegelteleskop von 40 cm Durchmesser, das die Erdoberfläche wie eine Fernsehkamera streifenförmig abtastet. Ein fertiges Wetterbild besteht aus 5000 Zeilen mit etwa ebenso vielen Bildpunkten. Das kleinste auf diesen Erdbildern erkennbare Detail hat einen Durchmesser von etwa 2 km. Die Infrarotaufnahmen erfassen Temperaturen der Land-, Wasser- und Wolkenmassen mit einer Genauigkeit von $\pm 1^\circ\text{C}$. Aus diesen Wärmekarten läßt sich auch die wichtige Wolkenhöhe ablesen. Die Meteosat-Bilder werden in der Bodenstation in einen Computer zur genaueren Analyse eingespeist und aufbereitet wieder an den Satelliten zurückgefunkt. Dort werden die Signale verstärkt und an Wetterämter im gesamten Sichtbereich weitergeleitet. Eine weitere wichtige Aufgabe von Meteosat ist der Funkkontakt mit etwa 1000 europäischen Meßstellen, die das lokale Wettergeschehen, Wassertemperaturen, Luftverschmutzungen u. a. registrieren. Diese Stationen werden von Meteosat mehrmals täglich abgefragt. Die Meteorologen erwarten, daß mit den Tag und Nacht aufgenommenen Meteosat-Bildern die Wettervorhersage für unser Gebiet wesentlich zuverlässiger wird.

Space Shuttle noch teurer

Die Produktionskosten des amerikanischen Space Shuttle sind inzwischen auf 1,04 Milliarden Dollar angestiegen. Damit haben sich die vorgesehenen Kosten um 683 Millionen Dollar erhöht. Für das kommende Finanzjahr sind vorläufig weitere 250 Millionen Dollar von der NASA beantragt worden. Die Kosten für Testflugoperationen des Raumgleiters haben sich inzwischen verdoppelt, von 446,6 auf 899,5 Millionen Dollar. Für die als vorläufigen Ersatz vorgesehenen Delta-Raketen mußten zusätzlich 557 Millionen Dollar von der NASA aufgebracht werden. Mit dem ersten Einsatzstart des Raumgleiters Space Shuttle wird erst im Jahre 1982 gerechnet (Stand Mitte 1980).

Lit.: Aviation Week and Space Technology, Vol. 112, Nr. 9 vom 3. 3. 1980.

n-m

Neues Molekül entdeckt

Die Radioastronomen B. L. Ulrich, J. M. Hollis und E. Snyder vom NRAO (National Radio Astronomy Observatory - USA) haben in der ergiebigen Molekülwolke Sagittarius B 2 nahe dem galaktischen Zentrum das Molekül HNO (Nitroxyl) entdeckt. Die Entdeckung ist deshalb bedeutsam, weil damit die schon lange gesuchte Doppelbindung N=O im interstellaren Medium erstmals nachgewiesen werden konnte. Das scheinbare Fehlen der N=O-Bindung hatte bereits zu der Vermutung geführt, Stickstoff sei in Molekülwolken unterhänfig. Die neuen Beobachtungen legen jedoch für Stickstoff eine ähnliche Häufigkeit nahe wie für Kohlenstoff. Die dem HNO-Molekül zugeschriebene Linie liegt bei $\lambda = 3,7$ mm (81,48 GHz). Die Beobachter konnten auch den Nachweis der Moleküle H₂CO (Keten), CH₃COCH₃ (Dimethyläther) und HC₂N (Cyanoazetylen) bestätigen.

sch

Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“

28 Mitglieder waren zur Zusammenkunft des AKV am 17. Mai 1980 in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha erschienen. Hauptthema war die Auswertung der Beobachtungstätigkeit des Jahres 1979. Dabei wurde den halb- und unperiodischen Veränderlichen besondere Beachtung geschenkt, da sich einiges Material angehäuft hat, das einer Auswertung bedarf. Sämtliche Beobachtungen sind zahlenmäßig in Kartellen gesammelt. Auf einige interessante Veränderliche wurden die AKV-Mitglieder besonders hingewiesen, so auf Eta Geminorum, γ Herkulis, V 393 Cyg, BB Mon, DI Her. Es wurde vorgeschlagen, eigene Umgebungsarten zu entwickeln. Für die Zusammenarbeit mit ausländischen Gruppen sollen geeignete Schritte eingeleitet werden. Das AuR-Heft 2/80 fand große Resonanz, die sich auch in einer steigenden Mitgliederzahl ausdrückt.

Die Ergebnisse der 7. Auswertung: 14 880 Einzelbeobachtungen von 27 Mitgliedern des AKV. 302 Maxima bzw. Minima wurden gemeldet. 162 davon wurden visuell aus 10 893 Beobachtungen erhalten. Die Zentrale dankt für die fleißige Arbeit.

HELMUT BUSCH

Leiter des Arbeitskreises

Buchbesprechungen

Raketen – Satelliten – Raumstationen

In diesem Buch wird die Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt, ausgehend von den Pionieren (wie K. E. Ziolkowski) bis zur heute noch in Betrieb befindlichen Raumstation Salut 6 in detaillierter Form populärwissenschaftlich beschrieben. Das erste Kapitel beinhaltet die Entwicklung der sowjetischen Raketentechnik bis zum Start des ersten Sputniks. Übersicht und streng chronologisch abgefaßt, erhält der Leser einen Überblick. Hervorzuheben ist dabei, daß die einzelnen Arbeitsgruppen und ihre speziellen Aufgabenstellungen sowie ihre Ergebnisse in knapper aber prägnanter Art vorgestellt werden. In folgenden Kapiteln wird der Beginn der Raumfahrt-Aera (Einsatz und Ergebnisse der ersten drei Sputniks) dargestellt.

Daran schließt sich die Beschreibung des wissenschaftlichen Programms der Kosmos-Serie an. Naturgemäß mußte dieses Kapitel relativ umfangreich werden, denn die Aufgabenstellungen der Satelliten dieser Serie sind vielfältiger Natur. Die verschiedenen Typen und deren Modifikationen werden beschrieben. Eine strenge Gliederung ist bei der Schilderung der verschiedenen wissenschaftlichen Aufgabenstellungen eingehalten worden. Für jede dieser verschiedenen Gruppen werden einzelne Kosmos-Satelliten als Beispiele genannt. Dadurch erfährt der Leser, z. T. erstmalig in der populärwissenschaftlichen Literatur, welche Aufgaben einzelne Kosmosatelliten hatten. Rund 50 Kosmos-Raumflugkörper werden in diesem Zusammenhang genannt.

Es schließen sich in dem Kapitel, überschrieben mit „Künstliche Erdsatelliten im Dienste von Wissenschaft und Volkswirtschaft“, Beschreibungen über spezielle Satelliten an, die aus der Kosmos-Serie hervorgegangen sind. Das sind die Typen Proton, Elektron, Prognos, Aureole, Molnija 1 bis 3, Meteor 1 und 2 sowie Navigationssatelliten. Anschließend werden Raumsonden behandelt, die der Erforschung des Mondes, der Venus und des Mars dienen. Was den Mond betrifft, so werden alle Mondflugunternehmen von Luna 1 bis Luna 24 mehr oder weniger ausführlich geschildert und die wesentlichsten Forschungsergebnisse mitgeteilt. Es folgen Darlegungen über die zum größten Teil für die Mondforschung eingesetzten Raumflugkörper vom Typ Sonda. Ausführlich werden sodann alle sowjetischen Venus-Unternehmen und ihre Ergebnisse behandelt, wobei naturgemäß die von Venus 11 und 12 (wegen des Redaktionschlusses vom 1. 12. 1978) noch fehlen. Dann folgen Beschreibungen der Flüge von Mars 1 bis Mars 7. Auf einen Druckfehler sei hier hingewiesen (Seite 128): Die Schwerkraft auf der Marsoberfläche beträgt nicht 0,83 sondern 0,38 der irdischen Schwerkraft.

Das Kapitel „Raumschiffe und Raumstationen“ beginnt mit der Vorbereitung des Menschen auf den Raumflug, behandelt den ersten Menschenflug (Juri Gagarin), den Flug der ersten Frau (Valentina Terechkowa) und beschreibt weiter in chronologischer Reihenfolge die einzelnen Flüge bis zum Gruppenflug der Raumschiffe Sojus 6, 7 und 8. In dem folgenden Kapitel wird über den Einsatz der Raumstationen Salut 1 bis 4 berichtet.

Ausführlich lernen wir dann das Unternehmen Sojus/Apollo kennen, dem sich Ausführungen über Salut 5 und der Erdumrundung aus dem Weltraum mit der MKF-6 in Sojus 22 anschließen.

Berichtet wird weiter über alle Unternehmen (bis Redaktionsschluß) mit Salut 6, der Raumstation der zweiten Generation, und es folgt ein weiteres Kapitel über die Raumtransporter Progress.

Sehr zu begrüßen sind die folgenden Ausführungen über die Zusammenarbeit der Sowjetunion mit den Ländern des sozialistischen Lagers und Indien, Schweden, den USA und Frankreich.

Ausführlich wird dann der Beitrag der DDR am Interkosmosprogramm und der Raumflug unseres Kosmonauten, Oberst Sigmund Jähn, behandelt. Den Abschluß bildet eine Übersicht über alle Raumflugunternehmen der Sowjetunion, an denen die DDR beteiligt war.

Die 240 Bilder sind auf eingetragene Bildtafeln wiedergegeben und zum größten Teil farbig und von guter und sehr guter Qualität. Bedauerlich ist nur, daß bei einer Reihe von Farbbildern, vor allem von denen, die einzelne Raumflugkörper aufstellen, mitunter braune, rote und blaue Farbstriche auftreten.

Insgesamt gesehen ein hervorragendes, jedem zu empfehlendes Werk, welches einen Gesamtüberblick über die sowjetische Raumfahrt gibt, das seinesgleichen nicht auf unserem Büchermarkt hat. Besonders zu erwähnen ist der einheitliche Stil und das einheitliche Niveau trotz verschiedener Autoren aus der Sowjetunion und der DDR. Vor allem für Jugendliche und auch für naturwissenschaftlich wenig Vorgebildete ist es gleichermaßen lesbar und interessant. Wegen der straffen Gliederung kann es zugleich als Nachschlagewerk über die sowjetische Raumfahrt dienen. Vorteilhaft wäre es, bei späteren Auflagen daran zu denken, ein Sachregister anzufügen.

Zu erwähnen wäre noch, daß dieses Buch beim Verlag bereits vergriffen, möglicherweise aber noch im Buchhandel zu erwerben ist. Sicher besteht außerdem noch die Möglichkeit, es in Buchereien auszuliehen.

K.-H. NEUMANN

Autorenkollektiv aus der UdSSR und der DDR: Raketen – Satelliten – Raumstationen. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1979, 275 Seiten mit 240 vorwiegend farbigen Bildern, 24 × 27 cm, Ganzgewebseinband, Preis (DDR): 24 M.

K. E. Ziolkowski

Über den russisch-sowjetischen Pionier der Raumfahrt, Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski (1857–1935), fehlte bislang eine deutschsprachige wissenschaftliche Biographie. Obwohl die Bedeutung Ziolkowskis in der Sowjetunion nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution erkannt und gewürdigt wurde, ist doch die Anzahl der wissenschaftlichen Untersuchungen über ihn relativ gering geblieben. Die vorliegende Schrift, eine Übersetzung der sowjetischen Ausgabe von 1976, ist deshalb grundsätzlich zu begrüßen. Sie schildert den Weg des Erfinders und Gelehrten von seiner frühesten Jugend bis zu seinem Tode und stellt die bedeutendsten Gedanken des genialen Forschers und Träumers zu Fragen der Luft- und Raumfahrt anhand der einschlägigen Originalpublikationen dar. Da das Leben Ziolkowskis arm an äußeren Ereignissen geblieben ist, steht der Inhalt seiner Arbeiten im Vordergrund. Die historische Einordnung der Ideen Ziolkowskis wird sehr erleichtert durch ein ausführliches Kapitel über die Geschichte der Raketentechnik und Luftfahrt in Rußland. Gerade dieses Kapitel macht deutlich, daß – bei aller herausragenden Qualität der Arbeiten Ziolkowskis – eine kontinuierliche Entwicklung von den frühen Arbeiten zahlreicher Techniker und Wissenschaftler im 19. Jahrhundert bis zum Beginn der praktischen Raumfahrt geführt hat. Im Vorwort hebt der Autor hervor, daß er manchmal von der strengen Darstellung abgehe und sich auf das Gebiet der Intuition und Romantik, „begebe, „wo schwer etwas zu beweisen ist“. Gewiß wird ein Biograph stets von Sympathie für seinen Gegenstand erfüllt sein, diese sollte aber strenger unter Kontrolle gehalten werden als es hier bisweilen geschieht. Leider wird eine Reihe von Fragen, die eine Biographie aufgreifen sollte, hier nur spekulativ oder gar nicht beantwortet. Wenig erfährt der Leser über Ziolkowskis wissenschaftliche Kontakte. Weitläufig bedauerlicher aber ist die ungenügende Darlegung der Wirkungsgeschichte seiner Arbeiten. So erhebt der Autor z. B. gegenüber Goddard und Oberth den Vorwurf, Ziolkowskis Arbeiten nicht gewürdigt zu haben, obwohl man mit Sicherheit sagen kann, daß Ziolkowskis Arbeiten zum Zeitpunkt des Erscheinens der ersten Veröffentlichungen von Goddard (1919) und Oberth (1923) in Westeuropa unbekannt gewesen sind. Erst nach Oberths Publikation „Die Rakete zu den Planetenräumen“ erschien die klassische Arbeit Ziolkowskis aus dem Jahre 1904 erstmals wieder. In dem deutschsprachigen (!) Vorwort dieser Publikation wird unumwunden zum Ausdruck gebracht, daß unter den Verhältnissen des zaristischen Rußland zuwenig getan worden sei, um die Ideen Ziolkowskis zu popularisieren. Selbst russische Forscher, die sich den Problemen des Raumfluges widmeten, wie z. B. F. A. Zander, kannten anfangs die Arbeiten Ziolkowskis nicht. Nachdem sich dies jedoch geändert hatte, nahm Oberth z. B. durchaus Bezug auf Ziolkowski. Daß in der dritten Auflage seines Buches (1929) der Name Ziolkowskis wiederum nur in einer Fußnote vorkommt, wie Kosmodemjanski auf S. 154 behauptet, stimmt nicht. Vielmehr ist Ziolkowski dort insgesamt 8mal erwähnt. Gerade das Beispiel Ziolkowskis macht deutlich, daß unter reaktionären gesellschaftlichen Verhältnissen, wie sie in Rußland vor der Oktoberrevolution bestanden, der wissenschaftliche Fortschritt und der internationale Ideenaustausch in verhängnisvoller Weise gehemmt werden können. Ziolkowski selbst hat dies oft genug deutlich ausgesprochen, wie Kosmodemjanski auch nachweist.

Es ist erfreulich, daß jetzt eine Biographie des bedeutenden Impulsgebers auf dem Gebiet der Raumfahrt existiert. Zugleich läßt sie deutlich werden, wieviele grundlegende Fragen auf diesem Gebiet noch ungeklärt sind. Ein Register wäre im Falle einer Nachauflage der Schrift zu begrüßen.

D. B. HERRMANN

Kosmodemjanski, A. A.: K. E. Ziolkowski (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Bd. 43) Verlag MIR, Moskau, BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1979, 206 S., Preis 10,50 M.

Unsere Autoren

Dipl.-Phil. Jürgen Hamel, 1193 Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte
Ina Eichhorn, 2600 Güstrow, Karl-Marx-Str. 8
Dr.-Ing. habil. Dietrich Schoeps, 15 Potsdam, AdW d. DDR, ZIPE
Dr. Fritz Gehlhar, 1110 Berlin, Uhländstr. 62
Arno Fellenberg, 1430 Teltow, W.-Leuschner-Str. 12
Dr. A. Zelenka, Ch 8053 Zürich, Eidgenössische Sternwarte
Horst Kreibich, Dar-es-Salaam, Tanzania, z. Z. Lehrer für Chemie am Technical College
Dietmar Böhme, 4851 Nessa 11, PSF 93
Martin Müller, 728 Eilenburg, Volks- und Schulsternwarte „J. Gagarin“
Kerstin Reichenbacher, 6200 Bad Salzungen, Siedlung 28
Frank Rümmler, 4851 Nessa, PSF 122
Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, 15 Potsdam, Fichtestr. 5
OL Rüdiger Kollar, 8122 Radebeul, Volkssternwarte „A. Diesterweg“
OL Heinz Albert, 963 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „J. Kepler“
Karl-Heinz Neumann, 1297 Zepernick, Heinestr. 90
Dr. Dieter B. Herrmann, 1193 Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte
Peter Reinhard, A 1160 Wien, Rich.-Wagner-Platz 2/6
Fred Hasenkrug, 321 Wolmirstedt, Triftstraße (Schule)
Karl-Heinz Mau, 3607 Wegeleben, Moorweg 5
Günter Loibl, 5101 Molsdorf, Gothaer Str. 4 a
Dietmar Gebhardt, 8606 Sohlund/Spree, Str. der Freundschaft 13
Helmut Busch, 7302 Hartha, B.-H.-Bürgel – Sternwarte

PPV 31052

EVP 1,50 M

ISSN 0687-866X

6¹⁹⁸⁰ Astronomie und Raumfahrt



Zu Problemen der Weiterentwicklung der kosmischen Erderkundung · K.-H. Marek	161
Zur Entdeckung Plutos vor 50 Jahren · Wolfgang Büttner	165
Transneptun und Transpluto · Peter Partusch	168
Bemerkungen zu Projekten bürgerlicher Wissenschaftler über die bemannte Raumfahrt · Klaus Marquart	171
Kosmos und Entwicklung III: Entwicklungskriterien · Fritz Gehlhar	175
Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen 1980, Juli/August · A. Zelenka	179
Planetensichtbarkeit 1981 · Heinz Albert	4. Umschlagseite

Amateure beobachten und berichten

Langlebigster Sonnenfleck des 21. Zyklus · Frank Rümmler	180
Bemerkungen zum Selbstbau von Fernrohren · Herbert Scholze	185
Zur Beobachtung des Planetoiden 1915 Quetzalcoatl	187
Sternbedeckung durch Planetoid 47 Winchester · Dietmar Büttner	188
Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (VI) · Jürgen Rendtel	188

Kurzberichte

Gründung einer AG Astronomie im Kreis Neuhaus · M. Koch	189
Fachgruppe in Karl-Marx-Stadt gegründet · G. Schneider	189

Aus der Literatur

Neuer Jupitermond – Planetarische Nebel entdeckt – Der Riesen-Infrarotreflektor auf Hawaii – Nur ein Zeitvertrag für „Chiron“	190
Neues Modell für Uranusringe – Biosphären um Sterne – Werden Quasare von aktiven Galaxien ausgeschleudert? – Dänisches 1,5 m-Teleskop – Einschränkungen im Space Shuttle-SpaceLab-Programm	191
Zur Kostensituation des Shuttle – Fernsatellitenn-Perspektiven – Interkontinentale Zeitsynchronisation via Satellit	192

Buchbesprechungen

Vom Jacobstab zur Satellitennavigation	3. Umschlagseite
Atlas der Sternbilder	3. Umschlagseite

Bildseiten

Konvektive Bewölkung im Gebiet der Bahama-Inseln	I
Salzausscheidung im Gebiet des Tuz-Sees, Türkei	II
Gesteinseinheiten in arider Gebirgslandschaft (Oman)	III
Langlebige Sonnenfleckengruppe von 1979; 2 Fotos	IV

Redaktionsschluß: 15. September 1980

Herausgeber: Kulturbund der DDR. Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur); Jürgen Gasiecki; Achim Grünberg; Dipl.-Phys. Wolfgang Häupl; Artur Hockauf; Dipl.-Phil. Jürgen Hamel; Dipl.-Gew. Klaus Marquart; Karl-Heinz Neumann; Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel; Dipl.-Phys. Manfred Woche; Arnold Zenkert; Bernd Zill; OL Heinz Albert (verantwortlicher Redakteur).
Redaktionssitz: 963 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“, Straße der Jugend 8. Fernsprecher 3730.

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.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1980 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, 1017 Berlin, Straße der Pariser Kommune 3–4.

Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Zu Problemen der Weiterentwicklung der kosmischen Erderkundung

KARL-HEINZ MAREK

Im Rahmen der bedeutenden wissenschaftlich-technischen Fortschritte der letzten Zeit war auch die Entwicklung rationeller Verfahren zur Gewinnung von Daten über unsere natürliche Umwelt notwendig geworden. Hierbei wurde die Erkundung der Erde aus dem Weltraum insbesondere in den sebziger Jahren als interdisziplinäres Wissensgebiet bereits soweit profiliert, daß damit nicht nur eine qualitativ neue Etappe zur Erforschung unseres Planeten möglich wurde, sondern sich auch die Perspektiven der Anwendung von Fernerkundungsdaten für die Lösung von konkreten Aufgaben in einer Vielzahl von volkswirtschaftlichen Bereichen erkennen ließen. Gleichzeitig wurde deutlich, daß die Weiterentwicklung der Fernerkundung als Methode zur Datengewinnung über die feste Erdoberfläche, die Ozeane und die Atmosphäre eine Analyse und Bewältigung der erkennbar gewordenen prinzipiellen wissenschaftlichen Probleme sowie weitere gezielte methodische und technologische Forschungen einschließlich der Durchführung von Experimenten der verschiedensten Art erfordert.

1. Einige prinzipielle Probleme der Fernerkundung der Erde

1.1. Zum Entwicklungsstand der Teiletappen

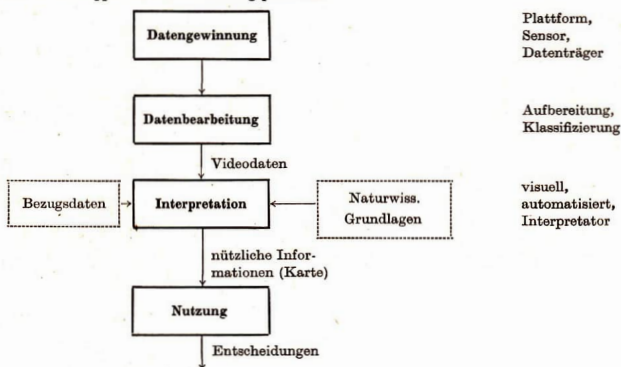
Die bisher gesammelten Erfahrungen bei der Anwendung der Fernerkundung der Erde zeigen, daß die routinemäßige Fernerkundung bzw. ihre wissenschaftlich-technischen, methodisch-analytischen und ökonomisch-gesellschaftlichen Teilsysteme als ein einheitlicher Prozeß mit den vier gleichbedeutenden Teiletappen

- Datengewinnung,
- Datenbearbeitung,
- Interpretation,
- Nutzung

angesehen werden muß (Abb. 1).

Die mancherorts kurzfristig nicht erfüllen bzw. überhaupt nicht erfüllbaren Erwartungen, die an diese neue Methode gestellt wurden, lassen sich meist auf die Vernachlässigung dieses notwendigen engen Zusammenhangs zurückführen.

Abb. 1: Teiletappen des Fernerkundungsprozesses.



International ist der Entwicklungsstand dieser vier Etappen leider durch ein deutlich ausgeprägtes Gefälle gekennzeichnet: der bekannten relativ hohen technischen Perfektion bei der Datengewinnung und z. T. auch Datenbearbeitung – beide Aspekte sind Gegenstand zahlreicher Publikationen – steht ein niedriger Automatisierungsgrad bei der Auswertung bzw. Interpretation der Daten gegenüber. Für eine qualifizierte Nutzung der Informationen fehlt oft eine dem interdisziplinären

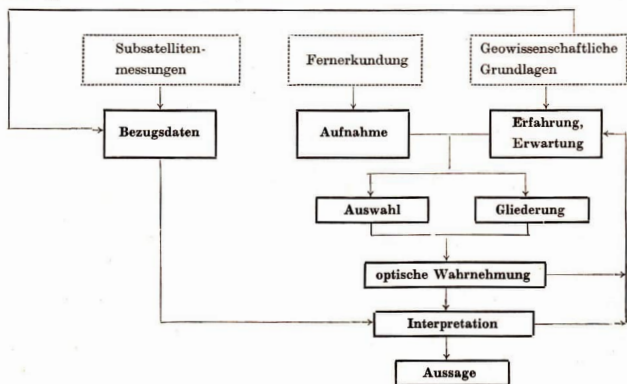
Charakter der Fernerkundung angemessene interinstitutionelle Organisationsform. Die Probleme bei der Dateninterpretation sind bekanntlich im wesentlichen durch den höheren Kompliziertheitsgrad und die Komplexität der naturwissenschaftlichen Grundlagen und oft auch der gemessenen Daten, das noch unzureichende technische Niveau bei der Beschaffung von Bezugsdaten (Basisinformationen, Bodenkontrollmessungen) sowie die teilweise noch fehlenden methodischen interdisziplinären Erfahrungen, insbesondere was die quantitative stoffliche Auswertung der Daten betrifft, bedingt.

Das ungleiche Niveau im Entwicklungsstand wirkt sich auf die Effektivität des gesamten Erkundungssystems insbesondere deshalb recht gravierend aus, weil erst in der Etappe der Interpretation der Nutzen dieses Systems entschieden wird. Für die Entwicklung einer Technologie zur Fernerkundung der Erde, die in der Volkswirtschaft wirksam werden soll, ist deshalb beim gegenwärtigen Entwicklungsstand nicht so sehr die Sensortechnologie für die Datengewinnung entscheidend – obwohl gerade diese aus den verschiedensten Gründen oft im Mittelpunkt steht und selbstverständlich noch in wesentlichen Fragen weiterentwickelt werden muß –, sondern es kommt in erster Linie auf die qualifizierte und gezielte Umsetzung der Meßdaten in nützliche Informationen – das geschieht im Interpretationsprozeß – und die Umsetzung dieser Informationen in (volkswirtschaft relevante) Entscheidungen – im Prozeß der praktischen Nutzung – an.

1.2. Indirekter Charakter der Aussagen

Ein weiteres prinzipielles Problem der Fernerkundung der Erde besteht darin, daß die direkt gemessenen Größen bzw. Daten nicht mit den charakteristischen Parametern der eigentlich interessierenden Naturerscheinung übereinstimmen. Objektbezogene Aussagen sind selbstverständlich nur dann möglich, wenn sich die interessierenden Sachverhalte durch physikalische bzw. geometrische Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung übertragen bzw. abbilden lassen. Aus diesem Grunde kann auch die Fernerkundung prinzipiell meist nur indirekte Indikationen zu bestimmten Naturphänomenen liefern, die dann im Prozeß der Interpretation in Kombination mit andersartig gewonnenen Daten verifiziert, verdichtet und in einem zyklischen Prozeß, d. h. einem Iterationsverfahren, schrittweise auf das Interpretationsziel hin präzisiert werden müssen (Abb. 2). Als Beispiel sei nur die oft zitierte Problematik der Gewinnung von Aussagen für Zwecke der Lagerstättenfindung mit Hilfe von Fernerkundungsdaten genannt: aus der Aufnahme werden zunächst charakteristische Landschaftselemente selektiert und z. B. als Fotolineationen oder -ringstrukturen dokumentiert. Danach beginnt das schrittweise „Herantasten“ an den inneren Erdaufbau, die Untersuchung der geologischen Relevanz der dokumentierten Strukturen, die Hinzuziehung von Indikationen aus der Seismik, Geophysik, Geologie, Gravimetrie usw. Erst an dieser Stelle sind Schlußfolgerungen zu lagerstättenkundlichen Fragen möglich. Auch hier zeigt sich, daß das wissenschaftliche Hauptproblem der Fernerkundung in der Entwicklung einer naturwissenschaftlich begründeten Interpretationsmethodik liegt.

Abb. 2: Zyklus der visuellen Bildinterpretation.



In vielen Ländern sind deshalb – natürlich mehr oder weniger klar akzentuiert – gegenwärtig die Hauptziele der Forschungsprogramme zur Fernerkundung auf die tiefere theoretische und experimentelle Durchdringung der Fragen

- welche relevanten Informationen sind aus den Fernmeßdaten ableitbar, welche Wechselbeziehungen der „erkundeten“ Objekte bestehen zur Umwelt, wie sind die geologisch-geographisch-ökologisch-klimatologischen Zusammenhänge? und
- wie sind die mit Hilfe der Fernerkundung abgeleiteten Informationen zu verwenden?

gerichtet. Beide Fragestellungen stellen gegenwärtig auch international noch keineswegs befriedigend beherrschte wissenschaftliche Probleme dar.

1.3. Komplexität des Interpretationsprozesses

Bei der inhaltlichen Deutung der Fernerkundungsdaten in der Etappe der Interpretation ist in der Praxis zu unterscheiden zwischen

- der geometrisch-kartographischen Auswertung, d. h. der gegenwärtig bereits routinemäßig beherrschten Gewinnung struktureller Objekteigenschaften, wie der Abgrenzung (Rayonierung) unterschiedlicher topographischer bzw. thematischer Oberflächenobjekte (z. B. geographische Siedlungsstruktur, Verkehrsnetz usw.) oder anderer räumlicher Strukturen (z. B. geologische Fotolocalisationen) und
- der quantitativen stofflichen Auswertung (z. B. chemische Zusammensetzung der Objekte). Der hierbei gegenwärtig beschrittene Lösungsweg besteht in der Ableitung korrelativer Beziehungen zwischen den gemessenen Fernerkundungsdaten, insbesondere ihrer spektralen, strukturellen u. ä. Merkmale, mit den aus Bodenmessungen bekannten terrestrischen Informationen. Die unmittelbare, automatische Erkennung stofflicher Eigenschaften aus Fernmessungen ist Gegenstand der Arbeiten, die gegenwärtig in allen bedeutenden Forschungszentren zur Fernerkundung durchgeführt werden. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß auch die automatische Bildauswertung streng genommen nur einen Interpretationsvorschlag liefern kann.

Etwa 90–95% aller Fernerkundungsdaten werden z. Z. in aller Welt visuell interpretiert. Der bei diesem heuristischen Prozeß der Bildanalyse auftretende schöpferische Anteil ist nicht nur wegen der für diese Aufgabe besonders günstigen Eigenschaften des Systems Auge/Gehirn des Bildinterpretators so bedeutend, sondern auch deshalb, weil die Erkennung der einzelnen Objekte in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und in ihrem Zusammenhang sowie die daraus folgende geographisch-geologisch-ökologische Bedeutung dieser Daten nur schwer formalisierbar sind. Durch die im Interpretationsprozeß nötig werdende Verknüpfung der entsprechenden Objekte mit ihrem Umfeld kommt es auch zu notwendigen Verbindungen von Aspekten verschiedener geo- und biowissenschaftlicher Disziplinen.

Die Erfahrung hat bestätigt, daß ausreichend qualifizierte Interpretationsergebnisse aus Fernerkundungsdaten nur dann erreicht werden können, wenn der Interpretator bei der Ableitung bzw. Anwendung der Interpretationsregeln einen entsprechenden interdisziplinären Erfahrungsschatz einzusetzen vermag. Die Problematik der Interpretation wird außerdem auf zahlreichen Gebieten durch lokale bzw. regionale Besonderheiten noch zusätzlich beeinflusst, die oftmals allgemeine Formalisierungen bzw. Deduktionen verbieten. Die Kompliziertheit der geowissenschaftlichen Probleme bei der Interpretation wird wiederum an einem Beispiel aus der Geologie deutlich: Die Ringstrukturen, deren häufiges Auftreten übrigens erst durch kosmische Aufnahmen entdeckt wurde, sind zwar einerseits in ihrer geologischen Natur noch unklar – insbesondere was die Genesis von Großstrukturen betrifft –, sie zeigen andererseits jedoch bei Durchmessern von 30–50 km in den peripheren Zonen verblüffende empirische Korrelationen (bis zu 80%) mit hydrothermalen Vererzungszonen. Dieses Beispiel zeigt, daß die Fernerkundungsdaten selbst auf dem geologischen Gebiet, wo gegenwärtig etwa $\frac{2}{3}$ aller ihrer Nutzenwendungen zu finden sind, noch immer neue Unklarheiten aufwerfen.

2. Hauptrichtungen der Weiterentwicklung

Aus der Analyse der genannten Probleme, die den gegenwärtigen Entwicklungsstand der Fernerkundung der Erde kennzeichnen, leiten sich konkrete Aufgaben für die Forschung bzw. langfristige Programme zur Weiterentwicklung der Fernerkundung ab. Aus dem Vorangegangenen folgen insbesondere die folgenden Hauptrichtungen der Weiterentwicklung:

- a) Entwicklung physikalisch-mathematischer Grundlagen für eine automatisierte Auswertung und Interpretation von Multispektraldaten.

Diese Arbeitsrichtung beinhaltet u. a.

- die Erforschung des Zusammenhangs zwischen den Strahlungscharakteristiken natürlicher Objekte und ihren quantitativen Eigenschaften
- die Ableitung eines Katalogs spezifischer Merkmale und statistischer Modelle zur exakten Beschreibung der Objekte einschließlich ihrer Zustandsdynamik
- technologisch-methodische Entwicklungen für die Durchführung adäquater Subsatellitenmessungen zur Sammlung von Kontroll- bzw. Basisinformationen, insbesondere aus Bodenmessungen in Testgebieten
- b) Entwicklung von Methoden zur thematischen Interpretation von Multispektraldaten und zu ihrer Nutzung bei der Lösung vielfältiger geowissenschaftlicher und volkswirtschaftlicher Aufgaben.

Dazu gehören beispielsweise folgende Problemstellungen:

- die Erforschung des strukturellen Aufbaus der Erdkruste in unterschiedlichen Regionen und mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad zum Verständnis der Entwicklungsgeschichte der Erde. Letzteres bildet u. a. die Grundlage für die Ableitung von Gesetzmäßigkeiten der Bildung und Verteilung von Lagerstätten
- die Erforschung rezenter geographisch-ökologischer Prozesse, insbesondere der Dynamik der Territorialstruktur und der Umweltbelastung
- die Bestands- bzw. Zustandsinventur und deren Prognose in der Land- und Forstwirtschaft
- die Erforschung von Gesetzmäßigkeiten für hydrologische, ozeanologische u. a. Ressourcen
- die Erforschung großräumiger, insbesondere klimatologisch-ozeanologischer Prozesse
- c) Weiterentwicklung von Methoden und gerätetechnischer Voraussetzungen zur Erweiterung des nutzbaren Strahlungsspektrums bei der Datengewinnung (hochauflösende, bildhafte Registrierung bis zum Mikrowellenbereich) und für eine routinemäßige automatische Auswertung in Echtzeitbetrieb einschließlich der thematischen Kartierung.

3. Zur Bedeutung kosmischer Fernerkundungsexperimente

Die Lösung der genannten sowie weiterer Forschungsaufgaben zur Weiterentwicklung der Fernerkundung, insbesondere der Interpretationsmethodik und der Datensammlung, erfordert auch künftig eine Durchführung gezielter Experimente aus dem Weltraum sowie aus Flugzeugen und von der Erdoberfläche. Die letzteren, aus Subsatellitenmessungen gewonnenen Bezugsdaten stellen dabei nicht nur eine effektive Ergänzung zu den aus dem Weltraum gewonnenen Daten dar, sondern bilden einen für die Lösung selbständiger wissenschaftlich-praktischer Aufgaben notwendigen Teil der Informationsgewinnung.

Durch die im Rahmen der INTERKOSMOS-Zusammenarbeit der sozialistischen Länder gegebenen Voraussetzungen war auch den Wissenschaftlern der DDR seit dem Jahre 1976 eine Beteiligung an der wissenschaftlichen Vorbereitung, Durchführung und Auswertung aerokosmischer Fernerkundungsexperimente praktisch möglich geworden. Diese Arbeiten haben bekanntlich einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der Fernerkundungstechnologie sowie bei der Schaffung von Voraussetzungen für eine Einbeziehung von Fernerkundungsdaten in die Lösung von Aufgaben verschiedener wissenschaftlicher und volkswirtschaftlicher Bereiche in der DDR erbracht. Mit der während des Experiments RADUGA im Jahre 1976 erstmalig im sowjetischen Raumschiff „Sojus 22“ sowie in speziellen Flugzeuggelaboratorien eingesetzten Multispektralkamera MKF-6 wurden für das Verfahren der kosmischen Multispektralfotografie im Weltraum neue Leistungsgrenzen erreicht. Als stationäres Gerät gehört diese Kamera gegenwärtig bereits zur Routineausrüstung der Raumstation „Salut 6“.

Der Weiterentwicklung methodischer Aspekte eines anderen Fernerkundungsverfahrens, der visuell-instrumentellen Erdbeobachtung, war das Kosmosexperiment BIOSPHÄRE gewidmet, das während des gemeinsamen UdSSR/DDR-Weltraumfluges im Jahre 1978 vom DDR-Forschungskosmonauten Oberst S. Jähn durchgeführt wurde. Hierbei wurde insbesondere ein Beitrag zur Methodik der Interpretation bestimmter thematisch orientierter visueller Beobachtungen und kosmischer Aufnahmen von unterschiedlichen physisch-geographischen Regionen der Erdoberfläche, von Ozeangebieten und der Atmosphäre geleistet. Die visuellen Erdbeobachtungen gehören zum wissenschaftlichen Programm jedes Weltraumfluges und erlangen in zunehmendem Maße Gewicht und Bedeutung für spezielle, meist operativ zu lösende Aufgaben. Sie geben beispielsweise bei bestimmtem Sonnenstand wertvolle ergänzende und z. T. auf fotografischem Wege nicht beschaffbare Informationen über geologische Bruchstrukturen, ozeanische Fronten bzw. Strömungen und zu Wechselbeziehungen zwischen Atmosphäre und Ozean. Im Experiment BIOSPHÄRE erfolgte nach entsprechender Analyse der beobachteten Erscheinungen durch den Kosmonauten die fotografische Dokumentation mit Hilfe der speziell vorbereiteten Handkameras Pentacon six-m und Praktica EE2. Entsprechend der Aufgabenstellung

des Experiments kamen dafür ausgewählte und thematisch interessante Objekte für Forschungen auf den Gebieten Geologie, Ozeanologie, Meteorologie und Umweltkontrolle in Frage.

Beispiele solcher thematisch orientierter Aufnahmen aus dem Kosmosexperiment BIOSPHÄRE, die einen für das zu erreichende Interpretationsziel ausreichend hohen Informationsgehalt aufweisen (Originalmaßstab 1:2 Mill. auf 70 mm-Dreischichten-Farbfilm ORWO NC 19), zeigen die Abb. 3—5 (s. Bildseiten I bis III).

Durch das Experiment BIOSPHÄRE, das auf Grund seiner guten Ergebnisse als internationales Programm an Bord von „Salut 6“ durch andere Kosmonautenbesatzungen fortgesetzt wurde, war es erstmalig in der DDR möglich, entsprechende eigene praktische Erfahrungen an Original-Farbaufnahmen aus dem Weltraum zu sammeln, welche die mit MKF-6-Aufnahmen bisher gewonnenen Erkenntnisse in vorteilhafter Weise ergänzt haben. Dieses Experiment stellte damit eine weitere wesentliche Etappe bei den Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung der Fernerkundung dar.

Zur Entdeckung Plutos vor 50 Jahren

WOLFGANG BÜTTNER

Der 13. März ist ein Gedenktag in der Geschichte der Astronomie in zweierlei Hinsicht: Am 13. März 1781 entdeckte Wilhelm Herschel den Uranus, der schon mehrmals zuvor beobachtet, aber nicht als Planet erkannt worden war. Im kommenden Jahr werden wir der Bedeutung dieser Entdeckung anlässlich der 200. Wiederkehr des Datums durch einen Beitrag in dieser Zeitschrift gerecht zu werden versuchen.

Genau 149 Jahre nach der Uranusentdeckung, am 13. März 1930, wurde bekanntgegeben, daß jenseits der Neptunbahn der neunte Planet gefunden worden war. Während man sich nach der Entdeckung des Uranus und auch nach der des Neptun eine Weile gestritten hatte, bis diese Planeten ihre Namen aus der griechischen Mythologie erhielten, stand der Name „Pluto“ schon lange vor Auffindung dieses sonnenfernen Planeten fest. Die Geschichte seiner Entdeckung wird oft mit der des Neptun verglichen, leider meist in einer Weise, die der Wirklichkeit nicht entspricht. Wir kennen die großartige Geschichte der „Schreibischtentdeckung“ des Neptun: Sie war ein besonders eindrucksvoller und aufsehenerregender Beweis für die Richtigkeit des von Newton gefundenen Gesetzes der Gravitation und damit auch des heliozentrischen Systems, auf den bekanntlich auch Friedrich Engels nachdrücklich hingewiesen hat.

Schon in seinem „Sternbüchlein für 1931“ hat Robert Henseling dargelegt, daß die Entdeckungsgeschichte des Pluto keinesfalls eine Wiederholung der des Neptun darstellt, weil der gefundene Planet nicht mit dem gesuchten identisch ist.



Abb. 1:
Clyde W. Tombaugh,
der Entdecker des
Pluto (Foto: Sky and
Telescope).

In den Jahrzehnten nach der Neptunentdeckung (1846) hatte sich herausgestellt, daß der Uranus auch nach gründlicher Berechnung der „Störungen“ seiner Bewegung durch Jupiter, Saturn und Neptun noch immer nicht ganz genau an dem jeweils vorausberechneten Ort am Himmel zu finden war. Die Abweichungen waren freilich außerordentlich gering. Neptun aber hatte noch kaum $\frac{1}{3}$ seines fast 165 Jahre währenden Umlaufs um die Sonne seit seiner Entdeckung zurückgelegt. So nahm man sich der geringen „Reststörungen“ der Uranusbewegung an, um den „Störfrieden“, einen weiteren, außerhalb der Neptunbahn kreisenden sonnenfernen Planeten ausfindig zu machen. Er mußte natürlich, wie vordem Neptun, erst durch Rechnung, dann optisch gefunden werden. Schon 1915 veröffentlichte Lowell, der Gründer und Leiter der ganz der Planetenforschung gewidmeten Flagstaff-Sternwarte (Arizona, USA) eine Berechnung der Bahn des vermuteten „Transneptun“. Danach haben sich auch andere Astronomen der Aufgabe unterzogen und Bahnen für den unentdeckten Planeten errechnet. Die Suche nach ihm blieb aber lange vergeblich. Endlich, im Januar 1930, gelang es dem ehemaligen Farmer und Mitarbeiter an der Flagstaff-Sternwarte, Clyde W. Tombaugh, ein Objekt 15^m ausfindig zu machen, das der gesuchte Planet „Pluto“ zu sein schien. Auf drei Astroplatten vom 21., 23. und 29. Januar 1930 war das so lichtschwache Objekt nahe bei dem hellen Doppelstern δ Geminorum (3^m5) zu finden und ließ deutlich eine fortschreitende geringe Positionsänderung erkennen. Es war etwas über 5° von dem aufgrund der Lowellschen Bahnbestimmung errechneten Ort entfernt.

War es wirklich der gesuchte Planet? *Er war es nicht!* Kein Zweifel, es war ein Planet, aber einer, dessen Bahn mit der von Lowell berechneten keine Ähnlichkeit hat. Weiter wurde sofort klar, daß es sich um ein relativ kleines Mitglied der „Planetenfamilie“ handelte. Es war auch bei 1000facher Vergrößerung im Refraktor absolut nicht von Sternen ähnlich geringer Helligkeit zu unterscheiden. Sein Winkeldurchmesser mußte auf jeden Fall kleiner als 0,3 sein.

Nur wenige Wochen nach seiner Entdeckung lagen für Pluto provisorische Bahnelemente vor. Sie waren wirklich überraschend! Eine Exzentrizität, die größer ist als selbst die des Merkur und eine aus dem Rahmen für die großen Planeten ganz herausfallende große Neigung gegen die Ekliptik. Die Exzentrizität der Plutobahn beträgt 0,254 (Merkur 0,206), die Neigung 17°14' (Merkur 7°0'), seine Umlaufzeit rund 250 Jahre. Während dieses Zeitraumes variiert die Entfernung des Pluto von der Sonne zwischen 29,5 AE und 49,6 AE! Gegenwärtig (von 1971 bis 2008) bewegt er sich innerhalb der Sphäre der nahezu kreisförmigen Neptunbahn, deren Radius 30,1 AE beträgt. In der ersten Hälfte des Jahres 1989 erreicht Pluto das Perihel seiner elliptischen Bahn. Er befindet sich dann etwa 8 AE nördlich der Ebene der Erdbahn und um einen nur wenig geringeren Betrag nördlich der Neptunbahnebene. Auch zum Zeitpunkt ihrer größten Annäherung bleiben Neptun und Pluto noch etwas über 4 AE voneinander entfernt, das entspricht etwa der Entfernung des Jupiter von uns zur Zeit seiner Opposition zur Sonne! (Abb. 2) Sollte Pluto, wie viele Planetologen glauben, ein entlaufener Mond des Neptun sein, so muß man eine akzeptable Erklärung für seine jetzige Bahn, die ihn seinem ehemaligen Zentralkörper nie nahe kommen läßt, suchen und finden. Bemerkenswert bleibt, daß Pluto mit seiner mittleren Entfernung von der Sonne ($a = 39,8$ AE) ziemlich gut in die Titius-Bodesche Reihe paßt, während Neptun als einziger großer Planet mit seiner Sonnenentfernung von 30,1 AE sich gar nicht in diese Reihe einfügen läßt.

Die Helligkeit des Pluto lag bei seiner Entdeckung reichlich drei Größenklassen unter der in den Ephemeriden von Lowell vorausgesagten. Gegenwärtig, in der Nähe seines Perihels, erscheint er in Opposition kaum heller als 14^m.

Die größte und entscheidende Diskrepanz zwischen Voraussage und Wirklichkeit liegt in den völlig verschiedenen Werten für die Masse des Planeten. Lowell hatte eine Plutomasse von 6,6 Erdmassen angenommen. Da der Durchmesser auf jeden Fall kleiner als der Erddurchmesser ist, folgt aus diesem angenommenen Wert für die Masse eine undisputabel hohe Dichte. In den ersten Jahren nach der Entdeckung schrieb man dann Pluto 0,9 Erdmassen zu. Auch dieser Wert ergibt noch eine ganz unwahrscheinlich hohe Dichte.

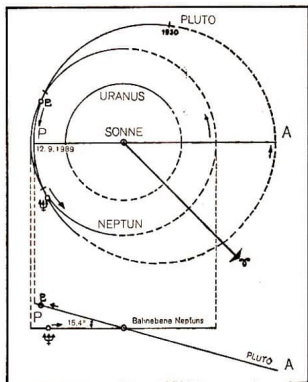


Abb. 2: Bahnlage und -verlauf von Pluto (nach O. Namba in ZENIT 7 (1980) 2).

Die eingehende Analyse der „Reststörungen“ der Bewegung des Neptun, die nun durchgeführt wurde, ergab eine Plutomasse von maximal 0,18 Erdmassen, als wahrscheinlicher wurde schließlich allgemein der Betrag von 0,11 Erdmassen angenommen. Danach besäße Pluto eine etwa so große Masse wie Mars. Nun ergab sich für die Dichte ein zwar noch hoher, aber doch vernünftiger Betrag. Der Plutodurchmesser wurde aufgrund älterer Untersuchungen auf 5800 bis 6800 Kilometer geschätzt. Damit wäre Pluto größer als Merkur, aber etwas kleiner als Mars und damit der zweitkleinste der neun großen Planeten. Man meinte nun, in Pluto in der großen Sonnenferne einen den inneren Planeten verwandten, einen erdähnlichen Weltkörper gefunden zu haben. In Wahrheit ist Pluto, wie wir heute wissen, hinsichtlich seiner physischen Beschaffenheit alles andere als erdähnlich.

Ein Körper, der nicht viel größere Masse als der Mars besitzt, kann keinesfalls „Störungen“ in der Bewegung des Uranus bewirken, die den Bahnberechnungen von Lowell und anderen zugrunde gelegt waren. Lowell war ja auch von einer etwa 60mal größeren Masse für den gesuchten Planeten ausgegangen. Es ergab sich schon aus diesen älteren Untersuchungen, was die in den letzten vier Jahren gewonnenen Erkenntnisse über Pluto zur Gewißheit haben werden lassen: Der gesuchte und der entdeckte Himmelskörper sind auf keinen Fall identisch. Diese Tatsache sollte in allen einschlägigen Darstellungen, klar herausgestellt werden. Das ist angesichts der neuesten Forschungsergebnisse besonders dringend geboten; diese haben bekanntlich ergeben: Pluto ist viel kleiner als bisher allgemein angenommen, viel kleiner als unsere Erde, vielleicht sogar kleiner als unser Mond! Seine Masse ist so gering, daß sie unter keinen Umständen eine meßbare Einwirkung auf die Bewegung irgendeines anderen Planeten auszuüben vermag! Die sensationellste Entdeckung in der Plutoforschung ist die eines nahen Begleiters, der den Pluto in kaum 20 000 Kilometer Abstand umrundet. Die Umlaufzeit beträgt 6^d 9^h, in der gleichen Zeit rotiert Pluto um seine Achse. Beide Körper kehren also offenbar einander immer dieselbe Seite zu.

Rückschauend scheint uns die Geschichte des Pluto, seiner Entdeckung und seiner bisherigen Erforschung eine echte Detektivgeschichte zu sein: Gesucht war ein „mittelgroßer“ Planet, der den Uranus und auch den Neptun in seinem Lauf ein wenig stört. Gefunden wurde ein ganz anderes interessantes Himmelsobjekt, das zufällig gerade damals nicht sehr weit von dem für den gesuchten „Störenfried“ errechneten Ort am Himmel entfernt stand. Ohne das Können und den Fleiß der Forscher am Schreibtisch und an der Astrokamera hätte dieses Objekt ganz gewiß nicht gefunden werden können. Ebenso gewiß ist aber auch, daß es nicht hätte entdeckt werden können, wenn auch nur ein Jahrzehnt früher oder später nach ihm gefahndet worden wäre.

Wie geht es nun mit der „Detektivgeschichte“ weiter? Sind die noch verbliebenen geringen Abweichungen in der Bewegung des Uranus und die im Lauf des Neptun reell und wenn ja, wird man dann den wahren Übeltäter in Gestalt eines großen „Transpluto“ – man sollte doch treffender „Transneptun“ sagen – finden? Existieren vielleicht sogar mehrere Planeten weit außerhalb der Bahnen von Neptun und Pluto? Bekanntlich sind schon von einigen Forschern Bahnen und Ephemeriden für solche Planeten gerechnet worden. Es ist auch vor allem nach einem etwa 75 AE entfernten großen Transneptun, dessen Umlaufzeit etwa 650 Jahre betragen müßte, eifrig, jedoch erfolglos gesucht worden. Man hat sich in der Fachwelt offenbar mit diesen Mißerfolgen abgefunden und weiteres Suchen aufgegeben. Es darf jedoch aus der Erfolglosigkeit der Bemühungen, einen so fernen Planeten zu finden, nicht ein Beweis für seine Nichtexistenz hergeleitet werden! Vielleicht wird das Glück der Entdeckung wenigstens eines großen Transneptun dereinst einer entsprechend ausgerüsteten Volkssternwarte zuteil werden, die ja zum Teil bereits jetzt über ein besseres Instrumentarium verfügen als manche Fachsternwarte zu Beginn unseres Jahrhunderts. Jedenfalls macht uns die Entdeckungsgeschichte von Pluto in besonderer Weise klar, daß es nicht nur in den unermeßlichen Fernen der Galaxien, sondern auch in unserer „kosmischen Heimat“, in unserem Sonnensystem, noch viel, auch von der Erde aus, zu entdecken gibt, das unsere Naturerkenntnis erweitern und vertiefen wird.

Entwicklung der Kenntnis über die Pluto-Dimensionen

	Masse (Erde = 1)	Radius in km	Dichte in kg · m ⁻³	Rotationsperiode in Tagen
Vor Entdeckung (Lowell)	6,6	—	—	—
1950 (Kuiper)	1,1	~ 3000	—	—
nach 1960 (Brouwer und Clemence; Kuiper)	0,9	~ 2500	50 000	—
nach 1965 (versch. Autoren)	0,14	~ 3400	4000	6,39
bis 1978 (nach Hart)	0,11	~ 1500	2600	6,39
jetzt	0,0017	~ 1500	700	6,39

Bis vor kurzem konnten die physikalischen Daten des Pluto nur mit Hilfe sehr unsicherer Durchmesser- und Massenwerte abgeschätzt werden.

Die Bestimmung der Masse eines Planeten kann durch Störungsberechnungen oder durch die Verfolgung des Umlaufs eines Planetenmondes durchgeführt werden. Man erhält hier zwar die Summe der Massen von Planet und Planetenmond, was aber in Bezug auf Pluto immer noch ein sichereres Ergebnis liefern würde als man durch die Störungsrechnungen erhielt. Die Masse eines Planetenmondes kann meist infolge der Kleinheit gegenüber der des Planeten vernachlässigt werden. Aus diesem Sachverhalt geht hervor, daß man der Entdeckung eines möglichen Plutomondes großes Interesse schenkte. Tatsächlich wurde an Hand eines dürrtigen Beobachtungsmaterials vor kurzem ein Plutobegleiter entdeckt, und zwar am U. S. Naval-(=Lowell-)Observatory. (Abb. 1) Der Entdecker, J. W. Christy, konnte den Plutomond, der die Bezeichnung „1978-P-1“ = „Charon“ (nach dem Fährmann in der Unterwelt; griech. Mythologie) erhielt, auf Fotoplatten des 155-cm-Reflektors vom April und Mai 1978 nachweisen und das gleiche Objekt nachträglich auch auf Platten des gleichen Reflektors aus den Jahren 1965 und 1970 identifizieren; insgesamt auf 10 Platten. Der Mond wurde auch am Inter-amerikanischen Observatorium Cerro Tololo (Chile) mittels des 4-m-Spiegels im Juli 1978 aufgenommen. Die Ebene der vermutlich nicht exzentrischen Umlaufbahn wird als schmale Ellipse gesehen, deren Achse einen Positionswinkel von 170 bzw. 350° hat. (Abb. 3) Aus den Beobachtungen wurde der maximale Abstand mit 0,9 bestimmt, woraus sich mit Hilfe der Trigonometrie die Halbachse (20 000 km) berechnen läßt. Für die Umlaufzeit wurde eine Periode gefunden, welche mit der bisher aus periodischen Helligkeitsschwankungen abgeleiteten Rotationsperiode des Pluto übereinstimmt. (Abb. 2) Das bedeutet entweder, daß der Mond einen synchronen Umlauf um Pluto hat, oder daß man schon vor der Entdeckung des Plutomondes dessen Umlauf beobachtete, aber die damit verbundenen Helligkeitsschwankungen für ein Kennzeichen der Rotation des Pluto hielt. Wenn letzteres tatsächlich zutreffen würde, könnten trotzdem nicht

- die Bahnlage, Halbachse und Exzentrizität der Mondumlaufbahn,
- das Albedoverhältnis von Pluto und seinem Mond,
- die Flächenhelligkeiten und daraus die Durchmesser beider Komponenten und deren Gesamtmasse

Abb. 1: Plutoaufnahme (mikroskopisch vergrößert) vom 2. 7. 1978 mit dem 155 cm-Teleskop der Flagstaff-Sternwarte. Die „Beule“ (Pos.-Winkel 350°) wurde als Mond (Charon) gedeutet. Foto: US Naval Observatory.

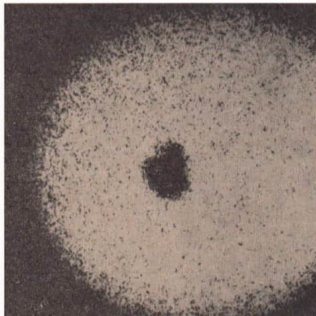
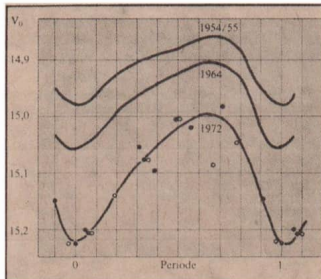


Abb. 2: Lichtkurven Plutos (reduziert auf die mittlere Oppositionshelligkeit und einen Phasenwinkel von 1°). Aus dem Helligkeitswechsel wurde die Rotationsperiode P zu 6^h38^m67^s abgeleitet. — Nach ZENIT 7 (1980), 2.



verbessert werden, weil der geringe Helligkeitswechsel durch mehrere Perioden nachgewiesen wurde und die sehr gestreuten Ergebnisse die Bahnelemente, Durchmesser und anderen Größen nur verfälschen würden. Dazu wurde Anfang der 70er Jahre eine Verdopplung der Amplitude auf 0^m22 der Helligkeitsschwankungen beobachtet, was vorerst als eine Inhomogenität und Verlagerung der Rotationsachse um über 50° des Pluto gedeutet wird. Daher ist bis heute noch nicht eindeutig entschieden, ob der Helligkeitswechsel auf die Rotation des Pluto oder auf den Umlauf seines Mondes zurückzuführen ist. Der Mond ist um rund zwei Größenklassen lichtschwächer als Pluto. Das läßt vermuten, daß der Mond in Bezug auf Pluto ein relativ großer Himmelskörper ist. Damit der Mond durchmesser kleiner als der von Pluto bleibt, muß der Mond eine Mindestalbedo von 14,26 % besitzen. Daher dürfte die Oberfläche des Mondes ebenfalls wie die von Pluto aus gefrorenen Gasen bestehen, woraus sich ein Durchmesserverhältnis von 100:39,8 (3146:1252 km) ergibt. So kann man vielleicht wie bei der Erde von einem Doppelplaneten sprechen.

Wenn die abgeleitete Entfernung vom Planeten zutrifft, hat der Mond mit 220 m/s die geringste Bahngeschwindigkeit der Planetenmonde und seine Halbachse entspricht etwa der Grenze, bei der die Entweichgeschwindigkeit größer als die mittlere Molekulargeschwindigkeit des Methans bleibt. Bei 43 K liegt die Grenze bei 28900 km und bei 62,2 K beträgt sie 20000 km (was der mit 60 K ermittelten theoretischen Gleichgewichtstemperatur Neptuns sehr nahekommt)¹⁾.

Mit der Halbachse der Bahn und der Umlaufzeit des Mondes läßt sich die Gesamtmasse des Pluto und seines Begleiters zu $1,55 \times 10^{22}$ kg berechnen, welche nur 21 % der Erdmondmasse oder 0,26 % der Erdmasse entspricht. Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, daß die Masse z. B. 86 bzw. 116 % des jetzt angenommenen Wertes erreichen kann, wenn die bisher errechnete Halbachse des Mondes mit einer Unsicherheit von nur 5 % ± 1000 km $\pm 0,045''$ behaftet ist (bei Bestätigung der bekannten Umlaufzeit).

Tabelle 1: Die Abhängigkeit der Gesamtmasse von Pluto und seines Mondes von der Bahnhälfte des Plutomondes (in % des heute angenommenen Wertes)

	(%)	80	90	95	98	100	102	105	110	120
Halbachse	(10 ³ km)	16,0	18,0	19,0	19,6	20,0	20,4	21,0	22,0	24,0
Masse	(%)	51,2	72,9	85,7	94,1	100,0	106,1	115,8	133,1	172,8

¹⁾ Der englische Theoretiker Lyttleton stellte 1936 die Hypothese auf, daß der Pluto ein früherer Mond des Neptun sei. Diese Hypothese wurde 1978/79 von amerikanischen Wissenschaftlern neu bearbeitet, wonach das Plutosystem bei der Trennung vom Neptun durch den Vorübergang eines massereichen unbekannten Himmelskörpers entstand. Durch die geringen Dichtewerte sowie der hohen Albedo von Pluto und seinem Mond wird diese Annahme gestützt, aus denen ersichtlich ist, daß Pluto und sein Mond ebenfalls wie die jupiterähnlichen Planeten aus leichten Elementen aufgebaut sind. Die Hypothese ist deshalb so interessant, weil diese Möglichkeit himmelsmechanisch fast unwahrscheinlich ist, aber nicht ausgeschlossen werden kann, und es sich daher bei Pluto primär gar nicht um einen Planeten im eigentlichen Sinne handelt.

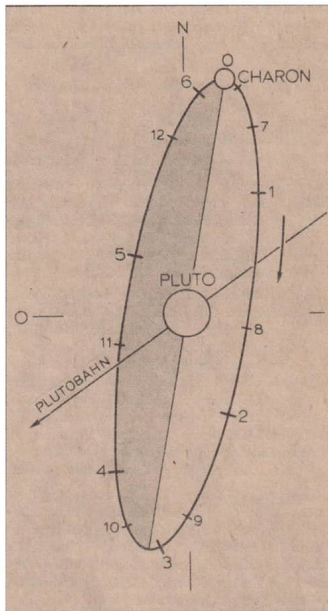


Abb. 3: Die wahrscheinliche Bahn des Mondes Charon um Pluto, als sich Pluto bei $\alpha = 13^h 17^m$ und $\delta = +10^\circ 27'$ befand. Die Positionen des Mondes Charon sind – beim Positionswinkel 350° beginnend – von Tag zu Tag (0...12) entlang seiner Bahn gekennzeichnet. – Nach O. Namba in ZENIT 7 (1980), 2.

Aus dem Durchmesser Verhältnis des Pluto zu seinem Mond läßt sich bei Annahme gleicher mittlerer Dichten ihr Massenverhältnis (100:6,3) berechnen. Durch diese Annahme können die auf Grundlage des Plutomondes gewonnenen physikalischen Daten des Pluto und des Mondes abgeschätzt werden:

	Pluto	Plutomond
Masse (10^{22} kg)	1,45	0,1
mittlere Dichte (g/cm ³)	0,89	0,89
Entweichgeschwindigkeit (km/s)	1,1	0,5
Schwerebeschleunigung (m/s ²)	0,4	0,17

Der geringen Dichte nach ist Pluto den jupiterähnlichen Planeten zuzuordnen.

Aus der Kenntnis über die Plutomasse ergeben sich auch erneute Konsequenzen für die 1915 veröffentlichten Berechnungen des Pluto, insbesondere für den Pluto-Ort. Nachdem andere Bahnelemente des Pluto berechnet wurden, zeigen die durch den Plutomond ermöglichten Erkenntnisse, daß die Plutomasse tatsächlich nur 0,04 % des von Lowell errechneten Wertes beträgt und somit auf keinen Fall für die verbliebenen Reste in den Störungen der Uranusbahn nach der Neptunentdeckung in Frage kommt. Als Lösung dieser Frage bieten sich zwei Möglichkeiten an:

1. Ein weiterer Planetoidenring in der Nähe der jupiterähnlichen Planeten, dessen Existenz schon in den 30er und 40er Jahren bei theoretischen Lösungsmöglichkeiten des obigen Sachverhaltes in Erwägung gezogen wurde und durch den 1977 entdeckten Kleinplaneten „Chiron“ zwischen Saturn und Uranus eine erste Stütze erhielt, oder (und ?)
2. Ein weiterer Planet jenseits des Pluto, der Transpluto, der durch seine riesige Entfernung zum Uranus eine sehr große Masse in der Größenordnung des Neptun oder Uranus haben müßte, damit seine auf Uranus ausgeübten Störungen (nach Lowell) nachweisbar sind. Außerdem hat sich durch die genauere Errechnung der Plutomasse die Wahrscheinlichkeit, daß es einen Transpluto gibt, erhöht. Durch den Vergleich der Ephemeriden des Pluto mit seinem tatsächlichem Ort bleibt seit seiner Entdeckung eine konstante Differenz von 0,9" in Deklination und 0,4 s in Rektaszension, aus der man auf einen noch unbekannten Himmelskörper jenseits der Plutobahn schließen kann.

Schon wenige Jahre nach der Entdeckung des Pluto sprach man auf Grund seiner Entdeckungsgeschichte von einem möglichen Transpluto. Und auch gegenwärtig ist dieser zehnte Planet unseres Sonnensystems häufig im Gespräch bei internationalen astronomischen Kongressen. In Bezug auf die Titius-Bodesche-Reihe wäre der Transpluto mit der Laufzahl 8 in einer Entfernung von 77,2 AE zur Sonne zu finden. Bis heute gibt es mehrere Positionsrechnungen des Transpluto und seiner Größe (z. B. von Forbes, Strubell, Kritzinger, Schütte, Brady und Tschebotjarow). Hier soll nur auf drei Beispiele eingegangen werden.

H. H. Kritzinger berechnete auf Grund neuerer Untersuchungen von Kometenbeobachtungen die Bahnelemente von fünf weiteren Planeten jenseits des Pluto. Diese Annahme beruht auf Beobachtungen von 27 Kometen, für die ähnliche Apheldistanzen gefunden wurden. Das läßt auf fünf weitere Kometengruppen schließen, weil die bisher bekannten Kometen-Familien immer in der Nähe der massereichen Riesenplaneten unseres Sonnensystems vorkamen.

Tabelle 2: Ausgewählte Bahnelemente der von H. H. Kritzinger berechneten fünf transplutonischen Planeten

Transplutonischer Planet	große Halbachse (AE)	Umlaufzeit (a)	Neigung °	Mitglieder der Kometen-Familie
Hades	53,4	389,9	30,6	5
Persephone	77	675,7	38	8
Minos	123	1365	50	5
Teiresias	201	2857	21,8	4
Charon	285,3	4819	24,9	5

Nach Meinung von H. H. Kritzinger ist Hades (Tab. 2) wahrscheinlich der von W. H. Pickering berechnete Transneptun.

Der amerikanische Astronom J. L. Brady legte nach umfangreichen Bahnberechnungen seine Ergebnisse zum Transplutoproblem vor. Grundlagen seiner Berechnungen bilden die letzten sieben Periheldurchgänge des Halleyschen Kometen, insbesondere die durch Störungen hervorgerufenen Veränderungen seiner Umlaufbahn. Die Masse des Transpluto soll mit 0,0009 Sonnenmassen der des Jupiter gleichkommen. Nach seiner Meinung besitzt der Transpluto eine Halbachse von 60 AE bei einer Exzentrizität $e = 0,07$.

Nach den vorausgerechneten Koordinaten unter den Sternen wurde der Transpluto am Nachthimmel gesucht, bisher aber ohne Erfolg. Mit dem 33 cm-Astrograph des Greenwicher Observatoriums wurde

ein 7^o großes Gebiet im Juni und Juli 1972 systematisch abgesucht, wobei Sterne bis 16^m erfaßt wurden. Zweifelhaft blieb die vorausberechnete Helligkeit von 13^m bis 14^m (wegen der damals falschen Plutodaten für Durchmesser, Masse und Albedo), da man ein solches Objekt bei der Eigenbewegungsdurchmusterung im Lowell-Observatorium entdeckt hätte und durch seine riesige Masse und die große Bahnneigung (120°) würde der Transpluto auch auf die Bereiche des inneren Planetensystems merkliche Störungen ausüben.

Auf der XVI. Generalversammlung der IAU (Grenoble, 1976) teilte Dr. G. Tschebotarjow seine Ergebnisse mit. Er und weitere Mitarbeiter des Leningrader Instituts für theoretische Astronomie stützten sich bei ihren Rechnungen auf den Kometen 1862-III. Mit einer Halbachse von 54 AE soll der Transpluto einen Durchmesser und eine Masse haben, die der Erde entsprechen. Sie vermuten einen weiteren massereichen Planeten in einer Entfernung von 100 AE zur Sonne. Diese Annahme beruht auf Beobachtungen von 11 Kometen im vorigen Jahrhundert, für die auffallend ähnliche Aphelidistanzen gefunden wurden. Dr. G. Tschebotarjow glaubt, daß sich aus der komplizierten mathematischen Ableitung der Bahn des Kometen 1862-III für dessen Wiederkehr im Jahre 1982 durch den Vergleich mit der tatsächlichen Bahn des Kometen am Himmel ein positives Ergebnis für die Existenz der beiden hypothetischen Planeten ergibt.

Bei der weitaus größten Anzahl der Berechnungen bilden Kometen die Grundlage. Wegen ihrer im Vergleich zu den Planeten kleinen Massen unterliegen ihre Bahnen Störungen, deren sorgfältige Analyse einen Nachweis des Transpluto ergeben kann. Daß trotzdem die Ergebnisse noch so unterschiedlich ausfallen, liegt daran, daß die meßbaren Störungen der äußeren Planeten infolge ihrer riesigen Entfernungen sehr gering sind und die hieraus resultierenden Unsicherheiten bei der Berechnung des Transpluto relativ groß werden. Außerdem müßten die bisherigen Berechnungen noch einmal überprüft und korrigiert werden, da die für die Berechnung benutzte Plutomasse viel zu groß war und Pluto künftig bei Kometenbahnberechnungen fast unberücksichtigt bleiben kann. Die Berechnungen weisen auch noch weitere Fehlerquellen auf. Die schon im 19. Jahrhundert beobachteten Kometenerscheinungen sind teilweise mit Fehlern behaftet, die sich besonders bei der Bestimmung der Exzentrizität bemerkbar machen, wodurch die Umlaufzeiten dieser langperiodischen Kometen sehr unsicher sind. Deshalb können nicht alle Kometen eindeutig den vermuteten Kometenfamilien zugeordnet werden. Außerdem ist es möglich, daß der Transpluto infolge seines möglichen kleinen Durchmessers und wegen einer geringen Albedo eine geringere Helligkeit besitzt, wodurch auch weiterhin seine Identifizierung hinausgezögert werden könnte. Die Suche würde auch durch eine große Bahnneigung und eine geringe Masse, sowie durch die Existenz eines weiteren Planetoidenringes erschwert werden, falls die auf andere Himmelskörper ausgeübten Störungen nicht sogar unter der Nachweisgrenze liegen.

Bisher befindet sich auch noch keine interplanetare Raumsonde auf einem Erkundungsflug zum Pluto; mit dem Start einer solchen Sonde ist erst im letzten Jahrzehnt des 20. Jh. zu rechnen und die Sonde wird dann nach etwa 19 Jahren Flugdauer den Pluto erreicht haben. Man muß sich also noch im 20. Jh. auf Beobachtungsergebnisse stützen, die hier von unserer Erde stammen.

Bemerkungen zu Projekten bürgerlicher Wissenschaftler über die bemannte Raumfahrt

KLAUS MARQUART

Seit einigen Jahren besteht bei unseren Bürgern ein starkes Interesse, über Entwicklungstendenzen in Wissenschaft und Technik und über Entwicklungsprobleme der menschlichen Gesellschaft informiert zu werden und sachkundige Antwort auf sie interessierende Fragen zu erhalten.

Dieses Interesse ist um so auffallender, je deutlicher bestimmte Prozesse innerhalb der menschlichen Gesellschaft, genannt seien hier nur Bevölkerungswachstum, Energiekrisen und Rohstoffverknappung, anscheinend eine Zuspitzung erfahren und um so mehr „exotische“ Mittel und Wege, wie etwa die Raumfahrt, die Kernfusion, eine Geburtenkontrolle oder eine Übersiedlung ins Weltall, mit deren Hilfe diese Zuspitzungen bzw. Krisen in den betreffenden Bereichen eventuell abgebaut werden könnten, bekannt werden. Die genannten „exotischen“ Mittel besitzen darüber hinaus noch die Eigenschaft, von jedem Bürger weder ihrem Wesen nach, noch von ihrer Bedeutung her ganz real eingeschätzt werden zu können.

Das scheint auch die Ursache dafür zu sein, daß Informationen und Veröffentlichungen über Pläne und Projekte der bemannten Raumfahrt weit über den Kreis der sonst raumfahrtinteressierten Leser hinaus starke Beachtung finden. Häufig sind Publikationen mit dieser Problematik dann im Anschluß an Vorträge oder Kolloquien Anlaß reger Diskussionen und heißer Kontroversen.

Nicht selten allerdings entsteht bei diesen Auseinandersetzungen der Eindruck, daß die Sachkenntnis der Teilnehmer kaum im angemessenen Verhältnis zu ihrer Begeisterung zu stehen scheint. An diesem Umstand sind Presse, Funk und Fernsehen jedoch nicht ganz schuldlos.

Muß man einerseits Zeitungen wie „Freie Welt“ und Zeitschriften wie „Jugend und Technik“, „Fliegerrevue“ und „Astronomie und Raumfahrt“ bescheinigen, daß sie an einer eingehenden Information ihrer Leser im Rahmen des Möglichen interessiert sind, so fehlt andererseits leider häufig die kritische Wertung, die angesichts der Veröffentlichung manch utopischer und spekulativer Raumfahrtvorhaben überaus notwendig wäre.

Als Beispiel für eine solche Praxis kann das Heft 3/77 von „Astronomie und Raumfahrt“ genannt werden. Dort lassen sich nach „ERNO-aktuell“ und nach „PdSU“ eine Meldung zum Thema „Raumkolonien für Zehntausende?“ und ein dazu passender Kommentar des sowjetischen Kosmonauten Feoktistow finden. Abgesehen davon, daß die erste Information als Kurzbericht so abgefaßt wurde, daß das Fragezeichen in der Überschrift als überflüssig empfunden wird, läßt der Ausspruch Feoktistows das Projekt in einem Licht erscheinen, in das es ohne Zweifel absolut nicht gehört.

Bekannte Wissenschaftler erweisen sich, zumal wenn sie auf internationalem Parkett um ihre Meinung zu Projekten anderer Kollegen gefragt werden, als überaus höfliche Menschen, wobei eine solche Haltung gewöhnlich mehr über die charakterlichen Qualitäten des Befragten, denn über die Qualität des betreffenden Projektes aussagt.

Untersuchen wir, wie groß die Höflichkeit Feoktistows in vorliegendem Falle war, als er verlauten ließ, daß der Entwurf für die Weltraumsiedlung durchaus realistisch erscheine.

Mit den Überschriften „Millionenstädte im Weltraum“, „Unter den Sternen eine Welt ohne Grenzen“, „Siedlungen im Kosmos“ findet man in bürgerlichen Zeitungen und Zeitschriften seit Jahren immer häufiger Exklusiv-Artikel und Kommentare. Natürlich haben die gewaltigen Fortschritte in Wissenschaft und Technik sowie die aufsehenerregenden Ergebnisse der Raumfahrt sehr viel dazu beigetragen, den Diskussionen über solche Themen eine gewisse reale Grundlage zu geben. Der Wunsch der Menschen, unseren Planeten einmal zu verlassen, ist zumindest so alt, wie es Menschen gibt, denen es aus bestimmten Gründen auf unserer Erde nicht gefallen konnte oder durfte, die glaubten oder glauben sollten, woanders wäre es schöner, besser, lebenswerter. Daß es darüber hinaus schon immer Neugierde und auf Abenteuer Versessene gab und gibt, schmälert das Hauptmotiv nicht.

Auffällig ist, daß es sich bei den bisher bekanntgewordenen Plänen und Projekten der Übersiedlung ins Weltall fast ausschließlich um Evakuierungs-, Überlebens- und Fluchtpläne handelt. Dies scheint sicher auch die Ursache dafür zu sein, daß die geistigen Väter dieser Vorhaben ausnahmslos in der westlichen Welt zu Hause sind.

Das zweifellos kühnste Projekt stammt von O'Neill, Professor an der amerikanischen Princetown-Universität. Er und sein Mitarbeiter gelangten bereits 1973 zu der Auffassung, daß wir „... einen Punkt erreicht haben, an dem wir draußen komfortablere, produktivere und attraktivere Wohnstätten als auf der Erde bauen könnten.“

Eine ungewisse Energie- und Rohstoffzukunft, so meint O'Neill, werde die Menschheit schon um die Jahrhundertwende dazu zwingen, das Sonnensystem zu kolonisieren. Nach seiner Auffassung bleibt den Erdbewohnern, die durch Atom- und Umweltkatastrophen sowie Überbevölkerung bedroht seien, nur ein einziger Rettungsweg: Die Flucht in den Weltraum!

Zunächst seien die geplanten Städte im Weltall ein rein amerikanisches Risiko. Nach dem Gelingen sollten sich allerdings einige oder mehrere Nationen an diesem Unternehmen beteiligen. Und dann wörtlich: „Denn die Rettung der Menschheit vom All aus darf nicht nur einer Nation aufgebürdet werden.“

Bei O'Neill's Raumkolonien handelt es sich fürs erste um eine radförmige Station für 10000 Bewohner, ständig 385 000 km von der Erde und vom Mond entfernt, mit einem Durchmesser von 1800 m und, ohne Abschirmmaterial gegen kosmische Strahlung, einer Masse von 500 000 Tonnen. Diese seine kleinste Ausführung einer Welteininsel könnte aber auch aus zwei parallelen Zylindern mit je 200 m Durchmesser und einem Kilometer Länge bestehen. Der amerikanische Professor vertritt dabei die Auffassung, daß diese erste Version bereits 1988 (!) Wirklichkeit sein könnte. Das Rohmaterial dafür soll ausschließlich vom Mond beschafft werden.

Über weitaus größere Projekte für 150 000 und eine Million Siedler will O'Neill im Jahre 2008 die Endausführungen für 20 Millionen Menschen im All gebaut haben.

Allerdings gibt er in seinem 1977 erschienenen Buch „Unsere Zukunft im Raum“ für den Zeitpunkt der Realisierung der ersten Station „bei schnellem Entwicklungsablauf“ bereits die Mitte der 90er

Jahre an und wählt für alle danach folgenden Projekte nur noch Jahresangaben in bezug auf die Fertigstellung dieser ersten Version. Seine Vorstellungen fanden dabei in folgender Tabelle ihren Niederschlag:

Jahre nach Fertigstellung der Version 1	Anzahl der Bevölkerung im Weltall	Jahre nach Fertigstellung der Version 1	Anzahl der Bevölkerung im Weltall
10	290 000	25	68 Millionen
15	1,5 Millionen	30	681 Millionen
20	9,2 Millionen	35	7,8 Mrd.

Die Beschreibung der dritten Version, immerhin könnte in einem solchen Zylinder die gesamte Bevölkerung der DDR gut untergebracht werden, übertrifft alles, was noch mit dem Begriff utopisch zu bezeichnen ist: Innerhalb des Großzylinders gibt es blauen Himmel mit weißen Wolken und gelegentlichen Regenschauern, in Parks findet man Tiere und Pflanzen. Für die Milcherzeugung werden Kühe gehalten, Hasen dienen gleichzeitig als Abfallverwerter, Düngelieferant und Fleisch-erzeuger. Zur Erholung werden Wälder und zum Fischen und Segeln Gewässer angelegt. Die Wohnungen der Siedler besitzen kleine Vorgärten, in denen dank der idealen Witterungsbedingungen exotische Pflanzen gedeihen. Es gibt kein Ungeziefer und keine Luftverschmutzung. Die halbkugeligen Endkappen des Zylinders lassen sich als Gebirgslandschaft gestalten, so daß Bergsteigen ebenso möglich wäre wie Skifahren und Rodeln. Bergsteiger würden beim Aufstieg zur Rohrmittle hin feststellen, daß sie sich infolge der abnehmenden Schwerkraft immer leichter fühlen und am Gipfel sogar schwerelos sind.

In niederen Höhen würden es die atmosphärischen Daten erlauben, daß sich die Siedler mit künstlichen Schwingen aus eigener Kraft vorwärtsbewegen. Das Sonnenlicht würde dosiert hereingelassen und gestattete drei Ernten im Jahr. Der Hunger auf der Erde werde der Vergangenheit angehören. Die Weltraumbesiedlung schaffe neues Land, neuen Lebensraum für Millionen, vergleichbar mit den Ländern der Erde. Es wäre sogar eine Größe bis zum 3000fachen (!) der irdischen Länder denkbar. Das ganze Unternehmen sei technologisch wie auch von den Kosten her nicht unrealistisch.

In der Fachwelt, auch in der westlichen, hat sich jedoch längst die Auffassung durchgesetzt, daß sich O'Neill für die Verwirklichung seiner Projekte bei der Zeitangabe um mindestens 100, wenn nicht sogar um 150 Jahre geirrt habe und die Kosten das Hundert-, möglicherweise das Tausendfache der von ihm angegebenen Summe betragen würden.

Das wirft die Frage auf, warum, wenn die Besiedlung des Weltraums kaum vor dem Jahre 2100 erfolgen kann, wird von O'Neill und seinen Projekten soviel Aufhebens gemacht?

Die Großbourgeoisie als herrschende Klasse läßt bekanntlich, ebenso wie das in jeder Ausbeuterordnung bisher geschah, ihre Bürger bewußt über die Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten in Natur und Gesellschaft im unklaren. Sonst müßte sie zugeben, daß viele auf der Erde ungelöste Probleme ihrem profitorientierten Gesellschaftssystem zuzuschreiben sind. Deshalb Propaganda z. B. für eine Flucht von einer verschmutzten Erde ins Weltall.

Beharrlich wird auch das Gerücht von einer Übervölkerung unseres Planeten genährt, aus der sich zwangsweise Nahrungsmittelknappheit und Hungersnöte ergeben müßten. Abgesehen davon, daß Natur- und Gesellschaftswissenschaftler davon überzeugt sind, daß sich in absehbarer Zeit die Bevölkerungszahl auf der Erde auf eine konstante Höhe einpegeln wird, – die bereits seit Jahren andauernde und sich noch etliche Jahrzehnte fortsetzende Bevölkerungsexplosion in den Entwicklungsländern findet eine Erklärung im Widerspruch zwischen alter, überlebter Ideologie („Wen Mohamed liebt, dem schenkt er viele Kinder“) und gegenüber früher wesentlich verbesserten Lebensbedingungen, – durch diese unwissenschaftliche Prognose soll lediglich davon abgelenkt werden, daß die Großbourgeoisie zwar Spenden für die Hungernden in der Welt erbettelt, zugleich aber jedes Jahr Millionen Tonnen Lebensmittel vernichtet und die eigenen Anbauflächen drastisch reduziert.

Was also soll die Aussicht auf drei Weltraumernten im Jahr? Die herrschenden kapitalistischen Kreise propagieren die unrealen Pläne O'Neill's vor allem, um ihre Menschen davon zu überzeugen, daß die Widersprüche, mit denen sie leben, keineswegs auf der Erde selbst, sondern erst im Weltraum gelöst werden können.

Diesen falschen, den Interessen der Erdbewohner absolut nicht entsprechenden Auffassungen schließen wir uns verständlicherweise nicht an.

Dennoch existieren auch in unserer Weltanschauung reale Gründe und vernünftige Argumente für eine Besiedlung des Weltraums durch den Menschen. Allerdings ist dabei weder eine versuchte, ausgeplünderte oder übersiedelte Erde der Anlaß, noch das nächste Jahrhundert der Zeitraum, in dem diese Besiedlung in größerem Maßstab geschieht.

Nach und nach werden, in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte, die Menschen dort draußen Energie und Materialien in großen Mengen produzieren, ohne damit die irdische Umwelt zu belasten.

Die Erde wird noch für eine lange Zeit unsere natürliche Heimat bleiben, ungeachtet dessen, daß in ferner Zukunft Menschen mit einer Technik, die wir uns noch nicht vorzustellen vermögen, im Welt-raum neue Ziele und andere Lebensbereiche (sicher neben den alten) erschließen werden. Wenn man also O'Neill und seine Pläne bei uns heute publiziert, so sollen und dürfen kritische Anmerkungen zu seinen Realisierungsvorstellungen und zu den gesellschaftlichen Hintergründen auf keinen Fall fehlen.

Ähnlich viele Beiträge wie zur Übersiedlung der Menschheit ins Weltall finden sich in der Literatur zum Problem der schwindenden Erdressourcen und zur Ersatzbeschaffung aus anderen Gegenden unseres Planetensystems, wobei vor allem die Planetoiden Erwinigung finden. Während O'Neill den Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter als weiteres Siedlungsgebiet erschließen möchte und davon spricht, einige dieser Kleinkörper in die Nähe der Erde zu bugsieren, vertreten andere amerikanische Wissenschaftler einen Bergbau im Weltraum.

Zum Asteroidentransport soll hier nur vermerkt sein, daß Raumfahrtexperten ihn wegen des unvorstellbar hohen Energiebedarfs, der zu den erwähnten Bahnänderungen erforderlich wäre, weit in die Zukunft verbannen; zum Erzbergbau im Weltraum soll hier ohne jeden Kommentar der Pressebericht (Die Welt vom 25. 3. 1976) über eine NASA-Konferenz zitiert werden:

„Ingenieure sehen Chance für Erzbergbau im Weltraum! Für die Wissenschaftler und Wirtschaftler, die zur NASA-Konferenz über den neuesten Stand der Mondforschung nach Houston gekommen waren, hing der Himmel voller Metalle. Bergbau im Weltraum ist möglich, erklärte Thomas B. McCord, Astrophysiker am Massachusetts Institute of Technology, Eisen, Nickel und andere Metalle könnten auf Asteroiden abgebaut und zur Erde verschifft werden. Es gibt keine unlösbaren technischen Probleme auf diesem Gebiet.

– Danach könnten jährlich Metalle im Wert von 140 Milliarden Dollar gewonnen werden;

– ein Kubikkilometer Asteroidenmaterials könnte den Weltbedarf an Eisen für 15 Jahre, den von Nickel für 1250 Jahre decken.

Um den Weltraum-Bergbau zu betreiben – so die Vorstellung der Wissenschaftler – müßten Tausende von Arbeitern auf den abbaufähigen Asteroiden stationiert werden. Mittels großer Solarschmelzöfen würden die Metalle zu Barren geformt, die von gewaltigen Raumfähren abgeholt würden. Jede Raumfähre könnte bis zu 100 Millionen Tonnen Metalle auf einmal befördern.

Vom Abbaugbiet bis zur Erdkreisbahn wäre ein solcher Raumtransporter rund ein Jahr unterwegs.

In Weltraumfabriken auf der Erdkreisbahn sollen die Metalbarren erneut geschmolzen werden. Dieser Masse würde ein Gas beigeworfen, so daß leichte Metallschaum-Blöcke entstehen. Sie sollen von der Erdkreisbahn aus in die Erdatmosphäre „abgeworfen“ werden und – wie bisher alle zurückkehrenden US-Raumschiffe – im Meer landen.“

Neben den erwähnten Vorhaben, die nach Aussagen innerer geistigen Väter aus „Sorge um die Zukunft der Menschheit“ entstanden sein sollen, existieren in der kapitalistischen Sphäre unseres Planeten aber auch Projekte, an deren kommerzieller Natur ihre Schöpfer von vornherein keinen Zweifel aufkommen ließen.

So liest man, daß Universitäten im All, Krankenhäuser und Sanatorien in der Erdumlaufbahn, Weltraumtouristik mit Hotels und Ausflugszentren sowie andere Unternehmen auf Gebieten wie Unterhaltung und Kunst zu nutzende Möglichkeiten seien, an die uns die schrittweise Erschließung des Weltalls heranführen würde. Sogar Inserate lassen sich schon finden, in denen ab 1983 für 675 000 D-Mark je Person ein zweiwöchiger Aufenthalt in der Erdumlaufbahn angeboten wird.

In Weltraumkrankenhäusern versprechen in der Tat zwei auf der Erde nicht gegebene Umweltbedingungen gute Heilmöglichkeiten: die Schwerelosigkeit und die Strahlung aus dem Raum. Die medizinischen Dienste stünden zwar zunächst einmal den aktiven Raumfahrern zur Verfügung, könnten aber ohne weiteres auch auf andere Patienten ausgedehnt werden. Behandlungen in der Schwerelosigkeit erscheinen vor allem bei teilweisen Lähmungen, schweren Verbrennungen, Druckgeschwüren, Kreislaufstörungen und solchen Krankheiten angebracht, bei denen die irdische Schwerkraft einer Heilung hindernd im Wege steht. Auch könnten Körperbehinderte zunächst im schwerelosen Zustand und später bei allmählich steigender Schwerkraft zunehmend den Gebrauch ihrer Gliedmaßen trainieren.

Der Leiter der Abteilung Raumfahrtprojekte bei der NASA, von Puttkammer, scheint sich allerdings vollkommen darüber klar zu sein, daß die amerikanische Weltraumbehörde kaum jemals über die Gelder zum Aufbau großer medizinischer Einrichtungen im Weltraum verfügen wird. Daher hält er in seinen wissenschaftlichen Veröffentlichungen nach der Aufzählung aller Vorzüge einer medizinischen Betreuung im Kosmos die Empfehlung für angebracht, daß ein solches Krankenhaus durchaus als Geschäftsunternehmen von privater Hand betrieben werden könnte. Patienten, die ohne weiteres bis zu 5000 Dollar Pflegegelder pro Tag zu zahlen bereit wären, gäbe es genügend.

Vor allem um Geschäfte geht es auch in allen bekanntgewordenen Plänen von einem „Ferienziel Weltraum“. Es besteht nach Kraft-Ehrliche absolut kein Grund, daß Unterhaltung, Spiel, Sport und Erholung im Reizklima des Weltraums nicht ebenso Handelsgut werden könnten, wie dies in Form der Touristik auf der Erde der Fall ist. Er glaubt, daß „... der Touristenschlag, der heute im Herzen Afrikas auf Safari geht, auch in den Weltraum vordringen wird, sobald dort sichere Einrichtungen

vorhanden sind, in denen Bildung, etwas Nervenkitzel und das Prestige des Dortgewesenseins preiswert zu haben sind“.

In der Fachliteratur findet man, allerdings meist als theoretische Erörterungen niedergeschrieben, eine Zusammenstellung der Umweltcharakteristika, die ein Hotel im Raum attraktiv machen würden. Genannt werden dabei u. a. eine einstellbare Schwerkraft und variierbare Sonneneinstrahlung sowie eine Weltraumschau und ein veränderbarer Tagesrhythmus. Dem stünden, so die Fachzeitschrift, allerdings in Form von eventuell entstehender Platzangst, erhöhter Gefahr, sehr steriler und künstlicher Umgebung und stark reduzierter persönlicher Freiheit auch sehr abstoßende Eigenschaften gegenüber.

Man kann sicher sein, daß auf Werbetexten, die es dann in Zukunft geben würde, diese Nachteile bestimmt nicht als Schlagzeilen gedruckt erscheinen.

Bei Kraft-Ehricke sind für das Touristenzentrum reihenweise Attraktionen vorgesehen, von denen besonders die sogenannten „Dynarien“ Beachtung verdienen. Ein Dynarium entspricht etwa dem Hallenschwimmbad in großen irdischen Hotels. An die Stelle des Wassers tritt der schwerelose Raum. Wie in einem dreidimensionalen Schwimmbecken kann der Feriengast schwebefrei schweben, Kapriolen schlagen, sich mit der Brise der Klimaanlage treiben lassen oder von Wand zu Wand schnellen. In einem zweiten Dynarium würde dagegen eine geringe Schwerkraft herrschen und damit neue Effekte zulassen. Hier könne der Mensch mit eigener Muskelkraft fliegen oder nie gesehene Sportarten ausüben, etwa Rauntennis, dreidimensionalen Fußball oder Kegeln.

Neben den Dynarien will Kraft-Ehricke rundverglaste Aussichtsplattformen schaffen, ferner einen Raumzoo und einen botanischen Garten, in denen Lebewesen anderer Welten (!) gezeigt werden, aber auch solche der Erde, die in der Schwerelosigkeit ungewöhnliche Formen angenommen oder durch Strahlungen Mutationen durchgemacht haben. Nicht zuletzt stehen verglaste Aussichts„boote“ zur Verfügung, die für Rundflüge in den Weltraum gemietet werden können. Über die Kosten, es werden für 14 Tage über 100000 Dollar pro Person genannt, steht bei Puttkammer, daß „... wie seit alters her auf der Erde ein solcher Urlaub im Raum besonders den Familienvätern teuer zu stehen kommen würde.“ Gewiß sollte man sich auch auf dem Gebiet der Raumfahrt hüten, etwas als nicht machbar hinzustellen. Sicher wird es im nächsten Jahrhundert Raumstationen geben, die von der Größe und vom Aufbau her den hier beschriebenen ähnlich sein werden. Ihre Aufgaben und ihr Verwendungszweck dürften jedoch mit den ihnen von Kraft-Ehricke und Puttkammer zugeordneten kaum übereinstimmen. Die gesellschaftlichen Verhältnisse werden zweifellos im nächsten Jahrhundert weitaus fortschrittlicher gestaltet sein als heute und es kaum noch zulassen, daß, solange nicht alle Bewohner unserer Erde menschlich und gut leben können, einige wenige Bürger dieses Planeten dreidimensionalen Fußball im Weltraum spielen werden.

Kosmos und Entwicklung III

Entwicklungskriterien

FRITZ GEHLHAR

Veränderung und Entwicklung (zur Fragestellung)

Spricht der Astronom von „Entwicklung“ oder „Evolution“, dann meint er in der Regel den Sachverhalt, daß die Objekte seiner Wissenschaft sich *verändern*, eine Aufeinanderfolge von unterschiedlichen Zuständen durchmachen. So antworten beispielsweise J. Schmid-Burgk und M. Scholz in „Der Urknall“ auf die Frage „Was heißt Entwicklung des Kosmos?“:

„Hierunter versteht der Astronom die Aufeinanderfolge von verschiedenen Zuständen des Universums, die sich im Verlauf von Milliarden Jahren auseinander gebildet haben...“ [1], S. 278.

In der Philosophie hat sich dagegen ein in stärkerem Maße differenzierterer Sprachgebrauch herausgebildet. Die Veränderungen werden in quantitative und qualitative unterschieden. „Entwicklung“ nun wird als Bezeichnung für *qualitative* Veränderungsprozesse, in denen Zustände, Eigenschaften usw. einer *höheren* Qualität entstehen, benutzt¹⁾. (vgl. z. B. [2], [3].)

Derzeit finden intensive philosophische Diskussionen zu der Frage, worin die Kriterien für eine *höhere* Qualität bestehen, statt. Diese Erörterungen gehen einerseits von Problemen der biologischen und der gesellschaftswissenschaftlichen Entwicklungslehre aus. Andererseits rühren sie aus Aspekten der philosophischen Entwicklungstheorie selbst her. Die Grundgesetze der materialistischen Dialektik nämlich charakterisieren zwar allgemeine, wesentliche Aspekte jeder Entwicklung²⁾; sie benutzen aber den Begriff der höheren Qualität, ohne ihn zu erklären.

Es gibt, wie schon vermerkt ([5], S. 106), Diskussionen im Rahmen der philosophischen Entwicklungslehre, von denen noch nicht oder ungenügend klar ist, welche Bedeutung sie für die Aufklärung kosmogonischer Probleme haben. Als ich im Manuskript zu [4] die Erörterungen um die Entwicklungskriterien zu diesen rechnete, reagierte ein namhafter Astronom der DDR auf diese Bemerkung, indem er betonte, daß es im Kosmos selbstverständlich *Höherentwicklung* gäbe, daß diese die Veränderung kosmischer Verhältnisse in Richtung auf die Existenzbedingungen des Menschen sei.

Natürlich kann man alle Prozesse im Kosmos unter dem Gesichtspunkt betrachten, inwiefern aus ihnen die Voraussetzungen für das Entstehen von Leben und Zivilisation hervorgehen. Damit hat man ein handhabbares Kriterium zur *Verfügung*, mit dem alle Prozesse im Kosmos bewertet, in Prozesse der Entwicklung, der Rückentwicklung (des Regresses, der Degradation, der Zerstörung) beziehungsweise der Stagnation (des Kreislaufs) eingeteilt werden können. Allerdings steckt in diesem Herangehen auch eine gewisse Problematik. Wir machen mit ihm den *Menschen* zum „Maß aller Dinge“ im Kosmos. In bestimmtem Sinne ist er dies auch – nämlich für uns selbst, in Bezug auf unsere Existenzbedingungen ... Wir betreiben *als Menschen* Wissenschaft. Auch die astronomischen Erkenntnisse sind „gebrochen“ durch unsere menschliche *Erkenntnis* –, ihre Wertung ist bestimmt durch die *Existenzbedingungen* der menschlichen Gesellschaft. Das ändert nichts an ihrem objektiven Charakter³⁾. Wir widerspiegeln die Naturgesetze mit unseren spezifisch menschlichen, u. a. auch an unsere Stellung im Kosmos gebundenen Erkenntnismitteln. Aber in dieser Widerspiegelung erfassen wir die notwendige, allgemeine und wesentliche Bindung bestimmter Typen von Zusammenhängen an bestimmte Bedingungen.

Im Sinne dieser Bemerkungen widerspricht also die Bewertung der Prozesse im Kosmos danach, ob sie zu den Existenzbedingungen des Menschen hinführen oder nicht, durchaus nicht einem wissenschaftlichen Herangehen.

Es wird jedoch auch die Frage gestellt, ob ein derartiges Entwicklungskriterium für alle Belange ausreichend, ob es umfassend genug ist. Mit dem genannten Kriterium legen wir an die verschiedensten Prozesse einen Bewertungsmaßstab an, der an diese Prozesse gleichsam *von außen* herangetragen wird, nicht aus dem Wesen, der Beschaffenheit und den Existenzbedingungen der sich verändernden Systeme selbst gewonnen ist. Muß man nicht – wie sich unlängst ein Philosoph ausgedrückt hat – die „Maßstäbe in den Objekten selbst“ suchen? (vgl. [4], S. 88).

Zwei unterschiedliche Wege des Herangehens an die Gewinnung von Entwicklungskriterien stehen also zur Debatte. Der eine geht vom Menschen aus, betrachtet ihn von vornherein als höchstes Entwicklungsprodukt der Materie und sieht demzufolge in denjenigen Veränderungen, die zum Menschen hinführen, die Prozesse der Höherentwicklung. Nach dem anderen wird versucht, einen allgemeineren Maßstab zum Vergleich unterschiedlicher Zustände in der Veränderung eines materiellen Systems oder des Vergleiches beliebiger unterschiedlicher Systeme zu finden, ohne auf den Menschen Bezug zu nehmen. Welche dieser Verfahrensweisen wird für die Astronomie von methodologischer Bedeutung sein? Zunächst sieht es so aus, als ob es nur die erstgenannte ist.

Entfernung vom „Goldenen Zeitalter“ oder Menschheitsfortschritt?

Betrachten wir die Überlegungen, in denen das Problem der Höherentwicklung im Zusammenhang mit der Kosmosforschung eine Rolle spielt! Wir finden, daß gerade hier der Bezug auf die Existenz der Menschheit als Kriterium verwandt wird, – und dies oft mit einem recht dramatischen Akzent. Es sei an den Artikel von Schklowski über die mögliche alleinige Existenz unserer irdischen Zivilisation in einem größeren kosmischen Bereich erinnert [7]. Er wurde ja von Lesern der „Astronomie und Raumfahrt“ lebhaft diskutiert. Wie in diesem Artikel drehen sich viele Debatten um die *Frage der „kosmischen Zukunft der Menschheit“*.

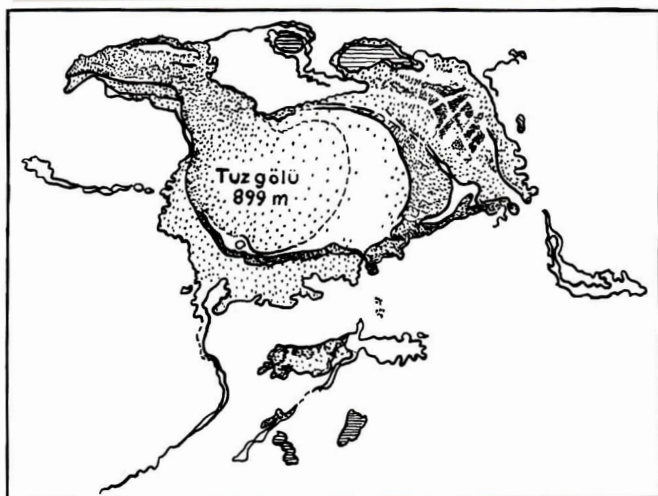
Dabei geht es oft um die *Weiterentwicklung* in dem Sinne, daß die menschliche Zivilisation ihre kosmische Umgebung erschließen und damit eine *höhere* Qualität erreichen muß, um *weiterbestehen*, überleben zu können. Daran mag vieles übertrieben sein. Was genau, das können wir heute noch nicht mit Sicherheit sagen. Gewiß ist aber, daß die Erschließung des Kosmos durch die Raumfahrt immer mehr zu einem wesentlichen Aspekt des gesellschaftlichen Fortschritts wird (vgl. [8], [9], [10], [11]).

Bildseiten I – III zum Beitrag S. 161

Abb. 3: Untersuchungen des Bildungsprozesses aller wesentlichen Typen von konvektiver Bewölkung unter dem Einfluß unterschiedlicher ozeanologisch-meteorologischer Bedingungen in einem relativ kleinen Gebiet (Bahama Inseln).

Abb. 4 a und b: Untersuchung von Prozessen der Salzausscheidung und Bodenversalzung (Gebiet des Tuz-Sees in Zentralanatolien, Türkei).





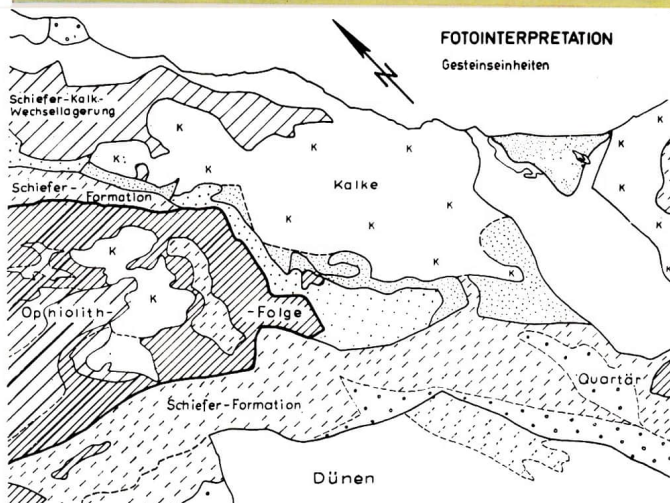
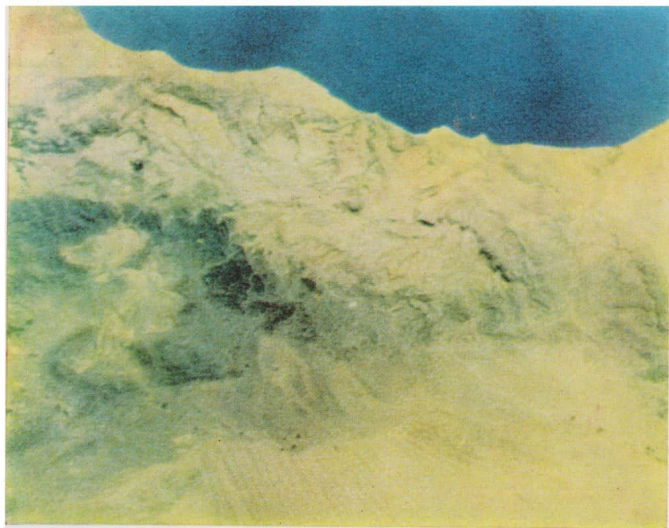


Abb. 5a und b: Untersuchung unterschiedlicher Gesteinseinheiten in einer ariden Gebirgslandschaft (Nordost-Küste von Oman).

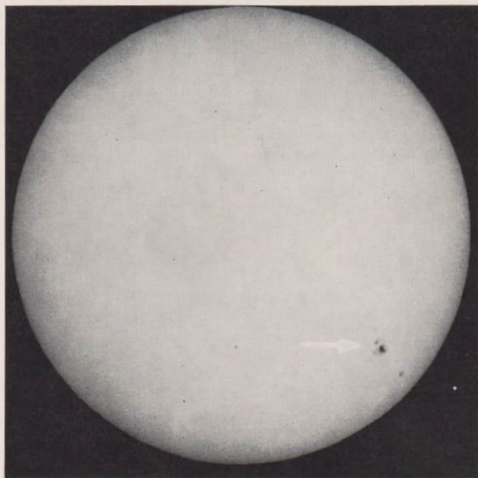


Abb. 6a: Sonne am 11. 4. 1979, aufgenommen mit Telementor in Projektion (Vergr. 54-fach) und Exa 1a auf NP 27, Belichtung 1/125 s; Bildorientierung wie im Fernrohr.

Zum Beitrag S. 180

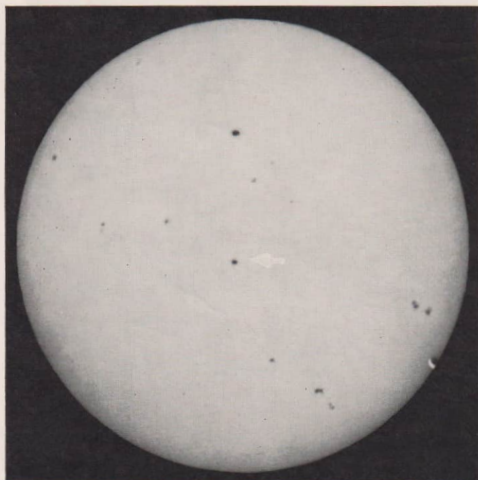


Abb. 6b: Sonne am 8. 6. 1979. Aufnahme-daten wie in Abb. 6a. Die Pfeile zeigen auf die langlebige Flecken-gruppe. – Fotos: K.-H. Mau.

Natürlich ist die Fragestellung im Prinzip so neu nicht. So stellte man beispielsweise die Frage nach der kosmischen Zukunft der Menschheit im vorigen Jahrhundert aus der Sicht von Vorstellungen, nach denen das Leben auf der Erde wegen des künftigen Erkalts der Sonne aussterben müsse. Auch Ziolkowski ging bekanntlich bei der Entwicklung der These von einer notwendigen Umsiedlung der irdischen Zivilisation in andere Bereiche des Kosmos von solchen Voraussetzungen aus (vgl. z. B. [12]).

Nach den heutigen Erkenntnissen der Astrophysik ist der irdischen Existenz der menschlichen Gesellschaft durch die Veränderung der Sonne eine Grenze von wenigen Milliarden Jahren gesetzt (vgl. z. B. das Schema von Unsöld zur „Evolution von Erde und Kosmos“ in [5]). Gehen wir nur von dieser, durch die Veränderungen in unserem Sonnensystem bedingten Verschlechterung der Lebensbedingungen auf der Erde aus, dann besteht wohl kaum ein Grund, um den Fortbestand der Menschheit zu bangen. Nur wenige Jahrtausende der Entwicklung von Wissenschaft und Technik liegen hinter uns, aber Milliarden Jahre vor uns, in denen die Menschheit Zeit hat, die Voraussetzungen zur Umsiedlung in andere Bereiche des Kosmos zu schaffen! Bei den heutigen Diskussionen um die Zukunft der Menschheit und die Rolle, die dabei die Kosmosforschung spielt, geht es aber nicht in erster Linie um Fragen, die mit Prozessen in unserem Sonnensystem oder in der weiteren kosmischen Umgebung verbunden sind, sondern vielmehr um Probleme, die durch die Existenz der Menschheit und durch deren Wirken hervorgerufen wurden: Gefahr und Selbstvernichtung der Menschheit in einem Kernwaffenkrieg, die Gefahren der Zerstörung der natürlichen Umwelt und der Erschöpfung der Rohstoff- und Energie-reserven der Erde. Durch diese bekommen die Diskussionen ihre charakterisierte Schärfe.

Irdische (natürliche und soziale) und kosmische Faktoren der Existenz der menschlichen Zivilisation müssen auseinandergehalten werden, auch wenn es zwischen ihnen bestimmte Beziehungen gibt. Mitunter finden wir aber eine eigentümliche Verwechslung oder Vermengung dieser Arten von Faktoren. Es ist dies eine uns eltbekannte Erscheinung. Denken wir nur an das geozentrische Weltbild, das den Kosmos als für und um den Menschen geschaffen ansah.

Entwicklungsdenken – Weltbild – Gesellschaftsordnung

Mehr noch als bei anderen Aspekten des Entwicklungsdenkens, mit denen die Kosmosforschung konfrontiert wird, ist die Frage der kosmischen Zukunft der Menschheit ein komplexes Problem, dessen Lösung nicht allein durch naturwissenschaftlich zu treffende Einschätzungen und Prognosen bestimmt wird. Bereits das Entwicklungsdenken irgendeiner Spezialwissenschaft ist immer durch das Weltbild einer Epoche und die Weltanschauung von sozialen Klassen mitgeprägt. Das wird schon deutlich, wenn wir uns vor Augen führen, seit wann im gesellschaftlichen Denken bzw. in naturwissenschaftlichen Disziplinen der Begriff des Fortschritts (Progreß, Höherentwicklung) eine Rolle spielt. Wenn wir uns heute Gedanken über den weiteren Fortschritt der Menschheit machen, so wären Überlegungen dieser Art Menschen aus früheren Jahrhunderten sehr erstaunlich erschienen.

„Es ist ein gewohntes Wort – das Wort ‚Progreß‘. Wir benutzen es allzu oft, ohne ernsthaft über sein Wesen nachzudenken. Auf den ersten Blick gibt es da nichts Rätselhaftes: Vorwärtsbewegung, Verbesserung, Entwicklung, Veränderung zum Besseren ... Und das Entgegengesetzte ist Regreß. Jedoch bis Mitte des 18. Jahrhunderts herrschte die Meinung (‚ererb‘ aus biblischen und anderen Legenden) vom Regreß der Menschheit, der Entfernung vom Goldenen Zeitalter – gleichsam stufenweise zur Hölle hinab; über das Silberne, das Kupferne und Bronzene zum Eisernen Zeitalter. Es gab auch die andere Auffassung über den Kreislauf von Gutem und Bösem, den periodischen Wechsel von Progreß und Regreß. Der Begriff des Progresses wurde zur Zeit Darwins und Lyells (Mitte des vorigen Jahrhunderts) auch in den Naturwissenschaften begründet ...“ [13], S. 87.

Die Idee des „Goldenen Zeitalters“ stammt aus der griechischen Antike und wurde in ihr oft mit den Kreislaufkonzeptionen verbunden. Diese wiederum erhielten ihre kosmologische Deutung, indem das Entstehen und Vergehen der Welten als der zugrunde liegende Kreislauf angesehen wurde. In der christlichen Rezeption wurde hieraus die ständige Verschlechterung der Menschheit bis hin zum Weltuntergang und dem Weltgericht (vgl. [14], S. 33/34, 126 – 155).

Verwandte Gedankengänge sind auch aus der jüngeren Geschichte der Astronomie bekannt. Etwa, wenn bekannte Astronomen und Physiker wie Jeans, von Weizsäcker oder Schwarzschild zur Frage nach der „Entwicklungsrichtung der kosmischen Materie“ den Standpunkt vertraten, daß die kosmische Materie sich auf dem Weg des Alterns, des Absterbens, der Degradation ... befinde (s. [17], S. 145/46). Wir haben es hier mit einer Deutung astronomischer Einsichten oder Erkenntnisse zu tun, die sich aus diesen Erkenntnissen keineswegs zwingend ergibt. Vielmehr werden in diesen Interpretationen Weltbilder und Weltanschauungen von sozialen Klassen wirksam, Weltbilder und Weltanschauungen, die in bestimmter Weise die historische Situation der sozialen Klassen reflektieren. Charakteristisch ist die Projektion der Untergangsstimmung einer historisch überlebten Ordnung oder Klasse in das kosmische Geschehen.

Die Fragen nach der „Entwicklungsrichtung der kosmischen Materie“ und nach der Zukunft der Menschheit sind nicht identisch, auch wenn es wichtige Beziehungen zwischen ihnen gibt. Eine wis-

wissenschaftliche Prognose zur Zukunft der Menschheit ist nur möglich, wenn man sowohl die Veränderung der natürlichen einschließlich der kosmischen Lebensbedingungen unserer Zivilisation, als auch die der „inneren“, der sozialen Veränderungen derselben sowie die Wechselbeziehungen zwischen diesen verschiedenen Veränderungsprozessen analysiert. Veränderungsprozesse in Natur und Gesellschaft haben jeweils ihre eigenen Gesetzmäßigkeiten, man kann sie nicht aufeinander projizieren⁴⁾.

Ohne Bezug auf den Menschen?

Es steht noch die Antwort auf die Frage aus, ob sich ein allgemeines Entwicklungskriterium angeben läßt, ohne – zumindest nicht von vornherein – den Bezug auf den Menschen zu machen. Genau genommen brauchen wir ein derartiges Kriterium auch, wenn wir begründen wollen, daß der Mensch das höchste Entwicklungsprodukt der Materie ist.

Wie schon gesagt, hat die Frage nach dem Entwicklungskriterium eigentlich zwei Aspekte. Einmal möchten wir den Zustand eines sich verändernden Systems danach beurteilen können, ob er gegenüber dem vorangegangenen Zustand eine höhere Qualität darstellt oder nicht. Zum anderen interessiert auch der Vergleich unterschiedlicher Systeme unter dem Gesichtspunkt, welches von ihnen das höherentwickelte darstellt. Am günstigsten wäre natürlich ein Kriterium, mit dessen Hilfe beide Fragen beantwortet werden könnten.

Vorschläge für Entwicklungskriterien werden eine ganze Reihe gemacht⁵⁾, ohne daß bisher eine Einigung auf eine dieser vorgetragenen Kriterien erfolgt. Es ist hier leider nicht der Ort, um diese verschiedenen Kriteriumsvorschläge zu diskutieren. Ich beschränke mich darauf, einige eigene Überlegungen zu diesem Problem zu skizzieren. Dabei möchte ich an die Definition der höheren Qualität, die H. Hörz gibt, anknüpfen:

„Tritt ... in der Veränderung eine neue Qualität auf, die im Vergleich mit der Ausgangsqualität deren Funktion qualitativ besser quantitativ umfangreicher erfüllt, dann ist es eine höhere Qualität im Vergleich mit der Ausgangsqualität“ [3], S. 18. Was heißt nun „bessere Erfüllung der Funktion der Ausgangsqualität“?

Wesen und Existenzweise

Marx und Engels haben aus der klassischen deutschen Philosophie einen Gedanken übernommen, der in ihren eigenen philosophischen Überlegungen äußerst fruchtbar wurde. Gemeint ist die Idee, daß das *Wesen* einer Erscheinung (eines Dinges, einer materiellen Erscheinung, eines materiellen Systems) in der Art und Weise besteht, wie sie ihre Existenz realisiert – in ihrer *Existenzweise*. Die eine Anwendung dieser Idee finden wir dort, wo Marx und Engels *Bewegung, Raum und Zeit als Daseins- oder Existenzweisen der Materie* charakterisieren (vgl. [16]).

Am bedeutungsvollsten aber ist die Anwendung dieses Gedankens bei der Schaffung der wissenschaftlichen Gesellschaftsauffassung, der materialistischen Geschichtsbetrachtung durch Marx und Engels. Indem sie die Frage nach dem Wesen des Menschen als Frage nach der Art und Weise, wie der Mensch seine Existenz realisiert, verstanden, hatten sie den Schlüssel zum Historischen Materialismus gefunden, die Produktionsweise des materiellen Lebens war als Basis der Gesellschaftsstruktur, ihre Entwicklung als Grundlage der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung erklärt.

Entwicklungskriterium

Mit dieser Idee vom Wesen eines materiellen Systems, als der Art und Weise zu existieren, können wir auch an das Problem des Entwicklungskriteriums herangehen. Das so gewonnene Kriterium ist geeignet, beide Aspekte der Frage nach der höheren Qualität zu beantworten:

1. *Die Veränderung eines materiellen Systems bedeutet eine Höherentwicklung, wenn dieses System im Ergebnis dieser Veränderung zu einer stabileren Existenzweise gelangt.*

Jedes Objekt, jedes System hat vielfache Wechselwirkungen mit seiner Umwelt. Diese können sowohl zu seiner Zerstörung (Abbau, „Erosion“) als auch zu seiner Festigung führen, oder sie können hinsichtlich der Erhaltung des Systems neutral sein. Hat das System sich so verändert, daß es die Wechselwirkungen mit der Umwelt besser „verarbeiten“, zur Erhaltung seiner Existenz ausnutzen kann, dann hat es nach dem vorgeschlagenen Entwicklungskriterium eine höhere Qualität erreicht.

2. *Das Kriterium der stabileren Existenzweise kann auch zur Bewertung unterschiedlicher Systeme, also nicht nur der verschiedenen Etappen im „Lebenszyklus“ eines bestimmten materiellen Systems, herangezogen werden. Mit dieser Stabilität ist nämlich nicht irgend etwas „Statisches“ gemeint. Es geht eher um etwas, was man „dynamische Stabilität“ nennen könnte. Diese besteht darin, daß ein höher entwickelteres System eine gegenüber anderen Systemen größere Vielfalt von Verhaltensweisen besitzt, wodurch es sich wechselnden Umweltverhältnissen besser als die anderen, zum Vergleich herangezogenen Systeme anpassen kann. So gibt es z. B. viele Lebewesen, die in einem viel größeren Bereich unterschiedlicher Umweltbedingungen als der Mensch existieren können, z. B. in einem ganz anderen Spektrum der Temperaturskala. Wenn aber die Grenzen dieses Spektrums überschritten*

werden, dann gehen diese Lebewesen zugrunde. Der Mensch dagegen ist in der Lage, sich Mittel zu schaffen, um unter Bedingungen leben zu können, bei denen er dies „von Natur aus“ eigentlich nicht kann. Ein schlagendes Beispiel hierfür ist die Raumfahrt.

Wir haben also mit dem Kriterium der stabileren Existenzweise einen im Prinzip universell anwendbaren Bewertungsmaßstab, der zudem eine allgemeine Werteskala konstituiert, die den Menschen als höchstentwickeltes Produkt der Materie ausweist. Abschließend möchte ich sagen, daß es mir nach wie vor nicht klar ist, ob das Arbeiten mit einem Entwicklungskriterium der zweiten Art von größerem methodologischen Wert in der astronomischen Forschung ist. Zwar haben gewisse Stabilitätsfragen (z. B. Frage der Stabilität unseres Planetensystems, Problem des Gleichgewichts zwischen Schwere-Attraktion und Repulsionswirkungen bei kosmischen Objekten wie Sternen, Galaxien usw.) in der Geschichte der astronomischen Forschung immer eine Rolle gespielt; die Frage nach der Stabilität der betreffenden kosmischen Systeme war aber im allgemeinen eher physikalisch ausgelegt als „entwicklungstheoretisch“. Eventuell dient die ganze Suche nach einem Entwicklungskriterium der zweiten Art nur dazu, eine Objektivierung des Herangehens der ersten Art (Bezug auf den Menschen) zu gewinnen.

Anmerkungen

¹⁾ Der Sprachgebrauch ist in der philosophischen Literatur nicht einheitlich. Verbreitet werden „Entwicklung“ und „Höherentwicklung“ im gleichen Sinne benutzt. Das geschieht auch hier.

²⁾ Das Gesetz vom dialektischen Widerspruch – die „Quelle“ der Entwicklung; das Gesetz vom Umschlagen quantitativer Veränderungen in qualitative und umgekehrt – den allgemeinen „Mechanismus“ des Entstehens neuer Qualitäten ...; das Gesetz der Negation – den allgemeinen Zusammenhang zwischen alten und neuen Qualitäten im Rahmen eines Entwicklungszyklus (s. [4], S. 86).

³⁾ Es sei an das Engels-Wort zu den objektiven Gesetzen erinnert: „(Es genügt) uns zu wissen, daß unter gleichen Umständen überall das Gleiche erfolgen muß“ [6], S. 506.

⁴⁾ Die Frage der „kosmischen Zukunft der Menschheit“ konnte hier nur aufgeworfen werden. Es ist beabsichtigt, in den Ausführungen zu philosophischen Fragen der Raumfahrt näher auf sie einzugehen.

⁵⁾ Beispiele für solche Vorschläge: größere Organisiertheit von materiellen Systemen; größere Kompliziertheit oder Komplexität (vgl. die entsprechenden Stichwörter in [18]); Irreversibilität des durch die Veränderung zustande gekommenen Zustandes; Erhöhung der Widerspiegelungsfähigkeit eines Systems (im Sinne der Auffassung der Widerspiegelung als allgemeiner Eigenschaft der Materie), s. [15].

Literatur:

[1] J. Schmid-Burgk/M. Scholz: Der Urknall. Die Geburt des Universums. In: Umschau 79 (1979), Heft 9. – [2] G. Klaus/M. Buhr (Herausg.): Philosophisches Wörterbuch, Stichwort „Veränderung“, „Entwicklung“. – [3] H. Hörz: Dialektisch-materialistische Entwicklungstheorie und die Struktur von Entwicklungsgesetzen. Berlin 1975. – [4] F. Gehlhar: Die Entwicklung in der Welt. Astronomie in der Schule 15 (1978), Heft 4. – [5] F. Gehlhar: Historizität des Kosmos und Universalität der Naturgesetze (1). In: Astronomie und Raumfahrt 18 (1980), Heft 4. – [6] F. Engels: Dialektik der Natur. In: Marx/Engels Werke, Bd. 20, Berlin 1975. – [7] I. S. Schklowski: Die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall. Astronomie und Raumfahrt 16 (1978), Heft 2 u. 3. – [8] A. D. Ursul: Menschheit – Erde – Weltall. Moskau 1977 russ. – [9] Rezension zu [8]. Astronomie und Raumfahrt 17 (1979), Heft 6. – [10] F. Gehlhar: Weltanschaulich-philosophische Fragen zur Erschließung des Kosmos, Teil I. In: Astronomie in der Schule 16 (1979), Heft 5. – [11] Teil II zu [10], In: Astronomie in der Schule 16 (1979), Heft 6. – [12] E. T. Faddejew: Die Idee der Unsterblichkeit der Menschheit bei K. E. Ziolkowski. In: Filosofskije Nauki 18 (1975), Heft 2; russ. – [13] R. K. Balandin: Zeit – Erde – Gehirn. Minsk 1979, russ. – [14] A. J. Gurjewitsch: Das Weltbild des mittelalterlichen Menschen. Dresden 1978. – [15] P. Franz: Zum Zusammenhang von Widerspiegelung, Information und Evolution. In: Information. IV. Kühlungsborner Kolloquium zu philosophisch-ethischen Fragen der Biowissenschaften, Kühlungsborn 1974. Berlin 1976. – [16] F. Gehlhar: Raum und Zeit als Existenzform der Materie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 23 (1975), Heft 7. – [17] K. Ch. Rachmatullin: Sternenhundert der Menschheit. F. Engels und die Astronomie. Alma-Ata 1974, russ. – [18] G. Klaus/H. Liebscher (Herausg.): Wörterbuch der Kybernetik. Berlin 1976.

Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen 1980 Juli/August

d	Juli	August	d	Juli	August
1	101	78	16	198	196
2	108	63	17	211	190
3	97	65	18	241	195
4	85	65	19	213	185
5	96	53	20	212	179
6	98	72	21	217	152
7	97	64	22	201	139
8	87	90	23	184	154
9	78	125	24	155	122
10	86	130	25	151	109
11	87	181	26	138	101
12	98	174	27	117	98
13	105	172	28	127	124
14	128	193	29	118	158
15	161	192	30	108	184
			31	81	194
Mittel			135,0	135,4	

Amateure beobachten und berichten

Langlebigster Sonnenfleck des 21. Zyklus

FRANK RÜMLER

Da in der Zeit des Sonnenfleckenmaximums auch die Anzahl der Sonnenbeobachter zunimmt, möchte ich zur intensiveren Beobachtung anregen und auf das interessante Gebiet der Verfolgung der Lebensdauer bzw. der Lebensgeschichte einzelner Sonnenflecken hinweisen. Über die wohl bislang am längsten gesehene Fleckengruppe mit einer Lebensdauer von 134 Tagen berichtete E. Pettit [1].

1979 war es sechs Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Sonne“ möglich, eine Fleckengruppe 117 Tage lang zu beobachten. Diese Gruppe entstand auf der „Sonnenrückseite“ und wurde erstmalig am 10. April 1979 beobachtet; sie war bis zur Auflösung am 4. August 1979 vier Monate lang sichtbar.

1. Typenentwicklung der Fleckengruppe im Verlauf der fünf Sonnenrotationen

Tabelle 1: Beobachtungsdaten (1979 April 10 bis 1979 August 4)

astronom. Sonnenrot.	t_B	Typ	n	l	b	ZM-D
1680	10. – 21. 4.	H3	7	$144^{\circ}8 \pm 0^{\circ}5$	$+ 3^{\circ}5 \pm 0^{\circ}3$	April 15 ⁴⁵³
1681	6. – 18. 5.	H3-H2	14	$147^{\circ}9 \pm 0^{\circ}3$	$+ 3^{\circ}4 \pm 1^{\circ}0$	Mal 12 ⁴⁵⁴
1682	2. – 14. 6.	H2-H1	16	$148^{\circ}8 \pm 0^{\circ}3$	$+ 4^{\circ}2 \pm 0^{\circ}4$	Juni 8 ⁴⁶⁸
1683	29. 6. – 11. 7.	H1-H3	3	$149^{\circ}9 \pm 0^{\circ}6$	$+ 5^{\circ}3 \pm 0^{\circ}9$	Juli 5 ⁴⁸⁰
1684	27. 7. – 4. 8.	I1-A	4	$151^{\circ}1 \pm 0^{\circ}7$	$+ 4^{\circ}9 \pm 0^{\circ}3$	August 1 ⁴⁹¹

Erklärung:

- t_B – Beobachtungszeiträume je Sichtbarkeitsperiode
 Typ – nach Waldmeierklassifikation mit dezimaler Abstufung
 n – Anzahl der Positionsmessungen in Länge und Breite
 l, b – Mittelwerte für Länge (bzw. Breite) des Hauptfleckes mit Angabe des mittleren quadratischen Fehlers der Einzelmessungen
 ZM-D – Durchgang des Zentralmeridians in Dezimalteilen des Tages (MEZ)

Tabelle 2: Beobachteter Verlauf der Fleck-Entwicklung 1979 April – August

astr. Rot.-Nr./Datum	Bemerkungen
(1680)	
10. 4. 1979	Erste Beobachtung im Abstand von $- 65^{\circ}E$ vom ZM, Typ: H
12. – 13. 4.	Maximum der Fleckenentwicklung (siehe Abb. 1 und 6)
15. 4.	Ausdehnung 89000×38000 km (gemessen von H. Bretschneider, Schneeberg)
17. 4.	Verschwinden der Einzelflecke, Kern mehrteilig
(1681)	
8. – 15. 5. 1979	Stabile Form von Umbra und Penumbra; in Umgebung Einzelflecke sichtbar;
15. 5.	Fleck mit bloßem Auge sichtbar (Beobachter: M. Gorges, Quedlinburg)
(1682)	
8. – 11. 6. 1979	Weiterhin stabile Fleckenform, etwas verkleinert,
10. 6.	noch Typ H, Einzelflecke in größerer Zahl sichtbar (Abb. 1 und 6). Ausdehnung 76000×38000 km (gemessen von H. Bretschneider, Schneeberg)
(1683)	
30. 6. 1979	Weitere Verkleinerung; Teilung des Kerns erkennbar
8. 7.	Auftreten von Einzelflecken
11. 7.	Auflösung eines Kerntelles; Typ: I
(1684)	
1. 8. 1979	Weitere Verkleinerung des Flecks; Teilung des Kerns in drei Teile
3. 8.	Auflösung der Penumbra, Typ: B
4. 8.	Letzte Beobachtung des Flecks; Typ A; in Umgebung Fackeln

Nach Erreichen der Maximalentwicklung am 13. April 1979 verkleinerte sich die Gruppe langsam, ein zweites Aktivitätsmaximum trat in der 3. Rotation (vom 6.—11. Juni 1979) durch Erhöhung der Einzelfleckenzahl auf.

In der 2. bis zur 4. Rotation betrug die Einzelfleckenzahl im Mittel: 2,6; Durch die Kugelgestalt der Sonne waren aber in einem größeren Abstand vom Zentralmeridian bis zu $\pm 60^\circ$ keine Einzelflecke erkennbar.

2. Allgemeines zur Rotationszeit der Sonne

Die Sonne dreht sich von der Erde aus gesehen, in den mittleren heliographischen Breiten von $\pm 16^\circ$ in 27^d27^m ($R_\odot$) um ihre Achse. Da nun die Sonnenflecken an dieser (synodischen) Rotation teilnehmen, wandern sie auf der sichtbaren Oberfläche von Ost nach West täglich um $360^\circ : 27^d 27^m = 13^\circ 19'$ weiter. Diese Bewegung ist gut verfolgbar; nach 13,5 Tagen haben die Flecken die sichtbare Sonnenscheibe überquert.

Eine lohnende Aufgabe für jeden Sonnenbeobachter ist es, diese Wanderung der Sonnenflecken systematisch zu verfolgen, weil er sich so das Gesetz der Sonnenrotation selbst ableiten kann. Durch die jährliche Bewegung der Erde auf ihrer elliptischen Bahn um die Sonne schwankt die mittlere synodische Rotationszeit der Sonne zwischen 27^d20 und 27^d34 [3].

Bei langjähriger Beobachtung wird man auch feststellen, daß sich die Sonne am Äquator schneller als an den Polen dreht und – zu Beginn eines Fleckenzykus rotiert sie in hohen Breiten schneller als zur Zeit des Maximums in den gleichen Breiten. Umgekehrt ist die Rotationsgeschwindigkeit in niedrigen Breiten zur Zeit des auslaufenden Zyklus im Minimum langsamer als zur Maximumepoche dieser Breiten.

Tab. 3 gibt die täglichen synodischen Rotationsparameter der Sonne für Intervalle von je 5° heliogr. Breite b , die sich mit den Formeln:

$$(14^\circ 38' - 0^\circ 9856') - 2^\circ 7' \cdot \sin^2 b = 13^\circ 39' - 2^\circ 7' \cdot \sin^2 b$$

sowie

$$26^d 48^m 77^s + 5^d 42^m \cdot \sin^2 b$$

errechnen ließen [4], [5].

In Abb. 2 sind die synodischen Rotationsgesetze für je 5° heliographischer Breitenintervalle graphisch dargestellt.

3. Eigenbewegung des Flecks

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen, muß unser Fleck, der sich in etwa $+4^\circ$ hel. Breite befand, eine kürzere Rotationszeit haben (gegenüber der mittleren Rotationszeit in $\pm 16^\circ$ hel. Breite).

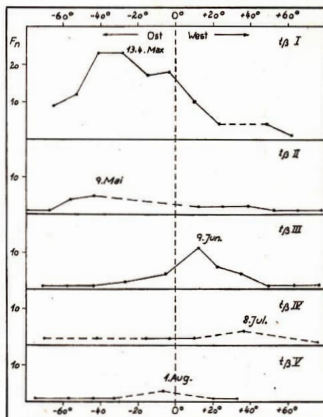


Abb. 1: Entwicklung der Einzelfleckenzahl f_n und Angabe der Zentralmeridianabstände Δ_{ZM} je Sichtbarkeitsperiode t_B .

Abb. 2: Längenvorlauf der Fleckengruppe pro Rotationsperiode in Abhängigkeit von der heliographischen Breite b .

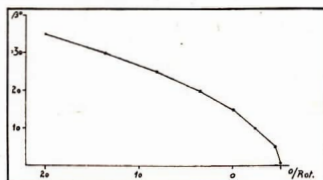


Abb. 3: Eigenbewegung der Fleckengruppe.



Tabelle 3: Breitenabhängigkeit der täglichen synodischen Rotationsparameter der Sonne

b	$\xi_{syn.}$	$R_{syn.}$	Δ_{16}
0°	13°39	26°877	+ 0°19
5°	13°37	26°916	+ 0°17
10°	13°31	27°034	+ 0°11
15°	13°21	27°225	+ 0°01
20°	13°07	27°485	- 0°13
25°	12°51	27°806	- 0°29
30°	12°72	28°177	- 0°48
35°	12°50	28°588	- 0°70

Δ_{16} – Differenz (Korrekturbetrag) zwischen mittlerem täglichen Rotationswinkel ($\xi_{syn.}$) auf $b = \pm 16^\circ$ und dem täglichen Rotationswinkel einer anderen Breite.

In Tabelle 4 sind die Mittelwerte der Fleckenbreite je Sichtbarkeitsperiode und dazu die jeweiligen synod. Rotationszeiten ($R_{syn.}$) gegeben.

Tabelle 4: Mittlere Breite der Fleckengruppe und ihre synodischen Rotationszeiten

Astr. Rot.-Nr.	b	$R_{syn.}$	$\xi_{syn.}$	Δ_{16}	Δ_M
1680	+ 3°5	26°898	13°384	+ 0°185	+ 5°0
1681	+ 3°4	26°898	13°384	+ 0°185	+ 5°0
1682	+ 4°2	26°905	13°379	+ 0°180	+ 4°8
1683	+ 5°3	26°923	13°371	+ 0°172	+ 4°6
1684	+ 4°9	26°918	13°374	+ 0°175	+ 4°7

Δ_M – Differenz nach Ende einer Rotationsperiode.

Die aus Tab. 1 ersichtliche beobachtete Eigenbewegung in hel. Länge (Längenzunahme) der Fleckengruppe ist eine Täuschung. Sie entsteht auf Grund des falschen Rotationssystems. Dieser scheinbaren Eigenbewegung ist eine wirkliche – und zwar entgegengesetzte – Eigenbewegung überlagert.

Um die wahre Eigenbewegung zu ermitteln, wurden alle an dieser Gruppe in heliographischer Länge vorgenommenen Positionsmessungen auf das Rotationssystem der jeweiligen mittleren Breite aus Tabelle 4 umgerechnet. Das Ergebnis ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Zur Ermittlung der wahren Eigenbewegung der Sonnenfleckengruppe

astr. Rot.	Dat.	MEZ	l	b	K	$L_{Korr.}$	Beobachter
1680	11. 4.	11°00 ^m	145°0	+ 4°1	2°2	142°8	Dr. P. Ahnert (A)
	13. 4.	9°40 ^m	144°3	3°7	2°6	141°7	
	15. 4.	10°50 ^m	144°1	3°3	2°9	141°2	
	15. 4.	11°15 ^m	145°1	3°6	2°9	142°2	Crimmitschau (C)
	11. 4.	15°00 ^m	145°5	3°9	2°2	143°3	F. Rümmler (R)
	13. 4.	14°30 ^m	145°0	3°0	2°6	142°4	
	15. 4.	11°00 ^m	144°5	3°5	2°9	141°6	
	8. 5.	9°10 ^m	148°1	3°7	7°2	140°9	(A)
	9. 5.	8°50 ^m	147°5	3°6	7°4	140°2	
	16. 5.	10°50 ^m	148°9	2°9	8°6	140°3	
	8. 5.	12°35 ^m	147°7	4°0	7°2	140°5	(C)
	9. 5.	11°40 ^m	146°9	4°5	7°4	139°5	
	14. 5.	14°45 ^m	147°7	4°0	8°3	139°4	
1681	15. 5.	14°15 ^m	147°7	4°0	8°5	139°2	
	16. 5.	10°20 ^m	147°8	4°0	8°6	139°2	
	8. 5.	10°00 ^m	147°5	2°0	7°2	140°3	(R)
	9. 5.	9°20 ^m	148°5	2°5	7°4	141°2	
	14. 5.	14°30 ^m	147°4	2°6	8°3	139°1	
	15. 5.	14°30 ^m	147°8	3°1	8°5	139°3	
	16. 5.	14°30 ^m	148°1	3°8	8°7	139°4	

1682	4. 6.	10 ^h 00 ^m	148 ^h 3	4 ^h 2	12 ^h 0	136 ^h 3	(A)
	5. 6.	9 ^h 00 ^m	149 ^h 0	4 ^h 0	12 ^h 2	136 ^h 8	
	9. 6.	10 ^h 00 ^m	149 ^h 6	3 ^h 2	12 ^h 9	136 ^h 7	
	10. 6.	9 ^h 40 ^m	148 ^h 3	3 ^h 7	13 ^h 1	135 ^h 2	
	4. 6.	10 ^h 15 ^m	149 ^h 3	4 ^h 5	12 ^h 0	137 ^h 3	(C)
	5. 6.	10 ^h 15 ^m	149 ^h 4	4 ^h 6	12 ^h 2	137 ^h 2	
	8. 6.	9 ^h 15 ^m	148 ^h 8	4 ^h 5	12 ^h 7	136 ^h 1	
	10. 6.	13 ^h 35 ^m	149 ^h 1	4 ^h 8	13 ^h 1	136 ^h 0	
	11. 6.	11 ^h 00 ^m	149 ^h 2	5 ^h 0	13 ^h 3	135 ^h 9	(R)
	5. 6.	13 ^h 00 ^m	150 ^h 7	5 ^h 3	12 ^h 2	138 ^h 5	
	6. 6.	15 ^h 00 ^m	150 ^h 2	4 ^h 0	12 ^h 4	137 ^h 8	
	8. 6.	11 ^h 30 ^m	147 ^h 8	3 ^h 6	12 ^h 8	135 ^h 0	
	9. 6.	10 ^h 30 ^m	149 ^h 4	5 ^h 0	13 ^h 0	136 ^h 4	
	10. 6.	13 ^h 30 ^m	147 ^h 3	3 ^h 8	13 ^h 1	134 ^h 2	
	11. 6.	14 ^h 30 ^m	147 ^h 0	4 ^h 4	13 ^h 3	133 ^h 7	
	12. 6.	14 ^h 40 ^m	146 ^h 8	3 ^h 1	13 ^h 5	133 ^h 3	
1683	2. 7.	10 ^h 45 ^m	150 ^h 5	4 ^h 6	16 ^h 9	133 ^h 6	(R)
	5. 7.	10 ^h 15 ^m	150 ^h 0	5 ^h 9	17 ^h 4	132 ^h 6	
	6. 7.	10 ^h 45 ^m	149 ^h 2	6 ^h 2	17 ^h 6	131 ^h 6	
1684	28. 7.	15 ^h 30 ^m	151 ^h 7	5 ^h 3	23 ^h 4	128 ^h 4	(R)
	30. 7.	10 ^h 45 ^m	151 ^h 7	5 ^h 2	23 ^h 7	128 ^h 0	
	1. 8.	12 ^h 20 ^m	150 ^h 6	4 ^h 8	24 ^h 0	126 ^h 6	
	3. 8.	13 ^h 30 ^m	150 ^h 3	4 ^h 2	24 ^h 4	125 ^h 9	

Ausgangsepoche ist der Beginn der astronomischen Sonnenrotation 1680: $T_0 = 30,33$ März 1979 (MEZ).

Die Werte Δ_M aus Tabelle 4 bilden die Grundlage für die Längenkorrekturen jeder Rotation. Nun wurde anhand der täglichen Zentralmeridiane (ZM) errechnet, der jeweils wievielte Teil seit Beginn einer Sonnenrotation verstrichen ist (K – Korrekturbetrag).

Beispiel:

Datum: 11.4.1979, MEZ: 15^h00^m, ZM = 197^h3, Länge des Flecks = 145^h5

$$360^\circ - 197^\circ 3' = \frac{162^\circ 7'}{360^\circ} = 0^\circ 45' \cdot \Delta_M = 2^\circ 2'$$

$$145^\circ 5' - 2^\circ 2' = 143^\circ 3'.$$

Der Korrekturwert K wird auflaufend von der Ausgangsepoche bis zum Beobachtungszeitpunkt ermittelt und von der beobachteten Länge subtrahiert. Die Ergebnisse sind aus Abb. 3 ersichtlich.

Es ist zu erkennen, daß der Fleck sich vom 11. April bis 3. August 1979 um 17^h4 ostwärts bewegte. Dabei legte er eine Strecke von 210 000 km zurück, was einer täglichen Bewegung von 0^h15 (das sind 1800 km/d bzw. 75,0 km/h) entspricht.

Form und Richtung dieser Bewegung können nur als linear in östlicher Richtung und in nördlicher Breite dargestellt werden. Feinheiten sind (bei den zeitlichen Abständen der Einzelmessungen) nicht sicher nachweisbar.

Die beobachtete Eigenbewegung des Flecks muß durch starke lokale Strömungen in der Photosphäre der Sonne entstanden sein.

Einschränkend muß jedoch gesagt werden, daß man sich nicht unbedingt auf die obige Formel für die tägliche Rotation verlassen sollte, da sie auch nur einen Näherungswert liefert.

4. Interessante Detailbeobachtungen

Die nachfolgenden Beobachtungen wurden von Amateuren der Pionier- und Jugendsternwarte „J. Kepler“ in Crimmitschau angestellt. Dazu seien einige erläuternde Bemerkungen vorangestellt. Die Einzelergebnisse können Tabelle 6 entnommen werden.

4.1. Das Wilson-Schülensche-Phänomen (WPh)

Man versteht unter diesem Phänomen die Erscheinung, daß ein runder Hoffleck in der Nähe des Sonnenrandes eine größere Hofbildung zum Sonnenrand hin aufweist, so daß der Eindruck eines trichterförmigen Gebildes entsteht. Dieses Phänomen ist eine bis heute noch nicht geklärte Erscheinung. Die aufmerksame Beobachtung ist deshalb von großem Interesse [2].

Für die Bewertung sind aber nur größere Hofflecke von nahezu runder Gestalt zu empfehlen. Es ist auch zu beachten, daß bisweilen klassische runde Hofflecken ein dem Wilson-Schülen-Phänomen entgegengesetztes Verhalten aufweisen (Stufe 1 der Bewertungsskala; vgl. Abb. 4).

Bewertung des Wilson-Schülenschen Phänomens				
entgegenges. Verhalten	nicht vorhanden	schwach ausgeprägt	stark ausgeprägt	sehr stark ausgeprägt
				
1	2	3	4	5

Abb. 4: (nach Nitschmann in [2]).

4.2. Farbtiefe von Flecken

Eine besonders interessante, aber schon etwas schwierigere Aufgabe für lange Beobachtungsreihen ist die Beurteilung der „Farbtiefe“ (F_t) der Flecken. Sie betrifft sowohl die Fleckenkerne als auch die Penumbren. Auch hier wird eine fünfstufige Bewertungsskala angewendet, bei der die Fleckenkerne mit arabischen, die Penumbren dagegen mit römischen Zahlzeichen klassifiziert werden (Abb. 5). Der Beobachter wird sehr bald bemerken, daß die Fleckenkerne nicht alle gleichmäßig „schwarz“ sind, daß auch die Penumbren sehr unterschiedliche Grauwerte aufweisen. Die richtige Einschätzung der Farbtiefe erfordert schon einige Erfahrung und Sorgfalt bei der Beobachtung, zumal es vorkommen kann, daß innerhalb einer Gruppe durchaus verschiedene Werte auftreten können. Auf keinen Fall darf man sich durch die Kontrastwirkung täuschen lassen.

Wenn beispielsweise ein normaler Hoffleck einen sehr dunklen Kern hat (Stufe 1 der Bewertungsskala), so ist man leicht geneigt, der Penumbra einen helleren Wert zuzuschreiben als sie in Wirklichkeit besitzt.

Abb. 5: (nach Nitschmann in [2]).

Bewertung der Farbtiefe		
	1 I	sehr dunkel
	2 II	dunkel
	3 III	normal
	4 IV	hell
	5 V	sehr hell
	2,3-III,IV	Beispiel

4.3. Arealzahl (AR)

Darunter versteht man die Größenbewertung der einzelnen Fleckengruppen von 1 bis 10. Ein Fleck oder eine Gruppe am Rande der Sichtbarkeit erhält die Bewertung $ar = 1$, eine mittelgroße $ar = 5$, eine mit bloßem Auge punktförmig sichtbare die Bewertung $ar = 9$ und schließlich eine Fleckengruppe, die mit bloßem Auge als deutlich flächenhaftes Gebilde zu sehen ist, die Bewertung $ar = 10$. Bei meiner eigenen Bewertung erhalten Hofflecke vom Typ I = 4.0. Bei dieser Größenbewertung ist selbstverständlich die Gesamtfläche jeder Gruppe in Betracht zu ziehen. Die erhaltenen ar -Werte werden am Schluß der täglichen Beobachtung addiert und bilden den Flächenwert AR . Dieser gibt eine anschaulichere Übersicht über den Bedeckungsgrad der Sonne mit Flecken als die Relativzahl. In Tabelle 6 sind die Einstufungen der Flächengröße je Rotation für die hier diskutierte Fleckengruppe gegeben.

Obwohl es sich hier um Schätzwerte handelt, die mit den exakten Flächenmessungen, z. B. in Greenwich, nicht konkurrieren können und sollen, zeigt die 28jährige Reihe der Schätzungen an der Crimmitschauer Sternwarte eine gute Übereinstimmung mit den wissenschaftlichen Ergebnissen.

Tabelle 6

astr. Sonnen- Rotation	Datum	WPh	Ft Stw. Crimm.	Datum	AR (n. Rümmler)
1680	10. - 16. 4.	2	1I - 1II	13. - 15. 4. 19. 4.	6.0 5.0
1681	7. - 16. 5. 16. - 17. 5.	2 3	1 - 2II		
1682	3. 6. 4. - 5. 6. 8. - 12. 6.	4 3 2	1I - (2II)		4.5
1683	5. 7. 11. 7.	2 3	3III - IV		4.5
1684	28. 7. - 3. 8.	—	3 - 4IV	28. 7. 3. 8. 4. 8.	4.0 3.0 2.0

Abschließend sei noch einmal auf die Bedeutung der Positionsbestimmungen von Sonnenflecken hingewiesen. Mit exakt gemessenen Positionen kann man die tatsächlichen Eigenbewegungen einzelner Flecken feststellen, die zu mancher Überraschung führen. Meine Meßergebnisse habe ich mit der Projektionsmethode auf parallaktischer Montierung und Handnachführung gewonnen, wobei die Genauigkeit im Mittel $\pm 0.6^\circ$ beträgt.

Der Bericht beruht auf Beobachtungen der Mitglieder der Arbeitsgruppe „Sonne“ Dr. Paul Ahnert, Pionier- und Jugendsternwarte „J. Kepler“ in Crimmitschau, Hans-Dieter Greißner, Karl-Heinz Mau, Frank Rümmler und Hartmut Bretschneider. Ihnen und Dietmar Böhme sei für die Unterstützung bei der Zusammenstellung und Auswertung gedankt.

Literatur:

[1] Pettit, E.: A. S. P. Leaflet Nr. 269, 1951. - [2] Nitschmann, H.-J., *Astronomie in der Schule*, 2/1973, S. 48. - [3] Roth, G. D.: *Handbuch für Sternfreunde* 1967, S. 194/202. - [4] Allen, C. W.: *Astrophysical Quantities*. - [5] Waldmeier Landolt-Börnstein, Neue Serie, Bd. I *Astronomie und Astrophysik*. - [6] Becker, U.: *Zeitschrift für Astrophysik*, Bd. 37, S. 47 - 66 (1955).

Bemerkungen zum Selbstbau von Fernrohren

HERBERT SCHOLZE

Obwohl industriell gefertigte Fernrohre und deren Montierungen in unterschiedlichster Ausstattung käuflich sind, ist der Selbstbau von Beobachtungsgeräten unter Sternfreunden recht weit verbreitet. Dies hat einmal finanzielle Gründe, zum anderen aber ist die Freude am Basteln und am Selbstgeschaffenen die Triebfeder dieses Beginns.

Viele Sternfreunde haben jedoch Schwierigkeiten, ihre konstruktiven Überlegungen - die sich leider meist an industrielle Geräte anlehnen - und ihre technologischen Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung ihrer Ideen in Einklang zu bringen.

Wer sein Fernrohr oder dessen Montierung selbst entwirft, muß sich bei jedem Teil fragen, wie es mit eigenen, vorhandenen Mitteln oder mit einem Minimum an fremder Hilfe herstellbar und montierbar ist. Er muß Vorbehalte gegen bestimmte Fertigungsverfahren fallen lassen und teilweise sonst im Fernrohrbau nicht übliche aber leicht bearbeitbare Werkstoffe, wie beispielsweise Holz oder Hartgewebe vorsehen. Manchmal können auch mit kleinen Kompromissen völlig andere Wirkprinzipie als sonst üblich angewendet und damit wesentlich einfachere Herstellung erreicht werden.

Am besten lassen sich diese Feststellungen an einigen Beispielen erläutern, die den bastelnden Sternfreunden gleichzeitig Anregung zu eigener Überlegung sein sollten.

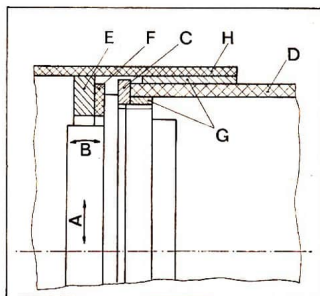


Abb. 1

Befestigung einer Objektivfassung am Fernrohrtubus

Die industriell übliche Methode zur Befestigung eines gefaßten Objektivs am Tubus des Fernrohrs ist ein Flansch, der auf der einen Seite ein Innengewinde für die Objektivfassung und auf der anderen Seite einen Ansatz zum Einsetzen in den Rohrtubus hat. Diese Konstruktion ist auch für den Sternfreund optimal, der über Zugang zu entsprechenden Werkzeugmaschinen verfügt oder der einen Bekannten hat, bei dem dies der Fall ist. Ganz anders jedoch, wenn diese Voraussetzungen fehlen. Wer dann diese Lösung für seinen Selbstbau vorsieht, hat damit den Grundstein für große Ärgernisse und endlose Laufereien selbst gelegt. Mit einigen Überlegungen läßt sich jedoch eine konstruktive Lösung finden, die auch ohne Drehbankbenutzung bei geringster Fremdhilfe gestattet, das Objektiv einwandfrei am Tubus zu befestigen wie dies in Abb. 1 als Beispiel dargestellt ist.

Ausgehend von der Tatsache, daß eine geringe Parallelversetzung des Objektivs in Richtung A ohne merkbaren Einfluß auf die Bildqualität ist und nur die Kippung des Objektivs in Richtung B vermieden werden muß, wurde auf die Befestigung mittels Gewinde einfach verzichtet. Das Objektiv bzw. dessen Fassung wird über den Zwischenring C, den man mit der Metallaubsäge aus Alublech sägen kann und der unbedingt plan sein muß, an die Stirnfläche des Hartpapiertubus D angelegt. Diese Stirnfläche wird zweckmäßigerweise durch einen Tischler in wenigen Minuten mit einer Gehrungssäge rechtwinklig abgesägt. Ist der Absatz zwischen Außengewindedurchmesser und Anlageflansch der Fassung groß genug, kann sogar auf den Zwischenring C verzichtet werden. Der Andruck der Fassung an die Stirnfläche geschieht über den in der Taukappe H eingeklebten Andruckring E und drei aufgeklebte Gummi- oder Korkbeilagen F. Für die Durchmesseranpassung zwischen Außengewinde der Fassung und Innendurchmesser des Tubus D sowie zwischen Außendurchmesser des Tubus D und Innendurchmesser der Taukappe H können ohne jegliche Bedenken Papier- oder selbstgewinkelte Pappbeilagen verwendet werden.

Damit ist für die Baugruppe Objektivbefestigung die Einheit zwischen konstruktiver Forderung und technologischer Ausführbarkeit für den Sternfreund hergestellt. Dies wurde ermöglicht durch einen Entwurf, der bewußt – zugunsten der eigenen Umsetzungsmöglichkeit – von dem üblichen und industriell angewandten Weg abweicht.

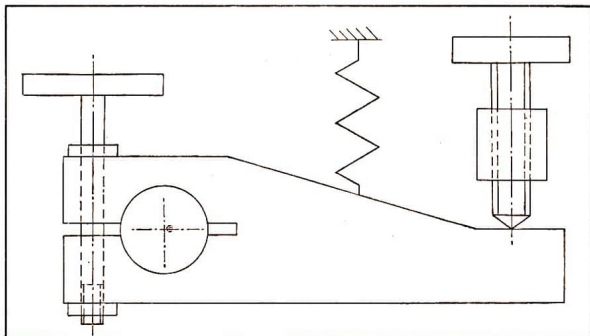
Montage von Blenden im Fernrohrtubus

Bei Refraktoren ist das Anbringen von mehreren Blenden an vorausberechenbarer Stelle im Fernrohrtubus für das Vermeiden von Falschlicht und damit für die Erhöhung des Bildkontrastes sehr nützlich. Leider ist die Montage dieser in Form von Papp-, Holz- oder Blechringen vorliegenden Blenden im Innern des meist langen und engen Tubus ein wahres Geduldsspiel. Einer Anregung in [1] folgend, läßt es sich jedoch elegant bewältigen. Jede Blende erhält an ihrem Umfang fünf kleine Einschnitte. Mit Hilfe von fünf dünnen Holzleisten (etwa 4×4 mm), wie sie im Segelflugmodellbau verwendet werden, und der Blendenringe wird durch Kleben eine Art „Gittertubus“ hergestellt. Dabei werden die Holzleisten in die Einschnitte an den Blenden eingelegt und die Blendenringe im ermittelten Abstand angeordnet. Der entstandene „Gittertubus“ kann noch mühelos mit schwarzem Papier – am besten Velour – außen umklebt werden. Die so entstandene Blendenröhre ist als Baugruppe bequem in den Fernrohrtubus einschiebbar, garantiert die exakte Blendenstellung und macht zusätzliche mühevolle Schwärzung des Tubusinnenraums überflüssig. Ein Beispiel, wie durch eine überlegte konstruktive Lösung die Montage wesentlich vereinfacht werden kann.

Tangentenhebelantrieb der Stundenachse

Für viele Sternfreunde ist es selbstverständlich, daß der Antrieb ihres Selbstbaufernrohres in Stunde über ein Schneckenrad mit Schnecke erfolgen muß. Diese Voreingenommenheit muß oft mit endlosen Bemühungen um die Beschaffung der zugehörigen Teile und am Ende meist mit qualitativen Abstri-

Abb. 2



chen bezahlt werden, da die notwendigen Globoid-Schneckenräder mit großen Durchmessern und entsprechend hohen Zahnzahlen nicht beschaffbar sind. Es wird dann auf ungeeignete Räder, teilweise auf Stirnräder mit Schrägverzahnung ausgewichen. Selbst wenn geeignete Bauteile vorhanden sind, wird doch die Mühe zur Realisierung der hohen Genauigkeiten, die ein Schneckenantrieb montage-seitig erfordert, grob unterschätzt. Viel vernünftiger ist es, einen kleinen Kompromiß in der Bedie-nungsbequemlichkeit einzugehen und konstruktiv ein völlig anderes Wirkprinzip in Form des in Abb. 2 dargestellten Tangentenhebelantriebs vorzusehen. Er ist von jedem Bastler leicht zu bauen und ergibt eine Feinfühligkeit in der Nachführung, die mit Schneckenradantrieben im Selbstbau kaum erreichbar ist. Der Nachteil, daß die Nachführung zeitlich begrenzt ist, ist der obengenannte Kompromiß, der eingegangen werden muß. Die vorhandene Unproportionalität zwischen Drehwinkel der Gewindespindel und der Stundenachse ist für kürzere Beobachtungs- und Belichtungszeiten so gering, daß auch ein Motorantrieb der Gewindespindel vorgesehen werden kann. Wer das nicht glaubt, rechne sich den Unterschied einmal aus, er wird über das Ergebnis erstaunt sein. Unter Verzahnungs-fachleuten ist diese Differenz als „Evolutfunktion“ bekannt. Bei einem vorhandenen Frequenzgenera-tor zur Nachführung wird die Unproportionalität noch bedeutungsloser. Perfektionisten unter den Bastlern können sogar die Berührungsfläche des Tangentenarms mit der Gewindespindel in Form einer Evolventenkurve ausbilden [2] oder auf der Gewindespindel ein mit einer Wälzkurve versehenes Gleitstück laufen lassen [3]. Auch die Kombination eines Kreises oder Kreissegmentes mit Stahlband und Gewindespindel, wie in [4] beschrieben, gewährleistet die Proportionalität. Absolut notwendig für die Praxis erscheinen solche Abwandlungen jedoch nicht und der einfache Tangentenhebel, eventuell in Verbindung mit Motorantrieb und Frequenzwandler, dürfte für den selbstbauenden Sternfreund das optimale Wirkprinzip für die Nachführung in Stunde darstellen.

Literatur:

[1] Carter: RFT-Telescop; in Sky & Teleskope 1969/4/253. – [2] Staus: Fernrohrmontierungen und ihre Schutzbauten; München 1959. – [3] Hamon: A tangent arm with a specially cut cam; in Sky & Teleskope 1978/6/530. – [4] Hodapp: Eine Variante des Seiltriebs; in Sterne und Weltraum 1977/4/134.

Zur Beobachtung des Planetoiden (1915) Quetzalcoatl

Anfang des Jahres 1981 wird der Planetoid (1915) Quetzalcoatl trotz seiner geringen Helligkeit auch für größere Amateur-fernrohre kein „hoffnungsloses“ Objekt sein, da er sich bis auf 32fache Mondentfernung der Erde nähert und die 14.1. Grö-ßenklasse (phot.) erreicht; visuell wird er entsprechend heller sein.

In der Ephemeride bedeuten r – Abstand von der Sonne; Δ – Erdbstand; B – Helligkeit im B-Bereich; β – Phasenwinkel (im B-Wert enthalten); ψ – Elongation.

1981	α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	B	β	ψ
II 27	9 ^h 35 ^m 04	– 11°25'9	1.070	0,087	14 ^m 7	23°5	154°W
III 4	10 ^h 39 ^m 52	+ 8°49'6	1.076	0,084	14 ^m 1	4°4	175°W
III 9	11 ^h 41 ^m 15	+ 25°48'9	1.086	0,099	14 ^m 9	20°0	158°W

Nach einer Mitteilung von MICHAEL GRESSMANN

Sternbedeckung durch Planetoid 747 Winchester

Datum: 1981 April 2

Stern: AGK3 + 14°1886
Helligkeiten
Spektralklasse

RA 13^h31^m53^s799 Dekl. 14°22' 043 (1950.0)
6^m6 vis; 7^m8 phot
KO

Planetoid: 747 Winchester
Helligkeiten

13^m3 vis; 14^m0 phot

Helligkeitsabfall bei Bedeckung: 6.7 mag vis, 6.2 mag phot Maximale Bedeckungsdauer (bei zentraler Bedeckung; für Planetenradius 100 km): 12 s

Südliche Grenzkurve der Sichtbarkeit:

UT	Länge	Breite	Höhe Stern	Höhe Sonne
00 ^h 45 ^m 03 ^s *	16°33 Ost	+ 52°86	50°	- 28°
00 ^h 46 ^m 03 ^s *	3°13	59°61	45°	- 25°

Wegen der großen Helligkeit des Sterns und des starken Helligkeitsabfalls bei der Bedeckung ist dieses Ereignis auch für den visuellen Beobachter mit einem kleinen Gerät außerordentlich interessant. Da Sternbedeckungen durch Planeten bekanntlich einen großen wissenschaftlichen Wert besitzen, sollte diese günstige Bedeckung von möglichst vielen Amateuren beobachtet werden. Hinweise zur Beobachtung von Sternbedeckungen durch Planeten sind in „Astronomie und Raumfahrt“ 5/79, S. 158, und in Schnellnachricht des ZFA Nr. 114 zu finden.

Nach der vorläufigen Voraussage ist die Bedeckung in den Nordbezirken der DDR zu beobachten. Allerdings sind derartige Vorhersagen immer mit unvermeidlichen Fehlern behaftet, so daß die tatsächliche Sichtbarkeitsgrenze möglicherweise um einige Planetendurchmesser nördlicher oder südlicher liegt. Genauere Angaben wird eine sogenannte „last minute prediction“ (Vorhersage in letzter Minute) liefern, die erst wenige Tage vor der Bedeckung aus aktuellen Beobachtungen abgeleitet werden kann. Weitere Hinweise hierzu werden in den Schnellnachrichten des ZFA erscheinen.

Eine Umgebungskarte für den Stern war bei Abfassung dieses Artikels noch nicht verfügbar. Interessierte Sternfreunde können eine Umgebungskarte von der Zentrale der „Arbeitsgruppe Sternbedeckungen“ (7280 Eilenburg, Sternwarte, Am Mansberg) oder von mir bekommen, wenn sie einen bereits frankierten und mit ihrer eigenen Adresse versehenen Briefumschlag an uns übersenden.

Beobachtungsergebnisse (auch negative!) sollten an mich übermittelt werden. Ich sammle die Ergebnisse und leite sie im Auftrag der „Arbeitsgruppe Sternbedeckungen“ an das Royal Greenwich Observatory zur internationalen Auswertung weiter.

An dieser Stelle danke ich Gordon E. Taylor vom H. M. Nautical Almanac Office, der die Voraussage berechnet und für die rechtzeitige Veröffentlichung in „A. u. R.“ zur Verfügung gestellt hat.

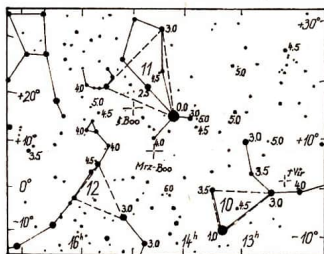
DIETMAR BÜTTNER

Meteorströme und Hinweise zu ihrer Beobachtung (VI)

Das erste Vierteljahr ohne große Ströme

Nach dem sehr spitzen Maximum der Quadrantiden am 3. Januar nimmt die stündliche Rate der Meteore stark ab. Im Frühjahr erreicht die Rate der sporadischen Meteore ihr Minimum. Das jedoch eröffnet die Möglichkeit, schwächere Ströme zu erfassen, die nur wenig aus dem sporadischen „Rauschpegel“ herausragen. Die in der Literatur auffindbaren Angaben über Radianten und die zu erwartenden stündlichen Zenitraten (ZHR) sind oft widersprüchlich.

Abb. 1



In der Tabelle sind nur die zuverlässigeren Radianten aufgeführt, von denen z. T. Beobachtungen der Arbeitsgruppe Meteore vorliegen. Ab Mitte März erscheinen dann mit den γ-Virginiden die ersten Teile des komplexen Virginidenstromes (Vgl. Teil 1 der Serie in Heft 1/1980), der ebenso wie die beiden anderen ekliptikalen Systeme (Scorpius-Sagittariden und Aries-Tauriden) eine rund zweimonatige Aktivität verursacht, wobei verschiedene Radianten ohne ausgeprägte Maxima zu beobachten sind.

Mit dieser Folge ist die Serie über Meteorströme im Jahreslauf beendet. Das Meteorphänomen ist durch eine Vielfalt von Einflüssen zeitlich variabel, d. h. es können „neue“ Ströme erscheinen bzw. bekannte „verschwinden“. Ausführliche Informationen, Hinweise und Anleitungen können von der Arbeitsgruppe Meteore (Astronomisches Zentrum „Bruno H. Bürgel“, 1500 Potsdam, Neuer Garten) erteilt werden. Hier ist auch die Sammelstelle für Beobachtungsergebnisse aus der DDR. Aktive und interessierte Mitarbeiter sind willkommen.

Tabelle 1

Strom	Radiant	Aktivität	Maximum	ZHR
Canceriden	128° + 20°	13. 1. – 21. 1.	17. 1.	10
♈-Cygniden	295° + 51°	14. 1. – 20. 1.	17. 1.	10
Aurigenen	75° + 42°	20. 1. – 15. 2.	um 7. 2.	10
♊-Bootiden	225° + 20°	5. 2. – 20. 2.	13. 2.	5
Leoniden	160° + 15°	15. 2. – 5. 3.	27. 2.	10
Bootiden	220° + 10°	um 11. 3.	11. 3.	5
♎-Virginiden	188° + 3°	15. 3. – 31. 3.	21. 3.	10

JÜRGEN RENDTEL

Kurzberichte

Gründung einer Arbeitsgemeinschaft Astronomie im Kreis Neuhaus

Die Amateurastronomie im Bezirk Suhl ist bisher noch recht schwach entwickelt. Vergleicht man die öffentlichkeitswirksamen Beobachtungsstationen der Bezirke, so nimmt Suhl hier den vorletzten Platz ein (vgl. Friedrich, K., AuR 1/1980).

Wir hoffen, daß wir mit der Gründung unserer Arbeitsgemeinschaft im Kreis Neuhaus diese Bilanz in der Perspektive etwas aufbessern können.

Seit nunmehr reichlich zwei Jahren beschäftigte der Gedanke einer Organisation drei Sternfreunde des Kreises. Die größte Schwierigkeit bestand anfangs darin, weitere bereits arbeitende Sternfreunde oder Interessenten ausfindig zu machen. Die Hilfe des Kreissekretariats und eine Veröffentlichung in der lokalen Presse über unsere Arbeit vergrößerte die Gruppe im ersten Jahr lediglich auf 5 Mitglieder. Damit war allerdings die Voraussetzung geschaffen, erstlich den Gedanken der Organisation im Kulturbund ins Auge zu fassen. Während der Besichtigung eines kleinen Eigenbaurefektors unseres ältesten Sternfreundes (78 Jahre), wurden im Sommer 1979 Einzelheiten des zu gehenden Weges besprochen. Zu Beginn des Jahres 1980 war der Interessentenkreis auf 8 Mitglieder angewachsen, und der Aufbau einer AG erschien sinnvoll. So erfolgte in Oberweißbach ein weiteres Treffen. Dort wurde über die Organisation der Amateurastronomie im ZFA gesprochen, über astronomische Literatur informiert und im Rahmen von Vorträgen Probleme der Meteor- und Veränderlichenbeobachtung erläutert.

Am 12. 6. 1980 war es endlich soweit: 12 Sternfreunde gründeten die AG Astronomie des Kreises Neuhaus. Einige Schwierigkeiten bereitete die Tatsache, daß die Mitglieder auf das gesamte Kreisgebiet verteilt sind und die Verkehrslage des Kreises alles andere als günstig ist. Durch die Unterstützung des Kreissekretariats konnte jedoch auch dieses Problem gelöst werden.

Astronomische Mittel sind in der Gruppe noch äußerst spärlich vorhanden. Ein 10 cm-Spiegel, ein Telemotor, eine Basteloptik 50 mm und diverse Zeissfeldstecher bilden das Inventar, welches ausschließlich individuell genutzt wird.

In Verbindung mit dem Ausbau eines Kreiskulturkabinetts hoffen wir jedoch, eine kleine Beobachtungsstation einrichten zu können.

Sicherlich werden sich dann auch Möglichkeiten ergeben, mit Unterstützung des Kulturbundes und der Volksbildung wenigstens ein oder zwei kleinere Fernrohre zur allgemeinen Nutzung zu beschaffen. Ein in der Kreisstadt zur Verfügung gestellter Raum ermöglicht es uns vorerst, zweimonatlich ein Treffen der Sternfreunde zu realisieren. Für die Zukunft

haben wir uns erst einmal folgendes bescheidene Programm vorgenommen:

- Gegenseitige Information und Weiterbildung auf astronomischem Gebiet;
- Berichte und gegenseitige Mitteilungen über die Arbeit der einzelnen Sternfreunde;
- Exkursionen zu größeren astronomischen Einrichtungen;
- Zusammenarbeit mit dem Fachberater für Schulastronomie zur Gewinnung weiterer, insbesondere jugendlicher Interessenten;
- kleine Ausstellungen zu besonderen Anlässen im Hinblick auf die Verbreitung astronomischen Wissens;
- die Realisierung des Ausbaus einer kleinen Beobachtungsstation.

Wir wissen, daß es ein bescheidener Anfang ist, hoffen aber, unseren Tätigkeitsbereich in der Perspektive erweitern zu können.

Für Hinweise auf weitere Astronomieinteressenten unseres Kreises wären wir natürlich dankbar.

MANFRED KOCH Ltr. der AG

Fachgruppe in Karl-Marx-Stadt gegründet

Am 25. Januar 1980 konstituierte sich in der Bezirksstadt Karl-Marx-Stadt eine Fachgruppe Astronomie des Kulturbundes. Vorausgegangen waren umfangreiche Vorarbeiten zur kadernmäßigen und inhaltlichen Sicherung der Arbeitsfähigkeit der Fachgruppe.

Im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung wurden Gedanken zum Arbeitsplan und zur perspektivischen Entwicklungsmöglichkeit dargestellt.

Anliegen der Fachgruppenarbeit ist es – wie auch anderswo –, interessierten Bürgern die Möglichkeit zu bieten, auf ihrem Interessensgebiet eine geistige Heimstatt zu schaffen. Bei der Erarbeitung des Arbeitsplanes standen die reichen Erfahrungen anderer Fachgruppen und die in der Diskussion dargelegten Gedanken der eingeladenen Bürger Pate. Unsere monatlichen Zusammenkünfte sind gut besucht; wir fanden Aufnahme sowohl in der Karl-Marx-EOS als auch im Kosmonautenzentrum „Juri Gagarin“ und in der Schloß-OS.

Mit der Leitung wurden drei Bundesfreunde betraut; der Vorsitz wurde Bundesfreund Günter Schneider übertragen, der sich auch aktiv an der Vorbereitung und Bildung der Fachgruppe beteiligte.

G. SCHNEIDER

Aus der Literatur

Neuer Jupitermond

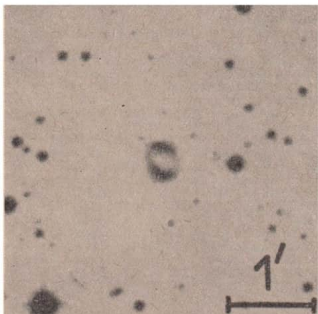
Auf den von Voyager 2 gemachten Jupiterphotos entdeckten im Oktober 1979 D. C. Jewitt und G. E. Danielson von Caltech und S. P. Synnot vom Jet Propulsion Laboratory einen neuen Jupitermond. Dieser umkreist den Planeten Jupiter in unmittelbarer Nähe des ebenfalls kürzlich entdeckten Ringsystems. Der neue Mond erhielt die Bezeichnung 1979 J1. Auf der Grundlage der Helligkeit des Mondes wird sein Durchmesser mit 20–40 km angegeben. Seine Umlaufbahn hat einen Radius von 1,8 Jupiterradien. Almalthea, welcher bis zu dieser Entdeckung als jupiter-nächster Mond galt, besitzt eine Umlaufbahn von 2,54 Jupiterradien. Die Bahngeschwindigkeit von 1979 J1 beträgt 30 km/s. Somit ist er der schnellste unter allen bekannten Planetenmonden. Die Umlaufperiode beträgt nur 70^m. Folglich umkreist 1979 J1 den Jupiter in weniger als einem Jupitertag. Ähnlich wie Phobos geht er im Westen auf und im Osten unter. Seine Bahn liegt leicht innerhalb der sogenannten Roche-Grenze, die als die Entfernung definiert ist, innerhalb derer ein flüssiger Himmelskörper (z. B. Planetenmond) durch die Gezeitenkräfte zerfallen würde. Die Verbindung zwischen 1979 J1 und dem Jupiterrings ist nicht vollständig geklärt. Es scheint jedoch möglich, daß die Partikel des Jupiterrings von dem neuen Jupitermond stammen.

Lit.: Mercury Vol. IX Nr. 2, 1980.

Planetarische Nebel entdeckt

In einem 3400 $\square^2$ großen Gebiet des Palomar Observatory Sky Survey (POSS) wurden zwanzig neue planetarische Nebel-Kandidaten entdeckt. Alle aufgefundenen Objekte waren bislang noch nicht bekannt. Das untersuchte Gebiet liegt im wesentlichen symmetrisch zum galaktischen Äquator. Mindestens 12 der Kandidaten wurden bereits wegen ihres Aussehens als planetarische Nebel identifiziert. Ein Beispiel zeigt Abb. 1. Die maximalen scheinbaren Durchmesser sind auf dem POSS (Rot) von 16 bis 194 arcsec. Die Flächenhelligkeiten der hellsten Abschnitte liegen im Bereich von 20 bis 23,3 mag/arcsec² (Rot) und 24 bis 26,5 mag/arcsec² (Blau) mit einem Fehler $\lesssim \pm 1$ mag. Die Entfernungen der einzelnen Objekte schwanken im Bereich von 700 bis 8000 pc. Nach Angaben des Autors R. Weinberger

Abb. 1: Neuentdeckter Planetarischer Nebel



besteht die Möglichkeit, weitere planetarische Nebel auf dem POSS zu entdecken, da im hier vorgestellten Fall nur ein Bereich von etwa 215 galaktischen Längengraden untersucht wurde, der POSS jedoch 286 überdeckt. Die Suche nach weiteren planetarischen Nebeln ist für die stellare Evolutionsforschung wichtig, da die bisher unbekannten planetarischen Nebel einen wesentlichen Einfluß auf die lokale Raumlichte der planetarischen Nebel haben.

Lit.: Mitt. der Astron. Gesellschaft Nr. 43

Der Riesen-Infrarotreflektor auf Hawaii

Derzeit wird auf dem 4200 m hohen Mauna Kea (Hawaii) ein 3,8 m-Telescop Großbritanniens für Infrarotbeobachtungen errichtet. Die optischen Teile bestehen aus Cer-Vit-Glaskeramik und wurden von Grubb Parsons Ltd. (Newcastle) hergestellt. Der Hauptspiegel mit einem Öffnungsverhältnis von f/2,5 besitzt am Rande eine Dicke von 28,7 cm und im Zentrum von nur 19,2 cm. Das führt auf das ungewöhnliche Durchmesser-Dicke-Verhältnis von 16:1 (normalerweise 6:1) und eine Spiegelmasse von nur 6,5 t (sonst 15 t). Die Sekundärspiegel erlauben Öffnungsverhältnisse von f/9 (Cassegrain), f/20 (Coudé) und f/35 mit einem sogenannten Chopperspiegel (bei dieser in der Infrarot- und Radioastronomie üblichen Technik wird der Sekundärspiegel ständig zwischen Objekt und Umgebung hin und her geschwenkt, um die Hintergrundstrahlung des Himmels vom Nutzsignal abzuziehen). Die Qualität aller optischen Teile ist so hoch, daß 90% der Strahlung in einem Kreis von 0,9 bis 1,1 Bogensekunden vereinigt werden. Das Telescop ist für Beobachtungen in einem Wellenbereich vom nahen Infrarot bis in den Submillimeterbereich, später auch im optischen vorgesehen. Als Montierung wurde eine englische Rahmenmontierung gewählt, die zwar die Beobachtung der Polarregion nicht erlaubt, aber sehr stabil und für Beobachtungsorte in niedrigen Breiten (19°49' n. B.) gut geeignet ist. Ein PDP 11/40-Computer steuert die 20 t-Montierung in beiden Achsen. Bedingt durch seine extrem geringe Dicke, mußte auf die Lagerung des Hauptspiegels besonderer Wert gelegt werden. Radialer Druck wird von 24 mit Gegengewichten ausbalancierten Armen aufgenommen und auf die Spiegelhalterung übertragen. Die Rückseite wird von 80 in drei konzentrischen Kreisen angeordneten und pneumatisch gesteuerten Aufnahmepunkten unterstützt, so daß der Spiegel auf seiner Halterung „schwimmt“. Die von Dunford Hadfields Ltd., Sheffield, hergestellte Montierung hält die beeinflussbare Verformung des Spiegels unter 0,1 μ m (!). In dieser Höhe ist der Infrarotbeobachtungen störende Wasserdampfgehalt der Luft schon sehr gering, aber auch der Sauerstoffgehalt beträgt nur noch 60%. Aus diesem und noch anderen Gründen erfolgt die Unterbringung der Astronomen in 2800 m Höhe.

Lit.: Sky and Telescope 56 (1978) 1, 22.

Nur ein Zeitvertrag für „Chiron“

Der letzte Stand der Forschung betrachtet den im Oktober 1977 entdeckten Chiron als Kleinkörper (Planetoid oder Kometenkern) von etwa 160 km Durchmesser, der sich auf einer stark elliptischen Bahn (Exzentrizität $e = 0,38$) zwischen Jupiter und Saturn um die Sonne bewegt, wobei die Bahn um 7° gegen die Ekliptik geneigt ist. S. Okawa und E. Everhart haben nun Rechnungen ausgeführt, die zeigen, daß die Bahn von Chiron „chaotisch“ verläuft und nie eine stabile Form annehmen wird. Sobald der Körper in die Nähe von Jupiter oder Saturn gerät, schleudert ihn der Planet auf eine hyperbolische Bahn und damit aus dem Sonnensystem. Mit hoher Wahrscheinlichkeit passiert das in den nächsten Millionen Jahren, vermutlich durch Jupiter.

Damit wird auch Chirons Herkunft unklar. Entweder kam er aus dem interstellaren Raum, dann wäre er wegen seiner Größe besonders interessant, oder er entstand im Sonnensystem wie ein Planetoid. Es gibt Anhaltspunkte dafür, daß die Planetoiden, wenigstens zum Teil, auch nur zeitweise Objekte des Sonnensystems sind. In jedem Falle ist unser Verständnis der Bildung von Himmelskörpern noch sehr unbefriedigend.

Lit.: Sterne und Weltraum 11 (1979) 10, S. 347; vgl. AuR 1/79, S. 30.

Neues Modell für Uranusringe

Seit der Entdeckung der Ringe des Uranus wurde es immer schwieriger, ihre physikalische Beschaffenheit in Analogie zu den Saturnringen zu erklären. Bestünden die (vermutlich 9) Ringe aus einzelnen Teilchen, hätten sie sich aufgrund gegenseitiger Störungen längst erheblich verbreitern müssen (die Breite beträgt wahrscheinlich nur einige km). Weiterhin ergeben Albedomessungen, daß die Ringe nur 1 % der Albedo der Saturnringe haben und daher aus einem im Weltraum noch unbekannten Material bestehen müßten, das weit weniger Licht reflektiert als Kohlenstaub. Van Flandern (US Naval Observatory) stellte ein Modell zur Diskussion, bei dem jeder Ring dadurch entsteht, daß ein Uranusmond ständig Gas abgibt, analog zu Io im Jupitersystem. Dabei wäre die Gasdichte vom jeweiligen Stand des Mondes abhängig, was die unterschiedlichen Ringdichten erklären könnte. Die Schwächung des Lichtes dahinterstehender Sterne, die zur Entdeckung der Ringe geführt hatte, könnte dann nicht durch die Absorption des Sternlichtes im Gas erfolgen, sondern durch dessen Streuung an den Gasteilchen. Stimmt dieses Modell, müßten sich ähnliche Ringe auch bei engen Begegnungen von Sternen mit anderen äußeren Planeten finden lassen.

Lit.: Sterne und Weltraum 11 (1979) 10 S. 342.

Biosphären um Sterne

Bekanntlich sind Abschätzungen über die Anzahl hochentwickelter Zivilisationen in unserer Galaxis wegen der unzureichenden Kenntnisse verschiedener Parameter sehr unsicher. Einer dieser Faktoren ist die Größe der Kugelschale um einen Stern, innerhalb derer sich ein Planet befinden muß, wenn er intelligentes Leben beherbergen soll. Die Lebenszone unserer Sonne ist relativ dünn. Wäre die Erde der Sonne nur um 5 % näher, dann hätte vor etwa 4 Milliarden Jahren ein sich selbst verstärkender Treibhauseffekt die Entwicklung von Leben unmöglich gemacht. Wäre sie andererseits nur um 1 % weiter von der Sonne entfernt, dann hätte vor 2 Milliarden Jahren eine sich selbst verstärkende Gletscherbildung eingesetzt, weil zu dieser Zeit wärmeisolierende Gase wie CO₂ fehlten. Auch in diesem Falle hätte sich höheres Leben nicht entwickeln können. Diese Berechnungen stammen von dem Amerikaner M. Hart, der auch die Lebensbedingungen an anderen Hauptreihensternen untersucht hat. Da sich höheres Leben nur unter für lange Zeiträume stabilen Bedingungen entwickelt, es dürfen für 3...4 Milliarden Jahre nur mäßige Temperaturen herrschen, sind die möglichen Lebenszonen an anderen Sternen kaum größer als an der Sonne, oft sogar kleiner. Die zahllosen kühlen und massearmen K- und M-Zwergsterne besitzen keine bewohnbaren Planeten. Ähnlich geht es Sternen mit Spektraltypen früher als F 7, denn diese entwickeln sich schon in weniger als 4 Milliarden Jahren zu Roten Riesen. So bleiben nur die Sterne im Massebereich von 0,8...1,2 Sonnenmassen für fremde Intelligenzen übrig.

Lit.: Sterne und Weltraum 11 (1979) 9, S. 304.

Werden Quasare von aktiven Galaxien ausgeschleudert?

Halton Arp (Hale Obs.) interessierte sich schon seit langem für Galaxien mit kleinen Begleitgalaxien, in deren Nähe er besonders häufig Quasare entdeckt hatte. Die Suche in der Nähe der Galaxie NGC 3384 ergab 8 Quasare, 6 davon mit

ähnlicher Rotverschiebung. Das Auffallendste ist jedoch, daß sie alle in einer bevorzugten Richtung angeordnet sind. Die der Galaxis unmittelbar benachbarten beiden Quasare liegen zu dieser symmetrisch auf einer Linie, die exakt durch den hellen Kern geht. Die Rotverschiebungen betragen 1.111 und 1.107. Das nächste Paar liegt auf einer Linie, die um 5° gegen die erste gedreht ist. Die Differenz in der Rotverschiebung beträgt nur 0.09. Noch etwas weiter entfernt liegt ein Quasar (Rotverschiebung 1.131) auf einer Linie, die um 7° gegen die erste gedreht ist. Der sechste paßt sich hier mit einer Abweichung von 24° von der dritten Linie (Rotverschiebung 1.134) nicht ganz an. Eine so hohe Anzahl von Quasaren nahe einer Galaxis zu finden ist kaum Zufall. Noch unwahrscheinlicher ist die paarweise Anordnung mit der Galaxis als Symmetriezentrum und die Übereinstimmung der Rotverschiebungen. Arp nimmt daher an, daß die Quasare in mehreren, zeitlich aufeinander folgenden Explosionen aus dem Kern der Galaxis ausgeschleudert wurden.

Lit.: Sterne und Weltraum 11 (1979) 10, S. 352; vgl. AuR 1/79, S. 32.

Dänisches 1,5 m-Teleskop

Am 20. November 1978 wurden mit dem dänischen 1,5 m-Teleskop in La Silla (ESO-Gelände in Chile) erste Beobachtungen gemacht.

Der Spiegel ist ein Ritchey-Chretien-System in Cassegrain-Anordnung. Die Nutzung in nur einer Variante brachte konstruktive, mechanische Vorteile. Die endgültige Brennweite liegt bei 13 m. Der Abbildungsmaßstab 16 Bogen Sekunden pro Millimeter. Das nutzbare Gesichtsfeld hat 80 mm Durchmesser, das sind 20 Bogenminuten. Durch ein optisches Korrektionsystem kann es auf 200 µm (50 Bogenminuten) erweitert werden.

Das Teleskop ist computergesteuert. Die schwächsten zur Nachführung nutzbaren Sterne haben die 14. mag. Die Nachführungsgenauigkeit beträgt 0,1 Bogen Sekunden. Das Fernrohr kann für die Direktfotografie genutzt werden. Außerdem ist es mit McMullan-elektronomografischen Kameras, mehrkanal-lichtelektrischen Fotometern, Echelle-Spektrographen ausgerüstet und damit sehr vielseitig einsetzbar.

Es soll zuerst eingesetzt werden für Programme zur Untersuchung der galaktischen Struktur und für Probleme der Extragalaktik.

Lit.: The Messenger No. 16, März 1979.

Einschränkungen im Space Shuttle-Spacelab-Programm

Auf nunmehr Frühjahr 1982 ist der Erststart des amerikanischen Space Shuttle verschoben worden, was mit erneut aufgetretenen technischen Mängeln begründet wird. Als Folge kann der ursprünglich für Juli 1980 geplante erste Start des ESA-Raumlabors Spacelab mit je einem westeuropäischen und amerikanischen Forschungsastronauten ebenfalls frühestens 1982 erfolgen, was nicht nur tiefe Enttäuschung bei den westeuropäischen Raumfahrtexperten ausgelöst hat, sondern auch dazu führte, daß sich eine Reihe der am Projekt Beteiligten zurückgezogen hat. Sie sind ebenso wenig bereit, den nunmehr unvermeidlichen Leerlauf in Forschung und Entwicklung zu verkraften wie die inzwischen eingetretene Erhöhung der mit 1 Milliarde DM angesetzten Projektkosten um etwa 40 %.

Das Gesamtprogramm beider Projekte erfährt deshalb wesentliche Minderungen und Einschränkungen. So wurde die Gesamtzahl der Shuttle-Einsätze herabgesetzt und die Zahl der für das erste Spacelab geplanten Experimente um mehr als 50 %, von 76 auf 37 gekürzt. 13 davon fallen unter die Verantwortung der NASA, 24 werden von der ESA betreut. Beide Raumfahrtorganisationen können je 1392 kg Nutzlast unterbringen. Die ausgewählten Experimente stammen aus 5 Anwendungsbereichen: Atmosphärenphysik und Erdkunde, Materialforschung und -technologie, Plasmaphysik, Astronomie und Sonnenphysik sowie Medizin und Biologie.

Lit.: ez, 18 (1980) 13, S. 28 und Spacelab - Report, 5 (1980) 3.

Zur Kostensituation des Shuttle

Bei den potentiellen Nutzern des US-amerikanischen Shuttle gibt es nicht nur Bedenken angesichts der ständigen Verzögerungen bis zum Erststart und wegen der ständigen Erhöhung der geplanten Kosten, sondern auch wegen der Auslegung der Ausrüstungsbay und des vorgesehenen Missionsprofils.

Bei jedem Flug muß der gesamte Transportraum bezahlt werden, auch wenn er nicht voll ausgenutzt wird. Dazu kommt, daß die Bay in ihren Abmessungen nicht variiert werden kann, das heißt also, daß abzusetzende Satelliten bestimmte Höchstmaße nicht überschreiten dürfen.

Die Standardleistungen der NASA sind Start, Einflug in den Orbit, Nutzlastplatzierung, Rückkehr, die Durchführung von einem Tag Operationen in der Umlaufbahn, die Bereitstellung des Flugteams und die Tests nach dem Fluge. In diesen Standardleistungen sind aber nur vier verschiedene mögliche Bahnen enthalten, und zwar bei 28,5°, 56°, 90° und 104° Bahnneigung.

Alle von den Nutzern über diese Leistungen und damit den Basispreis hinaus gewünschten Leistungen müssen extra bezahlt werden. Dazu gehören zum Beispiel das Mitführen und Operieren mit einer Oberstufe (Space Tag), von den genannten Bahnen abweichende Bahnen, z. B. auch die Synchronbahn-Außenbordaktivitäten, Veränderungen von Flugdauer und -profil, Ansteuern und Einfangen von bereits im Orbit befindlichen Satelliten und Nutzlastintegration.

Angesichts der zu erwartenden Widrigkeiten werden sich einige Kunden – vor allem bis der Shuttle seine volle Operationsfähigkeit erreicht hat – nach anderen Trägermitteln umsehen wollen. Das ist zum Teil bereits geschehen. Spitzenkandidat ist dabei die westeuropäische Ariane, jedoch werden auch japanische und sowjetische Träger in Betracht gezogen.

Lit.: Aviation week and Space Technology.

Fernmeldesatelliten – Perspektiven

Während sich in Ost und West derzeit neue Fernmeldesatellitengenerationen in Vorbereitung und Test bzw. bereits erster Einsatzerprobung befinden (Horizont, Intelsat V), mit denen der internationale Fernmeldeverkehr bis 1985 sicher beherrscht wird, befassen sich Experten in Prognosen und Studien bereits mit dem Zeitraum nach 1985 bis in die neunziger Jahre hinein, um auf der Grundlage des dann zu erwartenden Verkehrsaufkommens über notwendige neue Satellitengenerationen und Übertragungsverfahren zu entscheiden. Zu beachten dabei ist, daß heutige Generationen für Lebensdauererwartungen bis zu 10 Jahren konzipiert sind.

1979 betrug die Zahl der über Fernmeldesatelliten übertragbaren Sprachkanäle 22000, was etwa zwei Dritteln der weltweit verfügbaren 35000 Kanäle entsprach. 1985 erwartet man ein Ansteigen auf etwa 58000 allein in der Atlan-

tikregion bzw. 92000 weltweit. Prognosen für die neunziger Jahre sind naturgemäß mit noch zahlreichen Unsicherheitsfaktoren behaftet und schwanken heute für den weltweit erwarteten Bedarf an Sprechkanälen über Fernmeldesatelliten zwischen 120000 und 375000. In einer Maximalvariante werden für 1993 z. B. 190000 Kanäle für die Atlantikregion, 50000 für die Pazifikregion und 63000 für den Bereich des Indischen Ozeans erwartet. Das würde Fernmeldesatelliten mit Kapazitäten von 75000–85000 Kanälen pro Satellit erfordern, was nicht nur neue Satellitengenerationen mit höheren Übertragungsbandbreiten, z. B. durch Nutzung höherer Frequenzbereiche (20/30 GHz) notwendig macht, sondern auch eine effizientere Nutzung verfügbarer Bänder durch verbesserte Signalverarbeitungstechniken.

Lit.: nachrichten-elektronik, 33 (1979) 5, S. 145 – 149.

Interkontinentale Zeitsynchronisation via Satellit

Genauekeitsforderungen an Zeitmessungen sind in den letzten drei Jahrzehnten in zahlreichen Wissenschaftsbereichen um den Faktor 10⁶ gestiegen. Wesentlichen Anteil daran hat die Kosmosforschung. So fordert die Satellitengeodäsie Genauigkeiten von 10–100 ns, die Großbasisinterferometrie 100 ns und Zeitmultiplexsysteme für Nachrichtensatelliten 0,1–1 µs. Besondere Probleme entstehen speziell hierbei durch die notwendige Synchronisation über große Entfernungen, die trotz des Einsatzes moderner Techniken noch eine Reihe von Schwierigkeiten aufweist.

Mit Hilfe des ESA-Satelliten SIRIO 2, der 1981 mit der Trägerrakete ARIANE gestartet werden soll, wird erstmals in breiterem Umfang eine interkontinentale Synchronisation von Zeitsystemen mit 1–10 ns Genauigkeit mit Hilfe von Laserstrahlen realisiert werden. Der Satellit erhält hierfür eine spezielle Nutzlast LASSO (Laser Synchronisation from Stationary Orbit).

Zum Zeitvergleich zweier Uhren triggert jede eine naheliegende Laser-Bodenstation zu einem vereinbarten Zeitpunkt. Von hier gelangen Laserimpulse zum Satelliten, der sie mit einem speziellen Detektor empfängt und die Empfangszeitpunkte an die entsprechenden Bodenstationen meldet. Hier wird das Zeitintervall zwischen den Einzelimpulsen gemessen und unter Beachtung der Signallaufzeiten die Zeitverschiebung zwischen beiden Uhren, in der Regel Atomuhren. Die Bestimmung der Signallaufzeiten erfolgt durch am Satelliten reflektierte Laserimpulse, woraus sich die genaue Entfernung sowie der für die Zeitdifferenzbestimmung der beiden Uhren notwendige Korrekturbetrag ergeben.

Das Verfahren ist für alle im Sichtbereich des Satelliten liegenden Uhren bei beliebiger Wiederholbarkeit von Einzelmessungen anwendbar.

Lit.: elektronik-ztg., 17 (1979) 21, S. 30.

Unsere Autoren

Dr. Karl-Heinz Marek, 1500 Potsdam, Zentralinstitut für Physik der Erde der AdW der DDR

Wolfgang Büttner, 8080 Dresden, Boltenhager Str. 22

Peter Partusch, 7590 Spremberg, Schillerstraße 6

Dipl.-Gew. Klaus Marquart, 1130 Berlin, Rüdigerstr. 115

Dr. Fritz Gehlhar, 1110 Berlin, Uhländstr. 52

Dr. A. Zelenka, CH-8092 Zürich, Eidgenössische Sternwarte

OL Heinz Albert, 9630 Crimmitschau, Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“

Frank Rümmler, 4851 Nessel, Nr. 20, PF 122

Herbert Scholze, 8046 Dresden, Wilhelm-Weißing-Str. 29/10–36.

Dietmar Büttner, 9030 Karl-Marx-Stadt, Kirchhoffstr. 31

Dipl.-Phys. Jürgen Rendtel, 1500 Potsdam, Fichtestr. 5

Manfred Koch, 6432 Oberweißbach, Sonneberger Str. 72 13/1–34

Günter Schneider, 9071 Karl-Marx-Stadt, Kutusowstr. 18

Arnold Zenkert, 1500 Potsdam, Seestr. 17

Mathias Schmögner, 044 25 Medzev, Ul. gen. Petrova 2, ČSSR

Karl-Heinz Mau, 3607 Wegeleben, Moorweg 5

Jürgen Gasielki, 8250 Großenhain 4, Priestewitzer Str. 9

Buchbesprechungen

Vom Jacobstab zur Satellitennavigation

Es ist in der Tat eine Kunst, sich auf den weiten Wasserflächen unseres Planeten zu orientieren – und auch richtig anzukommen. Der 42. Band der bewährten „akzent“-Reihe befaßt sich in allgemeinverständlicher Weise mit dem umfangreichen Gebiet der Navigation zur See und in der Luft. Es handelt sich hier keineswegs um ein Lehrbuch, sondern um eine historische Darstellung der Kunst des Orientierens. Die schon vor Jahrtausenden entstandenen Navigationsverfahren, die sich ständig weiterentwickeln und vervollständigen, haben heute im Zeitalter des schnellen und immer dichter werdenden Verkehrs umfangreiche und wichtige Aufgaben zu erfüllen. Die klassische Vorstellung von Kompaß, Karte, Sextant und Chronometer wird den mannigfaltigen Praktiken der modernen Navigation längst nicht mehr gerecht.

Die inhaltliche Gliederung des Buches spiegelt den jeweiligen technischen Stand der Navigationsverfahren wider: Der Leser erfährt eine Reihe interessanter Einzelheiten, wie sich die Völker einst auf den weiten Wasserflächen zurechtfinden, wird mit den ersten Kartenwerken vertraut gemacht und lernt Grundbegriffe (Peilen, Versegeln, Koppeln) der seemannischen Kunst kennen. Für den Astronomen sind die astronomischen Techniken und Methoden von besonderem Interesse. Der bereits in der Antike verwendete Jakobstab kam im 13./14. Jahrhundert in Gebrauch und diente bis in das 18. Jahrhundert den Seefahrern als ein wichtiges Meßinstrument. Quadrant und Spiegelsextant und die für die Längenbestimmung so notwendige Schiffuhr lösten die Probleme der Ortsbestimmung und erhöhten die Genauigkeit. So war um 1700 die geographische Länge auf Teile eines Grades bestimmbar, und die Chronometer wichen selbst auf Reisen von mehreren Monaten nur bis um 40 s ab.

Wie wichtig die präzise Zeitangabe ist, zeigt die Navigation heute. Mehr als 200 Zeitzeichensender erreichen jeden Punkt der Erde, die Quarzuhr und eine hochentwickelte Elektronik gewährleisten höchste Genauigkeiten.

Der Höhenwinkel der Sonne ist trotz Bewölkung mit Hilfe des Radiosextanten zu bestimmen. Aber auch schon vor Jahrzehnten eingeführte Hilfsmittel, wie der Kreiselkompaß, das Log und Lot haben eine Perfektionierung erfahren.

Ein Kapitel widmet sich eingehend der Funknavigation, ohne die der moderne Seeverkehr nicht mehr denkbar wäre. Die zuletzt aus den vorigen Jahrhunderten stammenden Leuchttürme haben durch die zahlreichen Funkfeuer als Sichtmarken einen zweifachen Stellenwert erhalten. Über die Geometrie der Standlinienbestimmung, die verschiedenen Methoden (Loran, Decca) sowie über das Zusammenspiel der Geräte informieren über 30 Seiten.

Der letzte Teil befaßt sich mit Navigationsmöglichkeiten der Zukunft. Der immer enger werdende Seeraum und Luftraum verlangt Navigationssysteme, die den Erdball lückenlos umspannen; die Methoden der autonomen Navigation gewinnen mehr an Bedeutung (z. B. Dopplernavigator). Hierzu gehört auch die Trägheitsnavigation, die keine Funkwellen benötigt und daher sehr störsicher ist. Die bald nach Beginn der Raumfahrt angestellten Überlegungen, künstliche Himmelskörper zur Navigation zu nutzen, sind bereits realisierbar. Die Satellitennavigation, die „Funkfeuer in der Umlaufbahn“, werden eines Tages zur alltäglichen Praxis eines Nautikers gehören und Genauigkeiten bis zu 200 m gewährleisten.

Dem Verständnis des Textes dienen 55 farbige Bilder, zumeist recht geschickte Interpretationskizzen der Hilfsmittel und Verfahren, die auf diese Weise sehr gut veranschaulicht werden. Der Autor vermittelt mit diesem Buch einen instruktiven Einblick in die Vielfalt dieser Thematik, für die es zwar eine Reihe von Werken gibt, die jedoch in ihrer Darstellung für das allgemeine Interesse entschieden zu tiefgründig und umfassend sind.

A. ZENKERT

Conrad, Walter: Vom Jakobstab zur Satellitennavigation. Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin 1979, 128 Seiten, 55 Bilder
Preis (DDR): 4,50 M

Atlas der Sternbilder

Die Zentrale der slowakischen Amateurastronomie in Hurbanovo gibt eine Druckschrift mit dem Titel „Atlas súhvezdí“ (= Sternbilderatlas) heraus. Der Atlas enthält außerdem einen Katalog interessanter Himmelsobjekte, die für den Amateurliehaber zugänglich sind. Der Band ist vor allem für Mitglieder astronomischer Zirkel und deren Leiter, aber auch für Lehrer und Schüler der Grundschule gedacht. Es ist eine geschickte Kombination einzelner Sternbildkarten mit einem einfachen Katalog interessanter Himmelsobjekte. Dem Werk liegen bekannte Atlanten zugrunde, wie der Atlas Coeli 1950.0 von A. Bečvář, der Sternatlas von S. Marx und W. Pfau und die russische Ausgabe des Atlas des Sternenhimmels von Jan Hevelius, aus dem auch die Titelseite stammt.

Die Einleitung enthält eine Zeichenerklärung und das Verzeichnis der wichtigsten Sternbilder mit slowakischen und lateinischen Bezeichnungen und den gebräuchlichen Abkürzungen.

Sicher ist dieser Atlas eine wertvolle Hilfe für die Astronomieclubs. Er ist zum Verkauf über den Buchhandel zwar nicht freigegeben, jedoch haben ihn einige Schul- und Volkssternwarten in der DDR als methodisches Material erhalten. Man könnte aufgrund dessen darüber nachdenken, ob eine ähnliche Schrift nicht auch in der DDR, für Sternfreunde und astronomisch interessierte Schüler der Oberschulen gedruckt werden sollte.

M. SCHMÖGNER

Zajonc, I. P. Ragas.: Atlas súhvezdí. Slovenské ústredie amatérskej astronómie Hurbanovo, 1978, 111 S.

„Astronomie und Raumfahrt“, Jg. 1965–1979 (fast vollständig) abzugeben für 0,75 M pro Heft (möglichst komplett).
Vermittlung durch die Redaktion.

1981	PLANETENSICHTBARKEIT (I)											
	Planet geht vor Sonne auf						ganze Nacht sichtbar					
	un-sicht-bar	2	Std.	3	4		4	Std.	3	2	un-sicht-bar	
J	♀					4 5					♂	♀
F	♀	♀				4 5						♂
M	♀					4 5					♂	♀
A	♂					4 5					♀	♀
M	♂	♀				5 4						♀
J	♂	♀					5 4				♀	♀
J	♀	♂						5 4			♀	♀
A			♂					♀		5 4	♀	
S				♂					♀		5 4	♀
O					♂				♀		5 4	♀
N	♀	4 5				♂			♀			4 5
D				4		♂ 5			♀			♀

1981	PLANETENSICHTBARKEIT (II)									
	Tabelle gibt Planetenörter in Tierkreissternbildern									
	Sonne	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Pluto	
	☉	♂	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
J		♂/♈	♂/♈	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
F		♂/♈	♂/♈	♂						
M		♂/♈	♂/♈	♂						
A		♂/♈	♂/♈	♂						
M		♂/♈	♂/♈	♂						
J		♂/♈	♂/♈	♂						
J		♂/♈	♂/♈	♂						
A		♂/♈	♂/♈	♂						
S		♂	♂/♈	♂						
O		♂	♂/♈	♂						
N		♂/♈	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
D		♂/♈	♂/♈	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂

Wir suchen dringend eine parallaktische Montierung für unseren 210/1500 Newtonspiegel!
Volks- und Schulsternwarte „Bruno Bürgel“, 8606 Solhand/Spyre