

EVP 1,50 M

1 ¹⁹⁷⁸ Astronomie und Raumfahrt



INHALT

Wie entstand die Erde? — Moderne Vorstellungen zur Planetenkosmogonie II · Dr. J. Dorschner	1
Ein Verfahren zur näherungsweise Berechnung von Satellitenbahnen · F. Pötschke/H. D. Schaller	5
Die Bestimmung der Entfernung der Sonne von der Erde aus den Venusdurchgängen von 1761 und 1769 abgeleitet von J. F. Encke · Karl Heinrich Hintze	12
Der angebliche Meteoritenkrater Wipfelsfurt im Donautal · Johannes Classen	15
Verbesserte Informationsübertragung durch fotografische Kontraststeuerung · Dr. Siegfried Marx	16
Planetensichtbarkeit · Heinz Albert	3. Umschlagseite

Bildseiten

4 Bildbeispiele zur Kontraststeuerung von W. Högner	I—IV
---	------

Amateure beobachten und berichten

Amateurastronomische Beobachtungen mit dem Feldstecher · Jörg und Evelyn Mosch	18
Einen intensiven Mondhalo beobachten · André Winzer	25

Astronomischer Wettbewerb des Zentralen Fachausschusses Astronomie 26

Erste Aufgaben für den Wettbewerb des Zentralen Fachausschusses Astronomie	26
--	----

Kurzberichte

Infrarot- und spektroskopische Beobachtungen des Neptun · S. Marx	27
Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“ · H. Busch	27
Voreilige Meteoritenmeldung · J. Classen	27
Feuerkugel über Medzev · M. Schmögner	28
Ausbau des Optischen Museums, Jena · H. Wolf	28
Jugendlager Kirchheim 1978	28

Aus der Literatur

Wasserdampf in M 33 — Offener Sternhaufen M 11 — Neuer Flare-Stern im Sternbild Krebs — Planetarische Begleiter im System 61 Cygni	29
Von den Startvorbereitungen für OTS — Einheitliche Benennung der Jupitermonde — Neue Galaxis entdeckt — Ein Protostern in der Südlichen Krone — Mission Voyager 2 und 1	30
Westeuropäisches Erderkundungsprogramm	31
Eine internationale Sternwarte auf den Kanarischen Inseln? — Flackerndes Nordlicht — Die Masse des Saturnrings — Neues Planetensystem? — Neues vom Mars	32

Buchbesprechung

Sternbilder — Lehrquartett für Kinder ab 10 Jahre	4. Umschlagseite
---	------------------

Redaktionschluß: 15. 11. 1977

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. — Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur, Astronomie), 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium; OL Heinz Albert (Amateure beobachten und berichten), 963 Crimmitschau, Straße der Jugend 8; Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17; Bernd Zill (Junge Amateure), Pionier- und Volksternwarte 9412 Schöneberg; Karl-Heinz Neumann (Raumfahrt), 1297 Zepernick, Heinestraße 90; Artur Hockauf (verantwortlicher Redakteur), 1157 Berlin, Marksburgstraße 13, Redaktionssitz: 104 Berlin, Hessische Straße 11/12. Fernsprecher 2829744.
Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Manuskripte werden nur in doppelter Ausfertigung (mit Durchschlag) angenommen.
Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena.
„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1978 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, 10117 Berlin, Straße der Pariser Kommune 3-4.
Veröffentlicht unter Lizenznummer 1490/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 623 des PZV.
Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Wie entstand die Erde?

Moderne Vorstellungen zur Planetenkosmogonie II

Dr. J. DORSCHNER

Chemie und Mineralogie im Sonnennebel

Die Bildung der Planetesimals und das Wachstum der Planeten sind die beiden Kernprobleme der Planetenkosmogonie, wie wir am Schluß des Teils I dieser Arbeit feststellten. Im folgenden werden wir uns diesen Problemen etwas eingehender widmen. Wir werden uns aber dabei auf die für die Erdentstehung wichtigen Details konzentrieren.*)

Die moderne theoretische Kosmogonie des Sonnensystems nimmt einen gemeinsamen Ursprung von Sonne und Planeten aus einer interstellaren Gas- und Staubwolke an. Als Bildungsmilieu der Planetesimals wird ein flacher, rotierender Nebel mit den Dimensionen des heutigen Planetensystems vermutet, auf den sich die gravitationsinstabil gewordene Ausgangswolke zusammengezogen hat. In den geometrischen und physikalischen Eigenschaften dieses Sonnennebels sucht man die Begründung für die räumliche Verteilung, das dynamische Verhalten und die chemische Beschaffenheit der Planeten. Die Vorgänge, die zur Entstehung dieses Sonnennebels führten, sind in den Details noch wenig erforscht. Es kann heute beispielsweise noch nicht entschieden werden, ob es sich beim Sonnennebel um Material handelt, das durch die Rotationsinstabilität von der entstehenden Sonne abgegeben wurde (Sonnennebelkonzeption von Laplace und Nachfolgern) oder ob das Nebelgas von den äußeren Teilen der kollabierenden Wolke herrührt, ohne jemals zu den Außenbezirken der Ursonne zu gehören (Sonnennebelkonzeption von Kant und Nachfolgern). Ungelöst ist auch noch das Problem, wie die Kopplung zwischen Nebelgas und Sonne, die zu der ungewöhnlichen Drehimpulsverteilung zwischen Planetenbahnen und Sonne führte, genau zustande kam. Auf alle diese allgemeinen Probleme werden wir jedoch im folgenden nicht eingehen.

Bemerkenswerte Fortschritte wurden im letzten Jahrzehnt beim Studium chemischer Prozesse im Sonnennebel erzielt. Besonders hat sich inzwischen ein gewisses Verständnis für das Zustandekommen der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung der Planeten angebahnt. Was man früher schon vermutete, konnte durch quantitative Untersuchungen bestätigt werden. Da im Sonnennebel die Temperatur mit wachsendem Abstand von der Sonne abnahm, reicherten sich in den verschiedenen Abstandsbereichen von der Sonne unterschiedliche Kondensate an. Die Temperaturschichtung im Sonnennebel bewirkte eine Schichtung der Kondensate nach dem Grade ihrer Flüchtigkeit. Damit wurde die Verbindung von den vorwiegend physikalisch orientierten Bemühungen um realistische Sonnennebelmodelle zu den praktischen Laboruntersuchungen der Geochemiker und Mineralogen an Meteoriten und am Gestein der Erdkruste und des Mondes geschaffen.

Sehr detaillierte chemische Berechnungen wurden in den letzten Jahren von dem amerikanischen Geochemiker Grossman vorgelegt, auf die wir uns im folgenden beziehen. Nach dem Sonnennebelmodell von Cameron kann man als Anfangsbedingung für thermochemische Berechnungen für den Bereich, in dem die erdartigen Planeten entstehen, eine Temperatur von 2000 K und einen Gasdruck von 10^{-4} at annehmen. Wenn sich das Gas weiter abkühlt, scheiden sich zunächst die am schwersten flüchtigen Elemente Aluminium (Al), Titan (Ti) und Kalzium (Ca) aus der Gasphase aus.

Verfolgen wir zunächst den Weg des Aluminiums: Bei 1671 K beginnt seine Kondensation als Oxid in Form von Korund-Partikeln (Al_2O_3). Bei 1550 K sollte das gesamte Aluminium des Sonnennebels als Korund kondensiert sein. Unterhalb von 1528 K wird der Korund durch das noch gasförmige Kalzium und Silizium zu dem Silikat Melilith umgewandelt. Das Mineral Melilith besteht aus Mischkristallen von Gehlenit ($Ca_2Al_2SiO_7$) und Äkermanit ($Ca_2MgSi_2O_7$). Gehlenit bildet sich zuerst, Äkermanit tritt erst unterhalb von 1450 K auf, indem Si und Mg auf die Al-Plätze diffundieren. Bei 1375 K enthält der Melilith ungefähr 85 % Äkermanit gelöst.

Interessanterweise scheinen die weißen Einschlüsse des 1969 niedergegangenen Allende-Meteoriten die chemischen Vorgänge im Sonnennebel zwischen 1400 und 1300 K konserviert zu haben. Die Untersuchungen dieser Einschlüsse wiesen auf die Wichtigkeit des Meliliths für diesen Abschnitt der Kondensationssequenz hin. An den Oberflächen der Melilith-Teichen im Sonnennebel kann sich der Spinell ($MgAl_2O_4$) bilden, der den noch restlichen Korund bindet und damit das Aluminium überhaupt verbraucht.

*) Der allgemein an Planetenkosmogonie interessierte Leser sei auf einen Übersichtsartikel in der Zeitschrift „Wissenschaft und Fortschritt“ (Bd. 26, S. 275, 1976) verwiesen.

Wenden wir uns nun dem Kalzium zu. Unterhalb von 1557 K vereinigen sich Ca, Ti und O zu Perowskit (CaTiO_3). Wegen der geringen Häufigkeit des Titans können dabei insgesamt nur etwa 3 % des Sonnennebelkalziums gebunden werden. Das Titan ist bei 1525 K restlos verbraucht. Der größte Teil des Kalziums beteiligt sich jetzt an der Bildung des bereits erwähnten Meliliths. Melilith fungiert als wesentliche Zwischenstufe zur Bildung des Diopsids, eines monoklinen Pyroxens der Zusammensetzung $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$. Insgesamt kann man feststellen, daß unterhalb von 1475 K Kalzium, Aluminium und Titan aus dem Sonnennebelgas verschwunden sind.

Betrachten wir jetzt die Elemente Magnesium und Eisen im Sonnennebel. Diese Elemente sind maßgeblich am Stoffbestand der Erde beteiligt und daher von besonderer Wichtigkeit. Wie wir bereits sahen, wird Magnesium bei der Bildung der Minerale Melilith, Spinell und Diopsid gebraucht und dadurch dem Gas entzogen. Die Anreicherung ist aber noch nicht stark. Wie die Berechnungen zeigen, sollten bei 1370 K erst 12 % des Magnesiums und 15 % des Siliziums im Sonnennebelgas verbraucht sein. Bei 1365 K setzt die Kondensation des Eisens ein. Es kondensiert in metallischer Form, in seiner Gesellschaft befinden sich Nickel, Kobalt und Chrom. In diesem Temperaturbereich kann sich Eisen noch nicht an der Bildung von Silikaten beteiligen, weil die große Wasserstoffhäufigkeit im Sonnennebel die Bildung von Fe^{2+} -Ionen verhindert. Bekanntlich wirkt Wasserstoff reduzierend, so daß die Oxydation des Eisens vorerst nicht möglich ist.

Bei 1361 K bildet sich der Forsterit (Mg_2SiO_4), das eisenfreie Anfangsglied der Olivine. Unterhalb von 1294 K binden die Forsterit-Partikeln weiteres Silizium, so daß der Enstatit (MgSi_2O_6), das eisenfreie Anfangsglied der Orthopyroxene, entstehen kann. Eisenhaltige Olivine und Pyroxene können sich aus den bereits genannten Gründen noch nicht bilden. Bei 1250 K sind rund 90 % der Elemente Magnesium, Silizium und Eisen aus der Gasphase ausgefallen.

Eine neue Generation chemischer Prozesse wird möglich, wenn die Gastemperatur 800 K unterschreitet. Kohlenstoff, der bis dahin in seiner „Hochtemperaturerscheinungsform“, nämlich als CO, vorlag, begibt sich in die für niedrige Temperaturen charakteristische Form CH_4 (Methan). Das geschieht dadurch, daß das Kohlenmonoxid vom Wasserstoff des Sonnennebels unter Bildung von H_2O zu Methan reduziert wird. Das Verhältnis $\text{H}_2 : \text{H}_2\text{O}$ fällt dadurch von 2400 : 1 auf 640 : 1. Bei weiterer Temperaturerniedrigung kann jetzt auch das Eisen oxydiert werden. Unterhalb von 650 K treten daher Fayalit (Fe_2SiO_4), das magnesiumfreie Endglied der Olivine, und Ferrosilit ($\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$), das analoge Endglied der Orthopyroxene, in Erscheinung. Damit werden die Mischkristalle der Olivine und Orthopyroxene möglich, die feste Lösungen der genannten Endglieder Forsterit und Fayalit bzw. Enstatit und Ferrosilit in verschiedenen Mischungsverhältnissen darstellen. Damit stehen aber auch jene Minerale im Sonnennebel zur Verfügung, die sowohl für die Steinmeteorite, aber auch für den Mantel unseres Planeten von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Zur gleichen Zeit dürfte auch der im Sonnennebel vorhandene Schwefelwasserstoff mit dem metallischen Eisen unter Bildung von Troilit (FeS) reagiert haben. Nach den Oxiden und Silikaten tauchen jetzt die Sulfide im Sonnennebelkondensat auf. Bei noch tieferen Temperaturen beginnen dann flüchtige Metalle, wie z. B. Blei, Wismut, Indium und Tantal, aus der Gasphase auszutreten.

Die folgenden Prozesse, die zur Masse der Erde nur noch wenig beitragen, erwähnen wir nur, weil sie entweder für die Bedingungen an der Erdoberfläche sehr bedeutsam sind, oder weil sie für die Bildung der jupiterartigen Planeten die entscheidende Rolle spielen. Beginnend bei etwa 550 K und in großem Maßstab unterhalb von 350 K wird von den Silikaten Wasser chemisch gebunden. Auf diesem Wege entstehen zahlreiche hydratisierte Silikate. Wahrscheinlich hat sich diese Fraktion der Sonnennebelkondensate z. T. in der Grundmasse einer Reihe von kohlgigen Chondriten erhalten. In diesem Temperaturbereich tritt auch eine andere chemische Komponente auf, die gleichfalls in den kohlgigen Chondriten vorkommt: organische Kohlenstoffverbindungen.

Die zahlreichen Wasserstoffverbindungen können schließlich auch kondensieren. So fällt beispielsweise Wasser unterhalb von 175 K in Form von Eispartikeln aus der Gasphase aus. Bei 150 K reagiert Ammoniak mit Eis unter Bildung des festen Hydrates $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. In diesem Temperaturbereich kondensiert auch Ammoniumhydrogensulfid (NH_4SH), das eine besondere Rolle bei der Diskussion um die Beschaffenheit der Jupiterwolken spielt. Unterhalb von 120 K reagiert Methan mit Wasser, und es entsteht das feste Hydrat $\text{CH}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Schließlich kondensiert auch NH_3 selbst. Unterhalb von 65 K bildet sich festes Methan, und als erstes Edelgas kondensiert Neon.

Vergleicht man diese zuletzt gemachten chemischen Angaben mit den Informationen, die bisher über den Chemismus der Planeten und Satelliten jenseits des Asteroidengürtels vorliegen, dann ist unverkennbar, daß diese Prozesse für das Material dieser Himmelskörper von entscheidender Bedeutung sein sollten.

Insgesamt läßt sich zusammenfassen: Die beschriebenen chemischen Vorgänge, die zur Bildung von Kondensaten im Sonnennebel führen, ermöglichen ein erstes quantitatives Verständnis für das Zu-

standekommen des Baumaterials der Himmelskörper im Sonnensystem. Die Temperaturverteilung im Sonnennebel erweist sich als der entscheidende physikalische Umstand, der eine Schichtung der Kondensate nach dem Grade ihrer Flüchtigkeit im Abstand von der Sonne bewirkte und damit für die chemischen Unterschiede der Planeten verantwortlich ist. Gerade an dieser Stelle zeigt sich aber auch die ganze Komplexität des Problems. Die Temperatur im Sonnennebel ist nämlich nicht nur von der Sonnenleuchtkraft abhängig, sondern auch von den optischen Eigenschaften (und damit von der chemischen Zusammensetzung) des Sonnennebelmaterials. Mit dem Auftreten von Kondensaten wird der Sonnennebel immer undurchsichtiger, seine Opazität wächst. So beeinflussen die kondensierten Tröpfchen und Stäubchen entscheidend die Temperaturverteilung, die andererseits die Sequenz der kondensierenden Stoffe steuert. Durch diese Rückkopplung wird die Berechnung realistischer Sonnennebelmodelle außerordentlich erschwert.

Die großen Mengen kleiner Teilchen, die das Sonnenlicht wirkungsvoll absorbieren, sorgen für eine sogenannte Thermalisierung der Sonnenstrahlung. Das absorbierte Sonnenlicht erwärmt die Partikeln, und sie strahlen entsprechend der sich in ihnen einstellenden Temperatur Wärme in Form von Infrarotstrahlung ab. Die ursprünglich als Licht in den Sonnennebel hineingestrahlte Sonnenenergie wird in Infrarotstrahlung umgesetzt und verläßt als solche den Nebel nach außen, weil die Kondensate diese sehr langwellige Strahlung nur in viel geringerem Maße absorbieren als das Licht. Ein Beobachter von außerhalb hätte also z. Z. der Existenz des Sonnennebels nur eine scheibenförmige IR-Quelle feststellen können. Die kurzwelligste und intensivste Infrarotstrahlung wäre vom Nebelzentrum ausgegangen, während die Außengebiete wegen der abnehmenden Temperatur der Kondensate im Nebel mit wachsendem Abstand von der Sonne sehr langwellige IR-Strahlung emittiert hätten. Von der im Nebelzentrum entstehenden Sonne wäre nichts zu sehen gewesen. Es ist durchaus möglich, daß einige der inzwischen in großer Zahl entdeckten IR-Quellen entstehende Planetensysteme anzeigen.

Das Wachstum der Erde im Sonnennebel

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Prozesse vermitteln uns ein Bild, wie das Baumaterial unserer Erde durch Kondensation unter maßgebender Beteiligung chemischer Reaktionen aus dem Sonnennebelgas ausfiel. Das schwierigste Problem, dem sich heute die Theoretiker auf dem Gebiet der Planetenkosmogonie gegenübersehen, ist es nun, Modellvorstellungen zu entwickeln, wie aus unzähligen, im Sonnennebelgas schwebenden Stäubchen und erstarrten Tröpfchen einzelne große Himmelskörper, die noch dazu ein System mit einem sehr hohen Ordnungsgrad bilden, entstehen können. Offensichtlich muß ein sehr effektiver Aggregationsprozeß stattgefunden haben. Bei der Betrachtung der möglichen Details dieses Planetenwachstumsprozesses müssen wir wieder die Feststellungen im Teil I dieses Beitrags aufgreifen. Hier wurden nämlich zahlreiche empirische Fakten erwähnt, die die Randbedingungen jeglicher theoretischer Modelle dieses Aggregationsprozesses darstellen.

Faßt man die bisherigen Bemühungen, das Embryonalstadium der Erde modellmäßig zu erfassen, zusammen, dann ergibt sich das folgende grob qualitative Bild: Zunächst kann man davon ausgehen, daß alle aus dem Sonnennebelgas ausgefallenen Teilchen zwangsläufig wachsen müssen, weil sich an ihren Oberflächen diejenigen Atome bzw. Moleküle des Sonnennebelgases niederschlagen, die bei der Temperatur der betreffenden Teilchenoberfläche kondensieren bzw. in chemische Reaktionen mit dem Oberflächenmaterial verwickelt werden können. Dieser allgemeine Wachstumsprozeß geht aber, wie bereits einfache Abschätzungen zeigen, viel zu langsam vor sich, als daß in größenordnungsmäßig 10^8 Jahren (mehr Zeit steht für die Planetenbildung nach den Darlegungen im Teil I nicht zur Verfügung) aus einem Eisentröpfchen ein „Makrotropfen“ von der Größe der Erde werden kann. Das Wachstum durch Kondensation auf eine Teilchenoberfläche hört sogar ziemlich bald auf, weil sich die im Sonnennebelgas vorhandene kondensierbare Substanz erschöpft und weil der starke Plasmaström im T-Tauri-Stadium der entstehenden Sonne nach einiger Zeit das Nebelgas insgesamt wegfeht. Es scheint aber immerhin möglich, daß durch den beschriebenen Wachstumsprozeß bereits jene kleinen Brocken von ziemlich lockerer Beschaffenheit (vergleichbar etwa mit der Struktur von Schnee) entstehen können, die man schon als Planetesimals ansprechen kann. Diese Gebilde würden zwangsläufig vom rotierenden Nebelgas infolge der Reibung mitgeschleift und hätten daher auch einen einheitlichen Drehsinn.

Bei der Suche nach effektiven Zusammenballungsmechanismen stießen die Theoretiker auf die Möglichkeit der Fusion von Planetesimals bei Zusammenstoßen. Bei den durch den einheitlichen Drehsinn des Nebels samt seiner Kondensate gegebenen „sanften“ Kollisionen könnte es statt zu einer Zertrümmerung zu einem Verschweißen der Planetesimals kommen. Bei genügender Dichte der Kondensate im Sonnennebel sollte der Fusionsprozeß sehr schnell für große Planetesimals sorgen. Dabei ist

bemerkenswert, daß bei Brocken von Metergröße die viskose Kopplung zwischen Planetesimals und Nebelgas aufhört, weil die zwischen Ursonne und Planetesimals wirkende Schwerkraft größer als die auf die Planetesimals wirkende Reibungskraft wird. Diese größeren Planetesimals umfließen demnach das Schwerzentrum des Nebels auf Planetenbahnen. Sie wachsen durch Fusionen und verändern dabei ständig ihre Bahn, weil ja jede Kollision Impuls und Energie verändert.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß dieser Fusionsprozeß keineswegs unproblematisch ist. So besteht beispielsweise das Problem, daß man einerseits für ein effektives Wachstum eine hohe Kollisionsrate braucht, andererseits aber nur eine niedrige Relativgeschwindigkeit zulassen kann, weil es sonst nicht zu einem Verschweißen, sondern zu einer Zertrümmerung der Planetesimals kommt.

An den Stellen des Sonnennebels, wo die Fusion besonders effektiv verläuft (z. B. durch Zirkulationsvorgänge oder Wirbelbildung im Gas begünstigt), kann ein Planetesimal bald jene Größe erreichen, bei der das Schwerfeld entscheidenden Einfluß auf die Umgebung gewinnt (das ist beim Erreichen von einigen 100 km Durchmesser der Fall). Solche Körper ziehen dann die in ihrer Nähe die Sonne umkreisenden Planetesimals an und lenken sie auf sich. Dieser Einfang im Schwerfeld, in der Fachsprache nennt man solche Prozesse Accretion, sorgt für ein beschleunigtes Wachstum, das wiederum zur Verstärkung des Schwerfeldes führt, so daß der Planetenembryo zwangsläufig immer schneller wächst und alle anderen „Konkurrenten“ in seiner Nähe aus dem Rennen wirft, indem er sie vereinigt. Mit dem Erschöpfen des Vorrats an Planetesimals hört das Wachstum auf, und die Planeten-geburt ist vollzogen.

Offensichtlich waren die Wachstumsbedingungen innerhalb des Sonnennebels sehr verschieden, denn in den gegebenen Abstandsbereichen entstanden Planeten unterschiedlicher Massen und Größen. Zwischen 5 und 10 AE Sonnenabstand bestanden offenbar optimale Bedingungen für das Planetenwachstum, denn die dort befindlichen Planetenkeimlinge müssen in der Zeit, in der beispielsweise die Erde heranwuchs, so groß geworden sein, daß ihr Schwerfeld ausreichte, große Mengen Sonnennebelgas auf sich zu vereinigen, so daß dort die Riesenplaneten mit ihrem markanten Sonnenchemismus entstehen konnten.

Der Planetenkeimling, aus dem unsere Erde wurde, bildete sich offenbar, nachdem die Temperatur in den Innenbezirken des Nebels 1365 K unterschritten hatte und große Mengen von kondensiertem Eisen sowie von Olivin und von den Pyroxenen zur Verfügung standen und sich durch Fusionsprozesse zusammenballten. Nach der weiteren Abkühlung des die embryonale Erde umgebenden Gases fielen immer flüchtigere Komponenten aus dem Sonnennebelgas aus und gelangten in das Baumaterial der Erde. Diesem Umstand verdankt unser Planet seine spätere Hydrosphäre und Atmosphäre.

Nachdem der größte Teil der Planetesimals in dem Abstandsbereich, in dem die Erde durch Accretion entstand, auf den immer größer werdenden Keimling herabgeregnet war, ließ das Wachstum infolge Materialerschöpfung nach. Zu dieser Zeit hatte aber bereits in der Ureerde die erste Stufe der Planetenevolution begonnen. Die im Erdkörper enthaltenen radioaktiven Elemente bzw. Isotope, z. B. Uran, Thorium und Kalium, begannen das Material zu erwärmen, da die beim radioaktiven Zerfall freierwerdende Energie zunächst nicht entweichen konnte. So kam es vom Erdzentrum her zu einem Aufschmelzen des aggregierten Materials. Bei der Betrachtung dieses Schmelzprozesses muß man daran denken, daß damals die Wärmeentwicklung durch den Zerfall der genannten Elemente rund fünfmal größer war als heute, denn in der Zwischenzeit von rund 4,5 Milliarden Jahren ist natürlich der größte Teil der ursprünglich vorhandenen radioaktiven Elemente zerfallen.

Durch das Aufschmelzen wurde die Differenzierung des Materials ausgelöst, d. h. die in der Schmelze enthaltenen unterschiedlich dichten Komponenten begannen sich im Schwerfeld zu entmischen und entsprechend ihrer Dichte anzuordnen. So sickerte das Eisen in Richtung zum Erdzentrum und bildete den metallischen Erdkern, während die leichteren Silikate durch den Auftrieb nach oben gedrängt wurden und den Mantel der Erde ergaben. Sehr bedeutungsvoll für die Konstitution der Erde (und auch der anderen erdartigen Planeten) war der Umstand, daß die in der Schmelze enthaltenen radioaktiven Elemente gleichfalls nach der Oberfläche zu abgedrängt wurden. Gerade bei U, Th und K handelt es sich um Atome mit relativ großem Volumen, die sich nicht in die wegen des hohen Drucks extrem dicht gepackten Kristallgitter des Mantelgesteins einbauen ließen. Durch diese Auswärtswanderung der radioaktiven Elemente wurden auch die äußeren Bereiche der Ureerde aufgeschmolzen. Nach dem Erstarren der differenzierten Schmelze hatte die Erde eine kristalline Kruste aus leichten Silikaten, die sich deutlich vom schweren Mantelgestein unterschied und die materialmäßig infolge der Differentiation keine Ähnlichkeit mehr mit den Planetesimals hatte, aus denen die äußeren Schichten der Erde ursprünglich bestanden. Analoge Prozesse fanden bei allen erdartigen Planeten statt; sie sind dafür verantwortlich, daß sich die Hoffnungen mancher Monexperten nicht erfüllten, auf den Mondkontinenten noch ursprüngliches, undifferenziertes Sonnennebelkondensat zu finden. In diese

ersten Krusten der erdartigen Planeten schlugen dann jene Planetesimals ein, die noch im interplanetaren Raum als Nachzügler vorhanden waren, und sorgten für die zahlreichen Krater, die wir im ersten Abschnitt vom Teil I dieses Beitrags betrachtet hatten.

Ein wichtiges Ergebnis der Differenzierung des Materials unseres Planeten war auch die Entgasung, durch die große Mengen von Wasserdampf und von Kohlendioxid freigesetzt wurden und die sekundäre Atmosphäre der Erde bildeten, aus der im Rahmen der Planetenevolution die Wasserhülle und die heutige Atmosphäre hervorgingen. Die primäre Erdatmosphäre, die aus Sonnennebelgas bestand, wurde wahrscheinlich vom starken Sonnenwind im T-Tauri-Stadium der Sonne weggefedt. Wenn die Erde ein so großes Wasserangebot hat und die etwa gleichgroße Venus nicht, dann ist das wahrscheinlich schon auf die unterschiedlichen Bedingungen im Sonnennebel an den Entstehungsorten der beiden Planeten zurückzuführen. In das Baumaterial der Erde ist offensichtlich wesentlich mehr Wasser eingegangen als in das der Venus. Die großen Mengen flüssigen Wassers in Form der Ozeane und das in ihnen entstehende Leben haben dann an der Erdoberfläche jene Bedingungen entstehen lassen, an deren Erhaltung uns begreiflicherweise so viel liegt, weil unsere Existenz unlösbar mit ihnen verknüpft ist.

Ein Verfahren zur näherungsweise Berechnung von Satellitenbahnen

F. PÖTSCHKE/H.-D. SCHÄLLER

Das im folgenden vorgestellte Verfahren ermöglicht die Berechnung der Bahnkurve von Satelliten auf einer kreisförmigen Umlaufbahn für einen beliebigen Punkt auf der Erdoberfläche. Die Satellitenparameter Bahnneigung und Entfernung von der Erde sind frei wählbar. Für die Bahnkurve werden punktweise Azimut und Elevation ermittelt.

1. Sichtbarkeit eines Satelliten

Ein mathematisches Entscheidungskriterium für die Sichtbarkeit wurde in [1] abgeleitet. Es sollen deshalb hier nur kurz die wesentlichsten Schritte der Herleitung dargestellt werden.

Wir nehmen an, daß der Beobachter sich im Punkt P auf der Erdoberfläche befindet, der Satellit die Erde auf der Kreisbahn SB umkreist und sich zum Zeitpunkt $t = t_0$ im Punkt S befindet. Der Satellit wird dann von P aus sichtbar sein, wenn er sich oberhalb einer Tangentialebene (ξ) befindet, die die Erde in P berührt (Abb. 1). Bei der Herleitung muß die gleichzeitige Drehung der Erde und die Bewegung des Satelliten beachtet werden. Für die Koordinaten von P ($x_{11}; y_{11}; z_{11}$) und S ($x_{22}; y_{22}; z_{22}$) gilt (Abb. 2):

$$\begin{aligned} x_{11} &= R \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta & \text{mit: } R &= 6370 \text{ km (Erdradius)} \\ y_{11} &= R \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta & H &= \text{Satellitenhöhe} \\ z_{11} &= R \sin \alpha & \alpha &= \text{geogr. Breitengrad} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} x_{22} &= (R + H) \cdot \sin \varphi \cos \gamma & \beta^* &= \text{geogr. Längengrad} \\ y_{22} &= (R + H) \cdot \cos \varphi & \gamma &= \text{Bahnneigung} \\ z_{22} &= (R + H) \cdot \sin \varphi \sin \gamma & \lambda &= \text{Erdumlauffrequenz} = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\beta = \lambda t + \beta^* \quad (3)$$

Es wird definiert, daß die Bahnkurve die y -Achse schneidet und sich der Satellit zum Zeitpunkt $t = 0$ im Punkt $P_{t=0}$ ($0; y > 0; 0$) befindet. Für die Tangentialebene ξ gilt:

$$\frac{x_{11}^2}{R} + \frac{y_{11}^2}{R} + \frac{z_{11}^2}{R} - R = 0 \quad (4)$$

Abb. 1:
Zur Sichtbarkeit von
Satelliten.

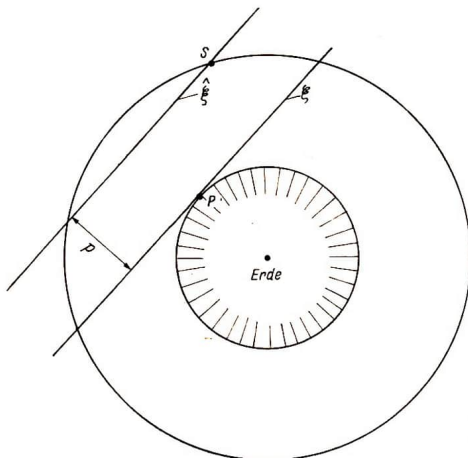
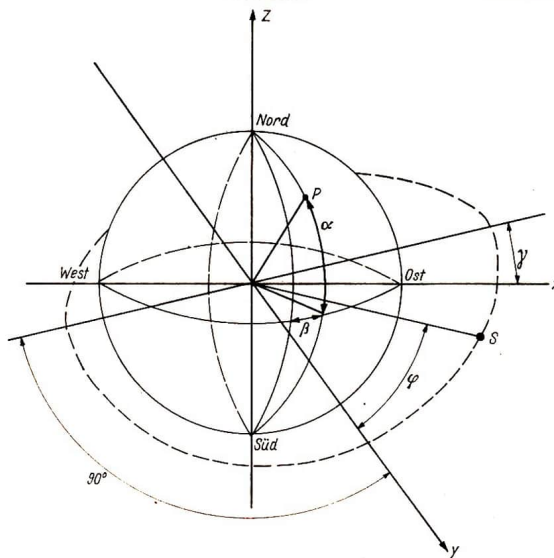


Abb. 2: unten
Definitionen für die Her-
leitung eines mathema-
tischen Entscheidungskri-
teriums der Sichtbarkeit.



und der Abstand zur parallelen Ebene $\hat{\xi}$ ergibt sich zu

$$p = \pm \left(\frac{x_{22} x_{11}}{R} + \frac{y_{22} y_{11}}{R} + \frac{z_{22} z_{11}}{R} - R \right) \quad (5)$$

Durch Einsetzen von (1)–(3) in (5) erhält man:

$$x = \frac{P}{R + H} = \sin\varphi [\sin\gamma \sin\alpha + \cos\gamma \cos\alpha \sin\beta] + \cos\varphi \cos\alpha \cos\beta - \kappa \quad (6)$$

mit $\varphi = \omega t$; $\kappa = R/R + H$; ω = Satellitenumlauffrequenz

Nach mehreren Umwandlungen und Einführung von Konstanten kommt man zu folgender Endgleichung:

$$x = K \cdot \sin\omega t + \frac{L + C}{2} \cos[(\omega - \lambda)t - \beta] + \frac{C - L}{2} \cos[(\omega + \lambda)t + \beta] - \kappa, \quad (7)$$

die folgende Eigenschaft besitzt:

$$x = \begin{cases} < 0 & \text{Satellit unsichtbar} \\ = 0 & \text{Beginn oder Ende der Sichtbarkeit} \\ > 0 & \text{Satellit sichtbar} \end{cases}$$

($K = \sin\gamma \sin\alpha$; $L = \cos\gamma \cos\alpha$; $C = \cos\alpha$).

Die Satellitenumlauffrequenz ω , die bei Satelliten auf Kreisbahn natürlich konstant ist, läßt sich mit folgender zugeschnittener Größengleichung berechnen:

$$\omega_{\text{SAT}} = \frac{2\pi}{T_u} = \frac{631,47}{\sqrt{(6370 + H)^3}} [\text{s}^{-1}]; \quad T_u = \sqrt{\frac{4\pi^2(6370 + H)^3}{k M}} \quad (8)$$

H in [km]; T_u = Satellitenumlaufzeit

k = Gravitationskonstante, M = Erdmasse

2. Bestimmung der Himmelsbahn des Satelliten durch Berechnung von Azimut und Elevation

2.1. Elevation

Projiziert man den Punkt P vom Erdmittelpunkt aus auf die Himmelskugel, auf der die Bahn des Satelliten liegt, so erhält man P' (x_{12} ; y_{12} ; z_{12}):

$$\begin{aligned} x_{12} &= (R + H) \cos\alpha \sin\beta \\ y_{12} &= (R + H) \cos\alpha \cos\beta \\ z_{12} &= (R + H) \sin\alpha \end{aligned} \quad (9)$$

Allgemein läßt sich der Elevationswinkel β_{EL} mit Hilfe des Kosinussatzes berechnen. Aus Abb. 3 erhält man

$$\beta_{\text{EL}} = 90^\circ - \arccos \left[\frac{\overline{PP'^2} + \overline{PS^2} - \overline{P'S^2}}{2 \cdot \overline{PP'} \cdot \overline{PS}} \right] \quad (10)$$

Der Abstand zweier Punkte im Raum errechnet sich zu:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (11)$$

Demzufolge gilt:

$$\begin{aligned} \overline{PP'} &= H \\ \overline{PS} &= \sqrt{(x_{11} - x_{22})^2 + (y_{11} - y_{22})^2 + (z_{11} - z_{22})^2} \\ \overline{P'S} &= \sqrt{(x_{12} - x_{22})^2 + (y_{12} - y_{22})^2 + (z_{12} - z_{22})^2} \end{aligned} \quad (12)$$

2.2. Azimut

Den Azimutwinkel α_{AZ} kann man durch Anwendung der Gesetze der sphärischen Trigonometrie ermitteln [2]. Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, gilt:

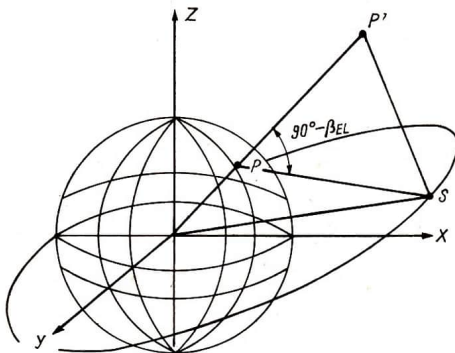


Abb. 3:
Die Berechnung der Elevation β_{EL} erfolgt mit Hilfe des Kosinussatzes.

$$\begin{aligned}
 \varphi_P &= \arcsin(z_{11}/R) \\
 \varphi_{S'} &= \arcsin(z_{11}/R) \\
 \lambda_P &= \arcsin(x_{11}/\sqrt{x_{11}^2 + y_{11}^2}) \\
 \lambda_{S'} &= \arcsin(x_{21}/\sqrt{x_{21}^2 + y_{21}^2}) \\
 \Delta\lambda &= \lambda_{S'} - \lambda_P
 \end{aligned} \tag{13}$$

mit S' (x_{21} ; y_{21} ; z_{21}) als Projektion von S auf die Erdoberfläche.

$$\begin{aligned}
 x_{21} &= R \cdot \sin\varphi \cos\gamma \\
 y_{21} &= R \cdot \cos\varphi \\
 z_{21} &= R \cdot \cos\varphi \sin\gamma
 \end{aligned} \tag{14}$$

Damit sind vom Kugeldreieck zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben. Mit Hilfe des Seitenkosinussatzes läßt sich der Großkreisbogen $g = \widehat{S'P}$ berechnen [2]. Es gilt:

$$g = \arccos[\sin\varphi_P \cdot \sin\varphi_{S'} + \cos\varphi_P \cdot \cos\varphi_{S'} \cdot \cos\Delta\lambda]. \tag{15}$$

Somit sind im Kugeldreieck alle drei Seiten und ein Winkel gegeben. Der Azimutwinkel α_{AZ} läßt sich nun mit Hilfe des Sinussatzes bestimmen:

$$\alpha_{AZ} = \arcsin[\cos\varphi_{S'} \cdot \sin\Delta\lambda / \sin g]. \tag{16}$$

Das für die Verfolgung des Satelliten benutzte Koordinatensystem ist ein rechtwinkliges System, dessen Ursprung der Punkt P auf der Erdoberfläche ist. Wir definieren:

Nord = 0° , Ost = 90° , Süd = 180° .

Projiziert man die x -Achse dieses Koordinatensystems auf die Erdoberfläche, so bildet sie auf dieser einen Großkreis mit der Äquatorebene als Halbierender. Liegt der Satellitenspurpunkt S' , in Nordrichtung gesehen, oberhalb des Großkreises, so ist α_{AZ} ein Winkel zwischen 270° und 360° bzw. 0° und 90° . Befindet sich S' unterhalb dieses Großkreises, so ist α_{AZ} ein Winkel zwischen 180° und 270° bzw. 90° und 180° .

Die Entscheidung für die Lage von S' zum Großkreis liefert der Test

$$\tilde{\varphi}_P - \varphi_{S'} = \begin{cases} < 0 \\ = 0 \\ > 0. \end{cases} \quad (\text{Abb. 5}) \tag{17}$$

Der Winkel $\tilde{\varphi}_P$ kann mit Hilfe der Neperschen Regeln bestimmt werden [2] (Abb. 6).

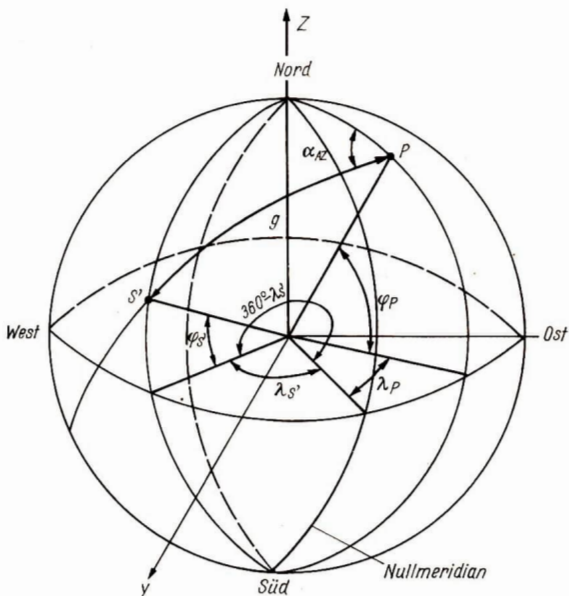


Abb. 4: Zur Berechnung des Azimutwinkels α_{AZ} .

Es gilt

$$\cos \varphi = \sin \delta \cdot \cos \alpha \quad (18)$$

$$\cos \delta = \sin \varphi \cdot \cos b \quad (19)$$

Umstellen von (18) und Einsetzen in (19) liefert

$$\cos b = \frac{\cos \delta}{\sin [\arccos (\sin \delta \cdot \cos \alpha)]} \quad (20)$$

und daraus folgt

$$\tilde{\varphi}_P = \arccos \left[\cos \alpha \frac{1}{\sin [\arccos (\sin \alpha \cdot \cos (90^\circ - \Delta \lambda))]} \right] \quad (21)$$

3. Praktische Berechnungen

Die Berechnungen werden auf einer EDVA durchgeführt. Das verwendete FORTRAN-Programm hat folgende Eingabeparameter:

- Satellitenhöhe H
- Bahnneigung γ
- geogr. Länge β^* und Breite α von P
- den Zeitraum T , über den sich die Berechnungen erstrecken
- und den zeitlichen Abstand zwischen zwei Berechnungen ΔT .

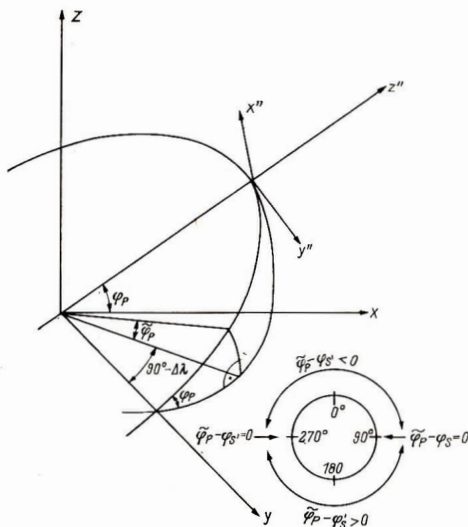


Abb. 5:

Ist $\tilde{\varphi}_P - \varphi_{S'} > 0$, so ist

$90^\circ < \alpha_{AZ} < 270^\circ$,

Ist $\tilde{\varphi}_P - \varphi_{S'} = 0$, so ist

$\alpha_{AZ} = 90^\circ$ oder 270°

Ist $\tilde{\varphi}_P - \varphi_{S'} < 0$, so ist

$270^\circ < \alpha_{AZ} < 90^\circ$

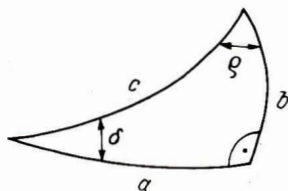


Abb. 6: Die Napierschen Regeln.

$$\cos \alpha = \sin \delta \cdot \cos a$$

$$\cos \delta = \sin \alpha \cdot \cos b$$

Tabelle 1

errechnet	Elevation β_{HL}		errechnet	Azimut α_{AZ}		Entfernung im PCA (H^*)		
	aus [4]	$\Delta \beta_{HL}$		aus [4]	$\Delta \alpha_{AZ}$	errechnet	aus [4]	ΔH^*
16,9°	15°	1,9°	99,8°	110°	10,2°	2180 km	2200 km	20 km
73,8°	80°	6,2°	139,9°	120°	19,9°	973 km	910 km	63 km
36,1°	35°	1,1°	333,9°	330°	3,9°	1435 km	1480 km	45 km
20,9°	20°	0,9°	358,1°	345°	13,1°	1971 km	1880 km	91 km
25,1°	25°	0,1°	21,6°	15°	6,6°	1788 km	1777 km	11 km
58,6°	62°	3,4°	39,4°	45°	5,6°	1075 km	1054 km	21 km
Fehler- $\varnothing$:		2,27°			9,76°			41,1 km

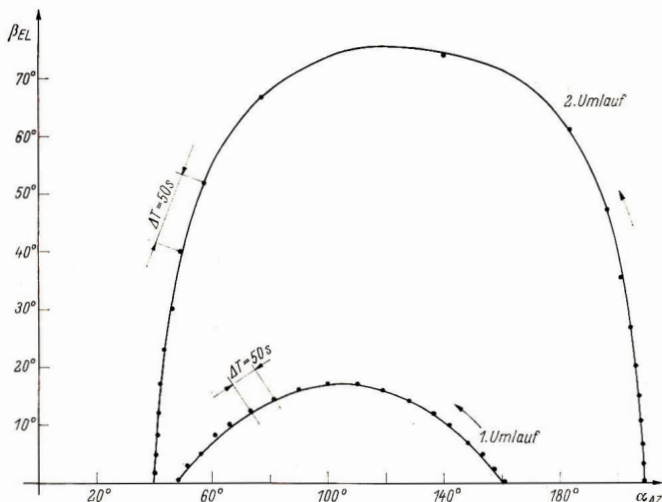


Abb. 7: Die ersten zwei Umlaufbahnen des Satelliten OMICRON-1.

Die Ermittlung der Bahnkurve beginnt zum Zeitpunkt $t = 0$ und für alle $n \cdot \Delta T$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), für die der Satellit sichtbar ist, werden die zugehörigen Werte von Azimut und Elevation ausgedruckt. Damit kann die Bahnkurve punktwise gezeichnet werden.

4. Ergebnisse

Zur Prüfung der theoretischen Berechnungen und des EDVA-Programms wurden die Bahnkurven für den Satelliten OMICRON 1 errechnet, für den entsprechende Angaben in [4] zu finden waren. Dieser Satellit befindet sich auf einer schwach elliptischen Bahn, die ein Perigäum von 879 km und ein Apogäum von 999 km hat. Die Bahnneigung beträgt 66,8 Grad. Es wurde eine Kreisbahn mit einer Höhe $H = 939$ km angenommen. Die Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum $T = 24$ h. Die ersten beiden Satellitenbahnen sind in Abb. 7 dargestellt. Ein Vergleich mit den Werten in [4] erfolgt in Tabelle 1. Die sich ergebenden Abweichungen kommen speziell vom Übergang von der Ellipsenbahn zur Kreisbahn.

Die angeführte Methode läßt sich prinzipiell auch für Satelliten auf elliptischen Bahnen verwenden, wenn mit der sogenannten exzentrischen Anomalie [2] gearbeitet wird. Bei der Berechnung von Azimut und Elevation ist lediglich zu beachten, daß H nicht mehr konstant ist und für jeden zu berechnenden Wert neu zu bestimmen ist.

Literatur:

- [1] Vilbig, F.: „Nachrichtenübertragung mit Hilfe von Satelliten“. Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H., Frankfurt am Main 1962. — [2] Autorenkollektiv: „Kleine Enzyklopädie Mathematik“, VEB Bibliographisches Institut Leipzig 1968. — [3] Bronstein-Semendjajew: „Taschenbuch der Mathematik“, B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig 1974. — [4] Hartmann, G.: „Bestimmung der Elektronendichte...“, AEU Band 19 (1965), Heft 4, S. 207...214.

Die Bestimmung der Entfernung der Sonne von der Erde aus den Venusdurchgängen von 1761 und 1769 abgeleitet von J. F. Encke

KARL HEINRICH HINTZE

Der Erste, der einen Durchgang der Venus vor der Sonnenscheibe berechnete, war J. Kepler [1], während J. Horrox [2] im Jahre 1639 einen Durchgang beobachtete. E. Halley wies in zwei Abhandlungen der Philosophical Transactions vom Jahre 1691 und 1716 darauf hin, daß die Beobachtung der Venusdurchgänge außer der Bestimmung der Knotenlänge der Venusbahn auch die Entfernung der Sonne von der Erde zu bestimmen gestattet. Im Jahre 1677 hatte E. Halley [3] einen Merkurdurchgang auf der Insel St. Helena beobachtet. Er untersuchte auch den Einfluß, den die Sonnenparallaxe auf die Zeiten des Ein- und Austritts haben kann. Er gab auch die Beobachtungen an, die am sichersten zum Erfolg führen würden. Als im Jahre 1761 Halleys Rechnungen wiederholt wurden, bemerkte der französische Astronom Trebuchet, daß die von Halley bezeichneten Punkte zur Beobachtung des Ein- und Austritts nicht die zweckmäßigsten waren. De l'Isle zeichnete nach den damals besten Bahnelementen der Venus eine Karte, auf der sich die Veränderungen der Erscheinung leicht übersehen ließen. E. Halley hatte ungenaue Bahnelemente der Venus benutzt und vermutete eine Bewegung der Venusknoten wie bei den übrigen großen Planeten. Er berechnete den Venusdurchgang mit der Knotenlänge der Venus vom Jahre 1629 und fand den kleinsten Abstand der Venus vom Sonnenmittelpunkt nur gleich 4 Bogenminuten, während er tatsächlich $9\frac{1}{2}$ Bogenminuten betrug.

In seiner Parallaxenrechnung vom Jahre 1766 hatte J. L. Lagrange [4] allgemeine Formeln entwickelt, die eine Übersicht über den Einfluß der Parallaxenwirkung auf der ganzen Erdoberfläche gestatten. Die große Entfernung beider Himmelskörper macht es möglich, Näherungsformeln zu verwenden. Für den Venusdurchgang vom Jahre 1761 beträgt die Ungenauigkeit in der beobachteten Zeit 4,5 Sekunden. Alle Eintritte fallen später als die Rechnung sie gibt, alle Austritte früher als die Rechnung sie gibt, jede Dauer ist kürzer.

Die wissenschaftlichen Akademien schickten rechtzeitig Beobachter nach günstig gelegenen Orten aus. Von der britischen Akademie ging Maskelyne [5] nach St. Helena, um den spätesten Austritt zu beobachten. Mason und Dixon sollten nach Bencoolen auf Sumatra reisen. Aus Zeitgründen blieben sie jedoch auf dem Kap der Guten Hoffnung. Sie erhielten den vollständigen Austritt, während das ungünstige Klima den Hauptzweck der Maskelyneschen Reise vereitelte.

Die französische Akademie schickte den Astronomen Pingrè [6] nach Rodriguez im Indischen Ozean. Er sollte dort Eintritt und Austritt beobachten. Nach vorher erfolgter Längenbestimmung durch Pingrè auf Rodriguez und durch Mason auf dem Kap der Guten Hoffnung sollten die Differenz beider Beobachter, die Zeit der Dauer und die absolute Zeit zur Klärung der Größe der Sonnenparallaxe benutzt werden. Pingrè konnte nur die innere Berührung beobachten. Die Abweichung der von Pingrè erhaltenen Ergebnisse von den auf dem Kap erlangten ließ die Größe der Sonnenparallaxe ebenso ungewiß bleiben wie vor dem Durchgang.

Der französische Astronom Chappe d'Aueroche [7] ging auf Empfehlung der Petersburger Akademie nach Tobolsk. Seine Beobachtung wird erst dann brauchbar sein, wenn die geographische Länge von Tobolsk genauer bestimmt ist. Lediglich in Nordeuropa war die Sonne zur Zeit des Eintritts der Venus vor der Sonnenscheibe schon aufgegangen.

Die Akademie in Stockholm hatte außer in Stockholm und Upsala, auch in Torrea den Astronomen Hellant, in Cajaneborg in Nordschweden von Planmann [8], in Hernösand, Lund, Carlsrona, Calmar und anderen Orten Schwedens den Venusdurchgang beobachten lassen. Horrebow beobachtete in Kopenhagen und Bugge in Drontheim. Sichere Kontaktbeobachtungen sind nur in Nordeuropa und in Tobolsk gemessen worden [9].

Der englische Astronom Short [10] war der Erste, der versuchte, aus einigen gesammelten Beobachtungen des Jahres 1761 die Sonnenparallaxe zu berechnen. Zuerst untersuchte er die geographischen Längen von 15 europäischen Beobachtungsstationen und verglich jede einzelne Messung mit den Beobachtungen vom Kap der Guten Hoffnung. Aus den inneren Kontakten beim Austritt findet er eine Sonnenparallaxe am 5. Juni 1761 von $8'48''$ bis $8'55''$.

Die definitive Bestimmung der mittleren Sonnenparallaxe = $8'65''$ beruht nur auf den Vergleichen der Messungen auf dem Kap der Guten Hoffnung.

Im 18. Jahrhundert ist die Parallaxenrechnung so durchgebildet worden, daß es nur auf eine zweckmäßige Auswahl der Formeln ankommt. J. F. Encke [23] wählt die Ebene des Äquators und entwickelt die strengen Formeln in Reihen. Im Folgenden werden die Bezeichnungen eingeführt:

Wahre Rektaszension eines Himmelskörpers α , wahre Deklination δ , Halbmesser γ , äquatoriale Horizontalparallaxe π , Sternzeit eines Ortes auf der Erde Θ , verbesserte Polhöhe φ , Halbmesser der Erde für diesen Ort ϱ , dann sind die strengen Reihen, wenn die scheinbaren Größen durch einen Strich unterschieden werden:

$$\begin{aligned}\alpha' - \alpha &= \varrho \sin \pi \cos \varphi \sin(\alpha - \Theta) + \dots; & \operatorname{tg} \psi &= \frac{\operatorname{tg} \varphi \cos(\alpha' - \alpha)}{\cos[1/2(\alpha' + \alpha) - \Theta]} \\ \delta' - \delta &= \varrho \sin \pi \sin \varphi \sin(\delta - \varphi) + \dots; \\ \gamma' - \gamma &= \gamma [(\delta' - \delta) \operatorname{ctg}(\delta - \varphi) - 1/2 (\delta' - \delta)^2 - \dots]\end{aligned}$$

Mit diesen Größen berechnet man die Parallaxe in Rektaszension = $21'17'' \varrho \sin(\alpha - \Theta) = \mu\pi$, wo π die mittlere Sonnenparallaxe = $8'56''$ und die Parallaxe in Deklination = $21'17'' \varrho \sin(\delta - \varphi)/\sin \varphi = \nu\pi$. Sämtliche Beobachtungen des Venusdurchganges von 1761 würden eine mittlere Sonnenparallaxe $\pi = 8'49'' \pm 0'06''$ ergeben.

Der Venusdurchgang vom Jahre 1761 hatte nicht die in ihn gesetzten Erwartungen der Astronomen erfüllt. E. Halley hatte eine Genauigkeit von wenigen Hundertstel Bogensekunden bei der Bestimmung der Sonnenparallaxe erwartet. Statt dessen waren die Fehlergrenzen nicht geringer geworden. Es wäre erforderlich gewesen, die geographischen Längen der Beobachtungsstationen am Kap der Guten Hoffnung und auf der Insel Rodriguez genauer zu bestimmen.

J. F. Encke hat in zwei Abhandlungen auf die Notwendigkeit genauer geographischer Längenbestimmungen hingewiesen: Die Entfernung der Sonne von der Erde. Gotha 1822 = Encke I und Der Venusdurchgang von 1769. Gotha 1824 = Encke II.

An den Venusdurchgang vom Jahre 1769 waren große Erwartungen geknüpft worden. Die Vorbereitungen zur Beobachtung dieses Durchganges waren rechtzeitig getroffen. Ferguson hatte einen Entwurf dieses Durchganges gegeben, Lalande hatte die günstigsten Punkte ermittelt und Pingré hatte die Beobachtungsorte angegeben, welche die beste Aussicht auf Erfolg versprochen.

Am 3. Juni 1769 konnte der Eintritt der Venus vor der Sonnenscheibe in ganz Amerika, im nordöstlichen Asien, in ganz Spanien, Frankreich, England, in Norddeutschland und in Schweden beobachtet werden. Der Austritt war in Nordeuropa, Asien, Australien, auf allen Inselgruppen der Südsee nördlich vom Wendekreis des Steinbocks sichtbar. Der gesamte Durchgang konnte in Skandinavien, Nordamerika, auf den Inselgruppen der Südsee, in Japan, Neuseeland und Mexiko beobachtet werden.

Es sollten möglichst Beobachtungen an verschiedenen Orten der vollständigen Dauer erhalten werden. Zahlreiche Beobachtungen wurden in Frankreich, England, Spanien und Deutschland, die meisten in Nordskandinavien gemacht. Dänemark hatte den Wiener Astronomen Hell SJ [11] nach Wardhus geschickt, von England waren Dixon und Bayley nach der Insel Hammerfest und dem Nordkap gegangen. Nur die Beobachtung in Wardhus gelang vollständig.

Die Petersburger Akademie hatte Beobachter zur Festlegung des spätesten Austritts nach Orsk, Gurief und Orenburg entsandt. Die Bestimmung der geographischen Längen dieser Beobachtungsorte wurde einige Stunden nach dem Venusdurchgang während einer Sonnenfinsternis durchgeführt.

Die Pariser Akademie hatte den Beobachter Chappe nach Kalifornien und die Londoner Akademie die Astronomen Dymond und Wales nach der Hudsonbai entsandt. Beiden gelangen vollständige und wohl die sichersten Messungen. Der Weltumsegler J. Cook (12) sollte auf einer günstig gelegenen Südseeinsel die kürzeste Dauer des Durchganges beobachten; er beobachtete auf der Südseeinsel Otaheiti und hatte einen vollen Erfolg.

Lalande hatte die wichtigsten Beobachtungen gesammelt und in dem *Mémoire sur le passage de Venus observé le 3 juin 1769* veröffentlicht.

Die größte Basis war die von Lappland bis Otaheiti. Die sicherste Bestimmung der Sonnenparallaxe erwartete man von dieser Kombination. An vielen Orten stand die Sonne nicht höher als drei Grad, in Wardhus ungefähr sechs Grad hoch. Die Übereinstimmung der Beobachtungen war jedoch nicht schlechter als bei dem Venusdurchgang im Jahre 1761.

Die äußeren Kontakte stimmten selten mit den inneren beim Austritt überein, am stärksten war der Unterschied bei Otaheiti. Bedeutet T die Zeit der geozentrischen Dauer und π die Sonnenparallaxe, so ist die Dauer [14] $T + 78 \pi$ in Lappland, $T + 24 \pi$ an der Hudsonbai, $T - 31 \pi$ in Kalifornien, $T - 82 \pi$ in Otaheiti.

An der Hudsonbai und in Kalifornien stimmten mehrere Beobachter mit ihren Messungen überein, während in Lappland und Otaheiti beträchtliche Unterschiede in den Messungen auftraten. In Petersburg und Paris war der Venusdurchgang von zahlreichen Astronomen beobachtet worden. In beiden Städten war man bemüht, die Beobachtungen zu sammeln und möglichst schnell zu bearbeiten. Lediglich der Wiener Astronom Pater Hell SJ verheimlichte neun Monate lang seine in Wardhus gemachten Messungen.

Im November 1761 las Hell in der Kopenhagener Akademie über seine Beobachtungen während des Venusdurchganges; aber erst im Februar 1762 wurde die Abhandlung veröffentlicht. Als erster sprach Lalande die Vermutung aus, Hell habe seine Messungen korrigiert. Hell mußte aber seine Messungen sehr beträchtlich verändert haben, da er mit den am nächsten gelegenen Beobachtungsstationen weder im Eintritt noch im Austritt übereinstimmt. Lalande vermutete, daß Hell unter Annahme einer Sonnenparallaxe von $9''$, nach Vergleich mit den Messungen von der Hudsonbai, seine Messungen korrigiert habe.

Für den Venusdurchgang vom Jahre 1769 waren die Berechnungen zahlreicher und gründlicher als für den Durchgang vom Jahre 1761. Am wenigsten sicher sind die Berechnungsgrundlagen des Amerikaners W. Smith. Smith vergleicht die amerikanischen Messungen der Eintritte mit den europäischen Messungen, indem er die Längendifferenzen der Beobachtungsorte aus den Verfinsterungen der Jupitertrabanten bestimmt. Die inneren Kontakte ergeben eine Sonnenparallaxe von 775 . Er verwirft dann die Messungen der inneren Kontakte und benutzt nur die Messungen der ersten äußeren Kontakte, die beinahe den richtigen Wert ergeben. Bei der Unsicherheit der Erfassung dieser Momente dürfte das Verfahren von Smith nicht einwandfrei sein.

Von den Engländern berechnete nur Hornsby aus den inneren Kontakten die mittlere Sonnenparallaxe zu 8778 . Hornsby [13] hatte die Cajaneborger Beobachtungen ausgeschlossen und die Beobachtungen zu Otaheiti so angenommen, daß die Dauer noch kürzer wurde.

Der Franzose Pingré findet aus den Beobachtungen aus der Hudsonbai in Verbindung mit den von Wardhus und den europäischen Eintritten und dem Petersburger Austritt, die Sonnenparallaxe zu 972 . Nachdem die Beobachtungen von Kalifornien und Otaheiti bekannt waren, findet er nach Ausschluß der Cajaneborger Beobachtungen die Sonnenparallaxe zu 8788 . Pingré [15] hatte die Beobachtungszeiten in Wardhus um $16''$ verändert. Bei der endgültigen Bearbeitung seiner Beobachtungen auf Rodriguez [16] berechnet er eine Sonnenparallaxe zu 8760 .

Den kleinsten Wert der Sonnenparallaxe fand Planmann [17] zu 8743 . Er vergleicht die Messungen zu Otaheiti und Kalifornien mit den übrigen Messungen von der Hudsonbai, Wardhus und Cajaneborg. Wenn er die Messungen der äußeren Kontakte in Otaheiti ausschließt, stimmen seine Messungen mit der von der Hudsonbai nahe überein.

Ein ähnliches Verfahren benutzt Lalande. Er findet, wenn man die Cajaneborger äußere Messung auf die entsprechende

innere bringt, eine mittlere Sonnenparallaxe von 8'50. Lalandes Ableitung hat den Vorzug, daß er sehr genäherte Bahnelemente der Venus und den richtigen Sonnendurchmesser benutzt hat.

Am gründlichsten hat Lexell nach verschiedenen Methoden die Größe der Sonnenparallaxe untersucht. Er benutzt eine von L. Euler angegebene Methode der geographischen Längenbestimmung aus Beobachtungen von Sonnenfinsternissen und bestimmt sehr genau die geographischen Längen der verschiedenen Punkte, an denen einzelne Beobachtungen des Ein- und Austritts der Venus durchgeführt worden sind. Erteilt man den Beobachtungen zu Beginn des Venusdurchgangs größeres Gewicht, so erhält man, wie Lexells Rechnungen gezeigt haben, nur geringe Unterschiede für den Wert der Sonnenparallaxe an den verschiedenen Beobachtungsorten.

Die Eulersche Methode würde auch bei dem Venusdurchgang vom Jahre 1769 das beste Resultat ergeben haben, wenn nicht Euler statt einer Korrektur der angenommenen Sonnenparallaxe, die Sonnenparallaxe selbst als Unbekannte eingeführt hätte. Da er den ersten äußeren Kontakten zu großes Gewicht beimaß und sie mit den Messungen in der Hudsonbai, Kalifornien und Otaheiti verglich, erhielt er für die mittlere Sonnenparallaxe die Werte 8'50, 8'70, 8'85, 8'69 und 8'65. Indem Lexell die Abweichungen auf Wardhus und Cajaneborg gleichmäßig verteilt, erhält er für die Sonnenparallaxe 8'68 [18].

In den Wiener Ephemeriden von 1773 und 1774 veröffentlichte Hell seine und auch die von anderen Beobachtern angestellten Messungen. In mehreren Abhandlungen legte er die Grundsätze dar, nach denen eine Auswahl der Beobachtungen vorgenommen werden mußte. Jedem unbefangenen Betrachter fällt aber sofort auf, daß Hell kein Mittel unversucht läßt, um seine eigenen Messungen als die genauesten hinzustellen. Fremde Rechenfehler, falsche Längenbestimmungen und falsche Parallaxenwirkungen werden benutzt, um dieses Ziel zu erreichen. Nach Hells Ansicht dürfen nur die Messungen von ganz geübten Astronomen benutzt werden, die bei besonders günstigen Umständen angestellt worden sind. Für diese läßt Hell aber nur seine eigenen und Greens Beobachtungen in Otaheiti gelten, die eine Sonnenparallaxe von 8'70 ergeben. Am meisten scheint ihn ein grober Rechenfehler zu der Annahme verleitet zu haben, daß die Beobachtungen an der Hudsonbai sehr nahe die Parallaxe von Otaheiti und Wardhus ergeben. Dieser Irrtum ist umso unverständlicher, als ihm die richtigen Messungen von Lalande bekannt waren. Hell bemüht sich zu finden, welchen Fehler Lalande begangen haben könnte. Den Veröffentlichungen von Hell folgten heftige Erwidern von Planmann und Lexell. Planmann wiederholt in den *Meditationes subitaneae* seine früheren Rechnungen ausführlicher und genauer und findet fast genau den Lalandischen Wert der Sonnenparallaxe von 8'50.

Das beste Ergebnis dieses Streites ist die Abhandlung in den *Nov. Comm. Petrop. XVII*, zu der Lexell noch besondere Ergänzungen hinzufügte, um die Fehler von Hell zu beweisen. Lexell benutzte die Methode, aus der Höhenparallaxe der Venus die Zeit zu finden, um die die Kontakte von den geozentrischen verschieden sind. Auch verglich er nur die inneren Kontakte, indem er aber jedem Vergleich einen verschiedenen Wert gab, der dem Koeffizienten der Parallaxe proportional war. Aus den Verweilzeiten allein findet er die Sonnenparallaxe zu 8'63. Lexell zeigt die Wahrscheinlichkeit der ungefähr gleichen Fehler bei den Beobachtungen von Wardhus und Cajaneborg und untersucht die Grenzen, innerhalb deren die Parallaxe gelegen sein könnte.

Hiermit war die Diskussion beendet. Hell ließ nur noch einen späteren Brief von Lexell mit einigen Vergleichen drucken, die aber keine Änderungen bewirkten. Hell beschuldigt die Petersburger Astronomen, einen Rechenfehler begangen zu haben und übergiebt die Aufforderung Lexells mit Stillschweigen. Hell hatte behauptet, bei seiner langjährigen Erfahrung könne er bei den Messungen der einzelnen Kontakte keinen Fehler von 15 Zeitsekunden begangen haben. Lexell weist jedoch nach, daß Hell den Anfang der Sonnenfinsternis um 40 Zeitsekunden zu spät gesehen habe und fordert eine Erklärung darüber. Aber diese Aufforderung blieb ohne Erwiderung.

Nach den gleichen Grundsätzen wie bei dem Venusdurchgang vom Jahre 1761 bemüht sich J. F. Encke, die weniger sicheren geographischen Längen einiger Beobachtungsorte zu berichtigen sowie die Bahnelemente der Venus und der Sonne zu verbessern und aus den Bedingungsgleichungen unter Berücksichtigung des jeweiligen Gewichts jeder Beobachtung die Sonnenparallaxe zu bestimmen.

Wenige Stunden nach dem Venusdurchgang am 3. Juni 1769 fand eine Sonnenfinsternis statt, die in ganz Europa und einem großen Teil Asiens sichtbar war. Bei der Wichtigkeit, die die Sonnenfinsternis für die geographische Längenbestimmung einiger Beobachtungsorte hatte, wurden die Finsterniselemente von J. F. Encke erneut genauer berechnet [19]. Die benutzten Elemente sind bei der Sonne den Tafeln von Carlini entnommen, bei dem Mond nach den Tafeln von Burkhart berechnet. Um die Zeiten des Endes der Finsternis zu erhalten, wurde lediglich die Breite des Mondes um 15'7 vergrößert. Es wurden nur jene Beobachtungen berücksichtigt, durch die eine Verbesserung der Elemente erhalten werden konnte oder die zu einer genaueren Berechnung der geographischen Längen verwendet werden konnten.

Die meisten Beobachtungen des Venusdurchgangs sind veröffentlicht außer in Lalande: *Mémoire sur le passage de Venus observe le 3 Juin 1769, Paris 1772* und in den *Nov. Comm. Petrop. XV*, wo Lexell sie veröffentlicht hat.

Um die Verbesserungen der Länge des Mondes, der Breite des Mondes und der Summe der Halbmesser von Sonne und Mond zu erhalten, wurden von J. F. Encke die genauen geographischen Längen der Beobachtungsorte Greenwich, Paris, Mailand, Wien, Petersburg, Stockholm und Upsala benutzt. Die aus diesen Orten gebildeten Bedingungsgleichungen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt, wobei jedem ersten Kontakt nur das halbe Gewicht gegeben wurde. Die Methode der kleinsten Quadrate ergibt die sichersten Ergebnisse, sofern die Gewichte der einzelnen Beobachtungen richtig angenommen werden. An den beiden Endpunkten der Basis scheinen nach Enckes Ansicht die Gewichte nicht mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt zu sein. Alle europäischen Beobachtungen haben den Nachteil eines sehr niedrigen Sonnenstandes, während in Otaheiti die Sonne während des Venusdurchganges hoch am Himmel stand. Beide Gruppen lassen sich nicht gleichzeitig ausschließen. J. F. Encke hat nun den Versuch unternommen, die Werte der Unbekannten auf doppelte Art abzuleiten. Einmal wurden die Beobachtungen in Otaheiti ausgeschlossen, das andere Mal sämtliche europäischen Beobachtungen. Das Ergebnis der Ausgleichungen ist [20]:

$$\begin{aligned} d\alpha \odot &= -1'09 & +0'04 \\ d\delta \odot &= -0'15 & -0'13 \\ d\pi &= +0'09 & +0'08 \end{aligned}$$

Das Ausschließen der europäischen Beobachtungen hat für die Parallaxe keine Änderung bewirkt. Die Übereinstimmung der Parallaxe beweist, daß die beobachteten Durchgangszeiten in der Hudsonbai, Kalifornien und Otaheiti diesen Parallaxenwert verlangen, während die Differenz in der Rektaszension der Venus sich daraus erklärt, daß in Amerika der Eintritt der Venus um 12 Sekunden früher gesehen wurde als in Europa. Den genauesten Wert für die Parallaxe würde man erhalten, wenn die geographischen Längen aller Beobachtungsorte sicher bestimmt wären, so daß die Zeit jedes Ein- und Austritts besonders zu einer Bedingungsungleichung benutzt werden könnte. Seien die angenommenen geographischen Längen der Orte Hudsonbai $69^{\circ}26'14''$, St. Joseph $7^{\circ}28'48''$ und Otaheiti $10^{\circ}7'16''$ und die Korrekturen A, A' und A'' , dann ergibt die Ausgleichung [21]: $d\alpha_Q = +0^{\circ}046$, $d\delta_Q = -0^{\circ}07$, $d\pi = +0^{\circ}11$.

Für die Länge des aufsteigenden Knotens der Venusbahn ergibt sich

$$\begin{aligned}\lambda &= 74^{\circ}31'22''0 + dL_Q \text{ mittl. Äqu. Juni 5} \\ &\quad - 16,88 \, dR_Q \\ &\quad + 0,32 \, di \\ &\quad - 1,03 \, d\alpha_Q \\ &\quad + 6,64 \, d\delta_Q \\ &\quad - 10,92 \, dR_Q\end{aligned}$$

wobei die Verbesserung für den Sonnenradius $R_Q = -2^{\circ}67$ beträgt. Der endgültige Wert der Sonnenparallaxe aus den Venusdurchgängen von 1761 und 1769 ist $\pi = 8^{\circ}68 \pm 0^{\circ}05$.

Als im Jahre 1890 verbesserte geographische Längen für alle Beobachtungsorte der Venusdurchgänge von 1761 und 1769 vorlagen, bestimmte S. Newcomb aus den vollständigen Beobachtungen die Sonnenparallaxe zu $\pi = 8^{\circ}79 \pm 0^{\circ}04$. Dieser Wert der Sonnenparallaxe stimmt mit den neuesten Ergebnissen fast völlig überein. Sehr genaue Werte für die Sonnenparallaxe ergeben sich aus der Bewegung des kleinen Planeten Eros. E. Rabe hat im Jahre 1950 nach dieser dynamischen Methode die Sonnenparallaxe zu $\pi = 8^{\circ}798$ berechnet, während die radioastronomischen Bestimmungen Werte zwischen $8^{\circ}794$ und $8^{\circ}805$ ergeben haben.

Literatur:

- [1] J. Kepler: Admonitio ad astronomos . . . , Leipzig 1629. — [2] J. Horrax: Opera posthuma, London 1678. — [3] E. Halley: Anhang zu Catalogus stellarum australium, London 1678. — [4] J. Lagrange: Memoires de l'Academie, Berlin 1766. — [5] N. Maskelyne: Instructions relative to the observations, London 1768. — [6] Pingrè: Memoires de l'Academie, Paris 1770. — [7] Chappe d'Auteroche: Voyage en Sibirie, Paris 1763. — [8] Planmann: Vetensk. Acad. Handl. 1769. — [9] L. Euler: Collectiv omnium observationum . . . , Petersburg 1770. — [10] Short: Philosophical Transactions, London 1762. — [11] M. Hell: Observatio transitus Veneris, Havniae 1770. — [12] J. Cook: Philosophical Transactions 1771. — [13] Hornsby: Philosophical Transactions 1763. — [14] Encke II, S. 15. — [15] Memoires de l'Academie, Paris 1770. — [16] Memoires de l'Academie, Paris 1772 I. — [17] Schwedische Abhandlungen XXXIV. — [18] Nov. Comm. Petrop. XVI, S. 628. — [19] Encke II, S. 28. — [20] Encke II, S. 90. — [21] Encke II, S. 92. — [22] Encke I, S. 75, 76.

Der angebliche Meteoritenkrater Wipfelsfurt im Donautal

J. CLASSEN

Fortsetzung und Schluß

1970 machte Žebera (26) auch auf die beiden möglichen Impaktstrukturen Jasenice ($49^{\circ}27' \text{ N}$, 18° E) und Radhošť ($49^{\circ}28' \text{ N}$, $18^{\circ}15' \text{ E}$) im Osten der CSSR aufmerksam. Diese sind vom Nördlinger Ries etwa 530 km entfernt. Die Struktur Jasenice ist kreisförmig und hat einen Durchmesser von etwa 2 km, der Durchmesser der halbkreisförmigen Struktur Radhošť dürfte noch weit größer sein. Beide Objekte sollen ebenfalls mit dem Nördlinger Ries zusammenhängen.

Schließlich ist F. Hofmann (9) seit 1973 bemüht, im Bodensee und seiner Umgebung ($47^{\circ}35' \text{ N}$, $9^{\circ}25' \text{ E}$) einen großen, mit dem Nördlinger Ries altersgleichen Meteoritenkrater nachzuweisen. Sein Durchmesser könnte 20 km betragen (2). Hofmann legte sogar einen Strahlenkalk aus diesem Gebiet vor. Die Untersuchung eines Kraters, der sich größtenteils in einem See befindet, ist natürlich besonders schwierig.

Im übrigen sollte es nicht überraschen, daß von den obigen Rundstrukturen bis vor kurzem nur das große Nördlinger Ries und allenfalls noch das Steinheimer Becken bekannt waren. Größere Strukturen widerstehen den zerstörenden Einflüssen ihrer Umgebung besser und sind auch nach geologischen Zeitspannen noch gut erkennbar. Kleinere Strukturen werden leicht verwischt und sind dann nur noch durch komplizierte Untersuchungsmethoden nachweisbar. Daß die verhältnismäßig kleine Wipfelsfurter Mulde ein so leicht im Gelände nachweisbares Objekt geblieben ist, stellt einen Sonderfall dar. Die Donau sorgte hier für eine Konservierung der Kraterform.

Zum Schluß seien außer den bisher aus der Umgebung von Wipfelsfurt aufgezählten Rundstrukturen noch zwei Objekte besonderer Art erwähnt. Es sind dies erstens die von R. Dehm (4) zur Diskussion gestellten 300 Vulkanschote bei Urach, 90 km südwestlich vom Nördlinger Ries in 48°30' N und 09°24' E, die als Nachfolgerscheinung der Rieskatastrophe aufgefaßt werden könnten (14), und zweitens die beiden in der ČSSR bei Budweis und Trebitsch = Třebeš befindlichen großen Moldavitefundgebiete (14) (18). Für die Moldavite hatte 1963 W. Gentner mit seinen Mitarbeitern (7) das gleiche Alter von $14,8 \cdot 10^6$ Jahren gefunden, das auch für das Nördlinger Ries und das Steinheimer Becken angenommen wird. In dem Budweiser Moldavitefundgebiet liegen übrigens zwei jener großen Einsenkungen, die nach Rutte (21) angeblich durch eine Vielzahl von Meteoritenimpakten entstanden sind.

Alle bisher genannten wahrscheinlichen, zweifelhaften und offenbar irrthümlichen Impaktstrukturen wurden in eine Karte eingetragen (Abb. 7). Die Bewertung der Lokalitäten erfolgte dabei nach dem Meteoritenkraterkatalog des Verfassers (2). Man sieht, daß die eingetragenen Lokalitäten eine langgestreckte Fläche bedecken, so wie sie bei dem schrägen Niedergang eines Meteoritenschwarms zu entstehen pflegt.

An mindestens sechs weiteren Stellen der Erde lassen sich derartige „Streuellipsen“ von Meteoritenkratern nachweisen (3). Bereits 1974 hatte W. Sandner (22) auf eine derartige Streuellipse in Nordwestafrika aufmerksam gemacht. Weitere „Kraterketten“ befinden sich in Australien, bei Chertopschi (Arn Valley) in der UdSSR, bei Wells Creek in Tennessee, USA, und bei Quillagua in Chile. Schließlich ergeben auch die Krater, die sich am 12. Februar 1947 bei dem Eisenmeteoritenschauer von Sichote Alin in der UdSSR bildeten, eine ausgesprochene Streuellipse.

Fortsetzung S. 17

Verbesserte Informationsübertragung durch fotografische Kontraststeuerung

In langbelichteten astronomischen Aufnahmen können Intensitätsverhältnisse von 1:1000 und mehr auftreten. Im allgemeinen lassen sich aber nur schwache Kontraste im Intensitätsverhältnis von maximal 1:30 von der Originalplatte auf Papier übertragen, d. h., nur ein geringer Teil der in der Himmelsaufnahme tatsächlich gespeicherten Information wird ausgenutzt.

Von W. Högner am Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg wurde ein entwicklungstechnisches Verfahren erarbeitet, das eine wesentlich bessere Informationsübertragung ermöglicht. Bei diesem Verfahren wird der Kontrast der Flächen gemindert und der Detailkontrast angehoben.

An zwei Beispielen sind die Ergebnisse dargestellt. Es handelt sich jeweils um ein Bild der Originalaufnahme und um ein Bild der dazugehörigen kontrastgesteuerten Kopie.

In einem der nächsten Hefte wird von W. Högner ausführlich über die Technik des Verfahrens berichtet.

Dr. S. MARX

Abb. 1, S. I: Wiedergabe der Originalaufnahme des Orionnebels, in der ein sehr starker Kontrast vorhanden ist.

Abb. 2, S. II: Kontrastgesteuertes Bild von Abbildung 1.

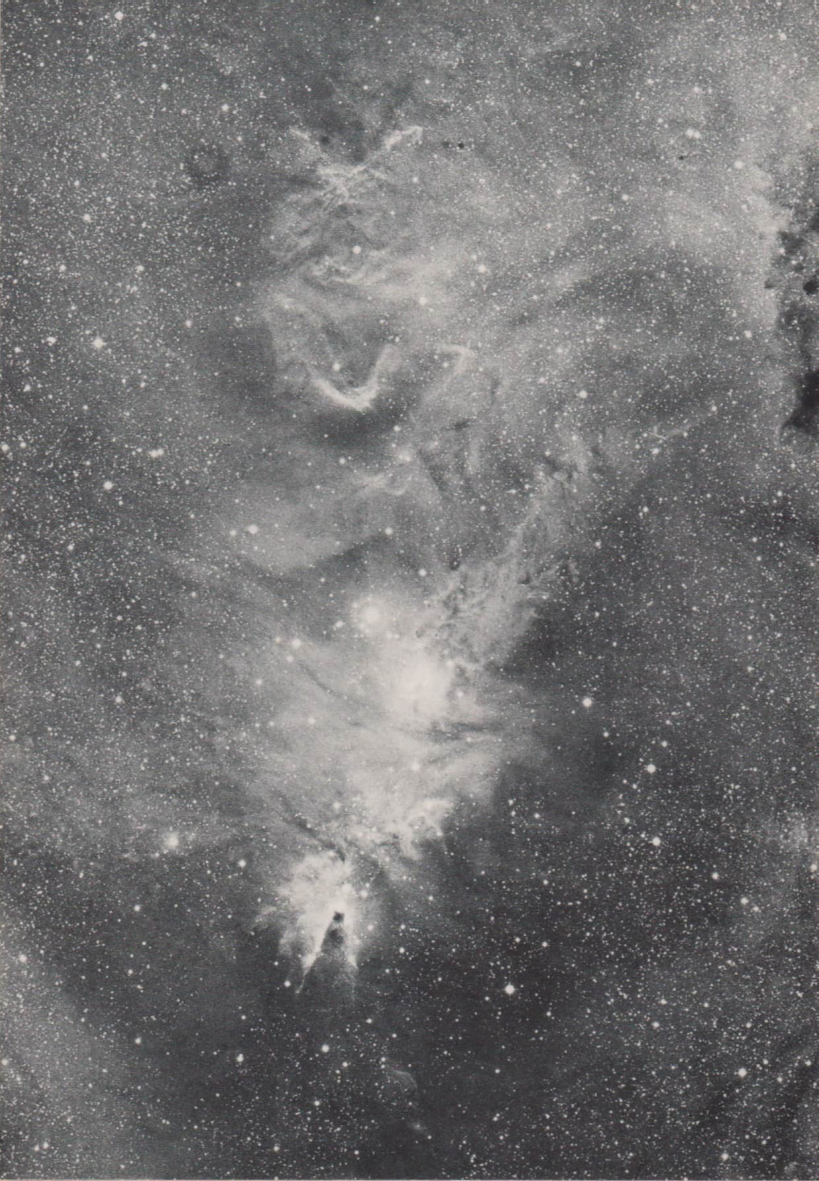
Abb. 3, S. III: Wiedergabe der Originalaufnahme des Konusnebels.

Abb. 4, S. IV: Das kontrastgesteuerte Bild von Abbildung 3 zeigt, daß bei gleichem Kontrastumfang eine deutlich erhöhte Detaillierbarkeit vorhanden ist.









Im vorliegenden Fall, also auf Abb. 7, ist die Streuellipse nicht weniger als 665 km lang. Sie wäre, wenn sich ihre am weitesten westlich und am weitesten östlich gelegenen Lokalitäten als echte Impaktstrukturen erweisen sollten, nach der Streuellipse in Nordwestafrika das zweitgrößte Gebilde dieser Art auf der Erde. Vor allem aber, Wipfelsfurt würde sich, wie man sofort sieht, gut in diese Streuellipse einfügen. Es läge insbesondere auch in demjenigen Teil der Streuellipse, der noch verhältnismäßig am besten gesichert ist.

Im übrigen zeigt auch die Statistik, daß impakterzeugende Meteorite meist in mehr oder weniger großen Schwärmen auf die Erde niedergehen, nicht aber einzeln. So waren Ende 1976 insgesamt 230 sichere, wahrscheinliche, mögliche und zweifelhafte Impaktlokalitäten bekannt (2). Bei diesen handelte es sich in 178 Fällen um Einzelkrater. In den übrigen 52 Fällen waren mindestens zwei, meist jedoch bedeutend mehr Krater vorhanden. Die weitere Auszählung ergab, daß von 100 impakterzeugenden Meteoriten nicht weniger als etwa 80 in einen Kraterhaufen fallen. Nur etwa 20 bilden Einzelkrater.

Daß sich der Krater Wipfelsfurt ursprünglich in einem ganzen Feld gleichgearteter Krater befand, ist auch wegen seiner auffallenden Lage inmitten des Donautals wahrscheinlich. Wipfelsfurt war nur dasjenige Objekt, das zufällig mit der Donau zusammenfiel und bei dem die Donau für die Ausräumung der Kraterform sorgte. Bei den anderen Objekten fehlt diese Ausräumung durch einen Strom.

Auffällig ist noch, daß die verdächtigen Rundstrukturen in der Frankenalb alle einen Durchmesser von ungefähr ein bis zwei Kilometer besitzen. Auch das Alter aller dieser Rundstrukturen scheint das gleiche zu sein. Durch welchen Vorgang hätten aber auf einen Schlag leichter so viele große und sich ähnelnde Rundstrukturen entstehen können als durch den Niedergang eines Meteoritenschwarms? Immerhin wünschte man sich, daß der meteoritische Charakter der Struktur Wipfelsfurt und eventuell auch derjenige der benachbarten Rundstrukturen noch etwas besser erhärtet werden könnte. Zu diesem Zweck sei noch kurz auf die Argumente eingegangen, die gegen eine meteoritische Entstehung der erwähnten Objekte sprechen. Noch niemals fand man nämlich im Bereich dieser Objekte meteoritischen Nickeleisen, ferner kommen (außer im Nördlinger Ries und im Steinheimer Becken) nirgendwo einwandfreie Shatter Cones, Coesit oder geschockte Minerale als Impaktindizien vor. Wie schwerwiegend sind diese Argumente eigentlich?

Hierzu folgende Zahlen. Es sind zur Zeit wie gesagt 230 Meteoritenkrater und Kraterhaufen im Gespräch (2). Die folgende Tabelle gibt an, bei wieviel Lokalitäten davon man bisher mit Sicherheit die oben angeführten vier Impaktindizien fand.

	Zahl der Lokalitäten	Prozentsatz von 230 Lokalitäten
Nickeleisen	13	5,6 %
Shatter Cones	28	12,2 %
Coesit	8	3,5 %
geschockte Minerale	10	4,3 %

Wenn die Impaktindizien aber nur bei 3,5 % bis 12,2 % der Lokalitäten vorkommen, ist das Fehlen dieser Indizien bei einem einzigen der Objekte (bei Wipfelsfurt) nicht sehr überraschend. Selbst wenn man sieben Objekte (also alle erwähnten Frankenalblocalitäten) in Betracht zieht, erscheint das Fehlen der Indizien von der Statistik her nicht ganz so schwerwiegend, wie es manchmal dargestellt wird (10) (16).

Eine Erklärung für das Fehlen von NiFe in Wipfelsfurt und Umgebung wäre, daß es sich bei den Teilstücken des hypothetischen Meteoritenschwarms durchweg um Steinmeteorite gehandelt hat, die kaum NiFe enthielten. Von 100 Meteoriten, die auf die Erde niedergehen, bestehen ohnehin 92 aus Stein und nur 8 aus Eisen. Im übrigen tritt auch E. C. T. Chao neuerdings dafür ein, daß das Nördlinger Ries und das Steinheimer Becken durch große Steinmeteorite entstanden sind (25), nicht durch Eisenmeteorite.

Schließlich ließe sich auch eine besondere Erklärung dafür geben, daß in Wipfelsfurt und den Frankenalbstrukturen geschockte Minerale fehlen. Nach dem bis jetzt vorliegenden Datenmaterial (2) kommen nämlich geschockte Minerale nur in Meteoritenkratern vor, welche die Größe der Wipfelsfurter Mulde und ihrer Nachbarkrater eindeutig übertreffen. Die kleinsten Meteoritenkrater mit geschockten Mineralen (West Hawk Lake und New Quebec, beide in Canada) haben Durchmesser von 3,2 km, der größte (Manicouagan, ebenfalls Canada) einen solchen von 65 km.

Zusammengefaßt: Es läßt sich noch kein abschließendes Urteil über den Charakter der Wipfelsfurter Mulde abgeben. Manches spricht für einen meteoritischen Ursprung dieses Gebildes. Trotzdem sucht der Verfasser weiter nach neuen Gesichtspunkten, schon um Wipfelsfurt in Zukunft richtig in

seinen Meteoritenkraterkatalog (2) einordnen zu können. Bloße Meinungen gibt es nun schon viel über diese rätselhafte Struktur mitten im Donautal. Was jetzt fehlt, das sind weitere mineralogische Funde wie beispielsweise Spuren von NiFe, neue Shatter Cones, Coesit, geschockte Minerale oder tektitisches Glas. Ohne tagelanges intensives Suchen mit dem Spaten und wochenlanges geduldiges Abmühen im Labor sind derartige Funde allerdings nicht zu erwarten.

Literatur:

- [1] Brinkmann, R.: Allgemeine Geologie 1, 50, Stuttgart 1940. [2] Classen, J.: Catalogue of 230 Meteorite Craters, thereto of 78 erroneous objects. Veröff. Sternw. Pulsnitz Nr. 12, 1977. [3] Classen, J.: Meteoritenkrater in Streuelflächen und Kraterketten. Veröff. Sternw. Pulsnitz Nr. 16, 1978. [4] Dehm, R.: Das Nördlinger Ries und die Meteortheorie. Mitt. bayer. Staatssamm. Paläont. hist. Geol. 2, 69–87, München 1962. [5] Dietz, R. S.: Shatter Cones in Cryptoexplosion Structures (Meteorite Impact?). The Journal of Geology, 67, 5, 496–505, Tafel 7, Chicago 1959. [6] Eberhard, G. et al.: Hdb. d. Astrophysik, IV, Berlin 1929. [7] Gentner, W.: Lippolt, H. J.; Schaeffer, O. A.: Das Kallum-Argon-Alter der Gläser des Nördlinger Rieses und der böhmisch-mährischen Tektite. Geochim. Cosmochim. Acta 27, 191–200, 1963. [8] Herrmann, J.: dtv-Atlas zur Astronomie. München 1973. [9] Hofmann, F.: Horizonte fremdartiger Auswürflinge in der ostschweizerischen Oberen Süßwassermolasse und Versuch einer Deutung ihrer Entstehung als Impaktphänomen. Eclog. geol. Helv. 66, 1, 83–100, Basel 1973. [10] Hüttner, R.; Reiff, W.: Keine Anhäufung von Astroblemen auf der Fränkischen Alb! N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 415–422, Stuttgart 1976. [11] Illies, H.: Nördlinger Ries, Steinheimer Becken, Pfahldorfer Becken und die Moldavite. Oberrhein. geol. Abh. 18, 1, Karlsruhe 1969. [12] Kettner, R.: Allgemeine Geologie III, 213, Berlin 1959. [13] Krinov, E. L.: New Studies of the Sikhote Alin Iron Meteorite Shower. Meteoritics, 6, 3, 127–138, Phoenix (USA) 1971. [14] Preuss, E.: Das Ries und die Meteoritentheorie. Fortschr. Miner. 41, 2, 271–312, Stuttgart 1964. [15] Reich, H. & Horrix, W.: Geophysikalische Untersuchungen im Ries und Vorries und deren geologische Deutung. Beih. geol. Jb. 19, 119, 1955. [16] Reiff, W.: Einschlagkrater kosmischer Körper auf der Schwäbischen und Fränkischen Alb. Der Aufschluß, 25, 7/8, 368–380, 1974. [17] Reinhardt, L.: Die Geschichte der Erde. 528, München 1911. [18] Rost, R.: Vitaviny a tektity. Prag 1972. [19] Rutte, E.: Geologischer Führer Weltenburger Enge. 35, Kelheim 1971. [20] Rutte, E.: Neue Ries-äquivalente Krater mit Brekzien-Ejekta in der südlichen Frankenalb, Süddeutschland. Geoforum 7, 8, 84–92, Braunschweig 1971. [21] Rutte, E.: Neue Befunde zu Astroblemen und Alemoniten in der Schwäbischen Rieskomete. Oberrhein. geol. Abh. 23, 97–126, Karlsruhe 1974. [22] Sandner, W.: In Reihe angeordnete Meteoritenkrater. Die Sterne 50, 3, 181, Leipzig 1974. [23] Schmidt-Kaler, H.: „Stopfenheimer Kuppel“ keine Impaktstruktur! N. J. Geol. Paläont. Mh. 2, 127–132, Stuttgart 1974. [24] Storzer, D.; Gentner, W. und Steinbunn, R.: Stopfenheimer Kuppel, Ries Kessel und Steinheim Basin: A triplet cratering event. – Earth and planetary Science letters, Vol. 13, No. 1, 76–78, Amsterdam 1971. [25] Warth, M.; Reiff, W.: Meteorite und Meteorkrater. Stuttgart 1976. [26] Žebera, K.: Geological effects of the comet fall on the Territory of Central Europe at the end of Miocene. Mineralia Slovaca Roc. II, c. 6, Bratislava 1970. [27] Autorenkollektiv: Meteoritenkrater Steinheimer Becken (Herausgegeben von der Gemeinde Steinheim am Albuch). S. 26, Heidenheim an der Brenz 1976

Amateure beobachten und berichten

Amateurastronomische Beobachtungen mit dem Feldstecher

JÖRG und EVELYN MOSCH

Die folgenden Gedanken zum Platz der Feldstecher im Instrumentarium des Liebhaberastronom waren Gegenstand eines Vortrages in der Fachgruppe Astronomie Dresden im Jahre 1976. Die Autoren, seit über 10 Jahren aktive Beobachter, haben den Feldstecher auch nach Anschaffung eines größeren Instrumentes niemals beiseite gelegt. So entstehen jährlich etwa 1000 Helligkeitsschätzungen an veränderlichen Sternen, aber auch Kometenzeichnungen u. a.

Dieser Artikel versucht, neben den bereits veröffentlichten speziellen Anregungen [6], [7], einige allgemeingültige Grundsätze der Feldstecherbeobachtung aufzuführen und auch fortgeschrittene Amateure für die Arbeit mit dieser leichten und bequem zu handhabenden „Taschensternwarte“ zu begeistern.

1. Vorbetrachtungen

Fast jeder Amateure durchläuft das Stadium der Feldstecherbeobachtung. Diese Periode kann verschieden lang sein, endet aber meist mit der Herstellung oder dem Kauf eines astronomischen Fernrohrs. Dann gerät der Feldstecher allzu schnell in Vergessenheit, ohne daß seine vielfältigen Möglichkeiten auch nur annähernd genutzt wurden. Später, wenn sich die erste

Begeisterung gelegt hat und das größere Instrument für jede Beobachtung aufgebaut werden muß, weil es vielleicht nicht unverändert stehen bleiben kann, treten dessen offensichtliche Nachteile zu Tage. Gewicht und Ausmaße verhindern einen Standortwechsel, der vor allem bei störenden Lichtquellen empfehlenswert wäre, oder lassen ihn zumindest unbequem werden. Oftmals bemüht man sich ohne Erfolg, da die meteorologischen Bedingungen wechselhaft sind und gerade während der Vorbereitung der Beobachtung eine Wolkenwand aufzog. Besonders deutlich wird das bei Spiegelteleskopen, die relativ viel Zeit zum Temperieren benötigen. Hinzu kommt, daß die Freizeit bei vielen durch umfangreiche berufliche und gesellschaftliche Verpflichtungen stark begrenzt ist und man abends für den Aufwand, den der Aufbau eines größeren Gerätes verlangt, meistens viel zu müde ist. Man tröstet sich dann mit dem nicht ganz klaren Himmel, einer vereinzelt Wolke, oder aber mit der Luft, die beim letzten Male auch nicht gerade ruhig war...

Im Urlaub muß das große Gerät sowieso zu Hause bleiben. Und selbst wer das Glück hat, sein Instrument unter einem abfahrbaren Dach oder in einer Kuppel dauerhaft aufzustellen, hat dorthin oftmals einen weiten Weg, den er abends scheut, besonders wenn es plötzlich klar wird und die Beobachtung nicht eingeplant war.

All diese Faktoren wirken sich negativ auf das Zustandekommen geschlossener Beobachtungsreihen aus. Aber bei Ergebnissen, die der Fachwissenschaft zugänglich gemacht werden sollen, sind ja gerade jene Beobachtungen besonders wertvoll, die während des nur kurzen Aufreißen einer geschlossenen Wolkendecke entstehen und somit in vielen Fällen den einzigen Beleg dieses Tages ausmachen. Hierin liegt der besondere Wert unserer Arbeit, mit kleinen beweglichen Geräten die Beobachtungen der großen Sternwarten zu unterstützen und zu ergänzen. Ein spezielles Beispiel dazu ist die Überwachung von veränderlichen Sternen, wie Novae, Mira-Sterne und unregelmäßige Variable.

Natürlich ist der Feldstecher kein Universalinstrument. Planeten-, Sonnen- und alle photographischen Beobachtungen sind nur mit echten astronomischen Fernrohren möglich, auf die der ernsthafte Amateur auf die Dauer nicht verzichten kann. Geschlossene Beobachtungsreihen mit diesen Instrumenten verlangen jedoch weitaus mehr Selbstdisziplin, als vielleicht die allabendliche Beobachtung einiger Veränderlicher mit dem Feldstecher, die nur wenige Minuten in Anspruch nimmt.

Wir wollen im Folgenden auf die Möglichkeiten und Vorteile der Prismengläser hinweisen, unter deren Berücksichtigung sicherlich manches Beobachtungsprogramm bereichert und bezüglich des Zeitaufwandes optimiert werden kann.

2. Instrumente

2.1 Vorteile

Mit den Feldstechern haben wir eine bequeme Möglichkeit, den immer schlechteren Beobachtungsbedingungen in unseren Städten zu entkommen. Sie können uns ebenso auf der Fahrt in den Urlaub wie beim abendlichen Spaziergang begleiten. Schließlich sind sie für Reihenbeobachtungen, die aus den oben angeführten Gründen in ihrer Vorbereitung und Durchführung so unkompliziert und bequem wie möglich sein sollten, nahezu ideal. Wer aus einer nach Süden gelegenen Luke eines nicht zu steilen Daches beobachtet, kann fast den ganzen Himmel überblicken und ist dabei von den Lichtern der Straße weitgehend abgeschirmt. Außerdem kann man die Arme auf die Ränder der Luke auflegen, sich sogar anlehnen und verhindert so ein Tanzen der Bilder. Sollte die Luke zu hoch sein, hilft ein standisches Podest. Besonders störende Lampen kann man mit Papp-, Hartfaser- oder anderen Tafeln, die nicht sehr groß sein müssen, abschatten. Diese werden vor der Beobachtung in zugehörige Halterungen gesteckt. Wir müssen natürlich dabei beachten, daß die entsprechenden Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.

Wer besonders ruhige Bilder wünscht, kann sich leicht eine Stativvorrichtung bauen. Aus einem Feldstecherhalter, einem Kugelgelenk oder Stativkopf, einem Verbindungsstück und einer Schraubzwinge erhält man ein handliches Zusatzgerät, das sich an Zäunen, Fensterbrettern oder an der oben erwähnten Dachluke anklammern läßt. Die geringe Vergrößerung der Instrumente verlangt derartigen Montierungen keine allzu hohe Stabilität ab.

Die optischen Vorteile der Prismengläser ermöglichen uns die echte binokulare Beobachtung mit all ihren Vorzügen: Die Auflösung erscheint gegenüber dem einäugigen Sehen höher. Wir erhalten, zumindest dem Anschein nach, eine größere Gesamtlichtstärke. Augenoptische Probleme, wie z. B. „Fliegende Mücken“, die mit zunehmendem Alter verstärkt auftreten, stören bei monokularen Beobachtungen, wirken sich hier jedoch kaum aus. Außerdem ermüdet der Beobachter nicht so schnell, weil das lästige Zukneifen oder Zuhalten des nicht benutzten Auges entfällt. Letztlich erscheint uns der Bildeindruck natürlicher, da unser Gehirn ja normalerweise von zwei Strahlungsempfängern Informationen bekommt.

Auf Grund der geringen Vergrößerung haben Feldstecher große Austrittspupillen und damit hohe geometrische Lichtstärken, die die Milchstraße, Nebel und Kometen in ihrer ganzen Schönheit erscheinen lassen. In den meisten Fällen besitzen sie dank der Verwendung von Weitwinkelokularen Gesichtsfelder von 6–8° Durchmesser, wodurch ein hervorragender Überblick gewährleistet wird. Die hohe mechanische Genauigkeit ermöglicht einen Beobachtungskomfort, den die wenigsten Eigenbaufernrohre bieten. Ein weiterer Vorteil sind die durch große Produktionsserien bedingten relativ niedrigen Preise. Sogar die größten Instrumente vom VEB Carl Zeiss JENA kosten nicht über 400 Mark.

2.2 Nachteile

Neben diesen Vorzügen haben die Feldstecher auch eine Reihe von Nachteilen. So ist die Bildkorrektur auch bei den besten Geräten unserer Produktion auf Grund der hohen Öffnungsverhältnisse der verwendeten C-Objektive (etwa 1:4) nicht sonderlich befriedigend. Dieser Mangel äußert sich durch das meist strichförmige Verzeichnen der Sternbildchen zum Gesichtsfeldrand hin – eine bei terrestrischen Beobachtungen kaum störende Erscheinung. Ursache ist das Erfassen der schlecht korrigierten Randpartien des Fokallbildes durch die Weitwinkelokulare. Die theoretische Auflösungsgrenze der Objektive wird wegen der geringen Vergrößerung nicht erreicht. Man kann jedoch mittels selbstgebauter Zusatzfernrohre diesem Wert nahekommen.

Viele Feldstecher sind sehr anfällig gegen Schlag, Stoß und Fall, was man jedoch bei der sorgfältigen Behandlung, die die Instrumente durch die meisten Liebhaber erfahren, nicht unbedingt als Nachteil werten muß. Kritischer sind allerdings die fest eingebauten Okulare, die sich bei steilen Sichten unbequem auswirken, zu bewerten. Ein Abknicken des Strahlenganges ist nur vor den Objektiven oder hinter den Okularen möglich. Die binokulare Beobachtung stellt dabei hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Fassungen für die Prismen oder Spiegel und das Ergebnis dürfte fast in jedem Falle provisorisch bleiben. Günstiger ist die Benutzung von Liegestühlen oder ähnlichen für den Beobachter, wobei mit geeigneten Stativgestängen ein nahezu vollkommener Beobachtungskomfort erzielt wird.

Im Bereich der Planetenbeobachtungen sind Feldstecher ungeeignet. Wir können sie aber mit Erfolg bei Mondfinsternissen für Übersichten und Farbwahrnehmungen verwenden.

Handelsübliche Sonnengläser zum Aufstecken auf die Okulare sind stets ein Provisorium! Sie können für gelegentliche Sonnenbeobachtungen benutzt werden, wobei man die Mittagsstunden meiden sollte, denn schon ab 50 mm Öffnung besteht nach längerer ununterbrochener Beobachtungszeit die Gefahr des Zerspringens. Die vom Okularfilter durchgelassene Wärmestrahlung ist recht erheblich und kann bei längeren Beobachtungsreihen zu Bindehautentzündungen führen. Diese

bittere Erfahrung wurde von einem der Autoren bei der regelmäßigen Sonnenüberwachung gewonnen. Um dies zu vermeiden, sollte man regelmäßig die okularseitige Filteroberfläche prüfen. Treten hier winzige Erhebungen auf, so sind das Anzeichen von Veränderungen, die fast immer einen erhöhten Licht- und Wärmedurchlaß mit sich bringen. Solche Gläser sind nicht mehr zu verwenden. Überhaupt sollte man für die regelmäßige Sonnenüberwachung grundsätzlich Objektivschutzfilter anstreben. Auf diese Weise werden nicht nur die Augen geschont, auch dem Innenleben unseres Prismenglasses, besonders den Okularen, bekommt das um etwa 99% verringerte Licht besser.

2.3. Schlußfolgerungen

Zusammenfassend können wir feststellen, daß Feldstecher im astronomischen Sinne binokulare Kometsucher sind, die sich für bestimmte Aufgaben, wie zum Beispiel die Beobachtung der Fixsternwelt, besonders eignen. Sie zeichnen sich durch einen günstigen Anschaffungspreis im Verhältnis zur Leistung und durch eine einfache, schnelle und bequeme Handhabung aus, ermöglichen hohen Beobachtungskomfort sowie eine freie Auswahl des Beobachtungsortes im Rahmen der örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten.

2.4. Optimale Eigenschaften

Welche Feldstecher sind nun für astronomische Beobachtungen besonders geeignet? Zunächst wollen wir dazu einige Überlegungen anstellen, um uns dann einem Vergleich der bei uns zur Zeit handelsüblichen Prismengläser und einer Reihe älterer Typen zu widmen.

Tabelle 1 gibt die maximale Pupillenöffnung des Menschen in Abhängigkeit seines Alters nach [2], S.11, bzw. [3], S.10, an.

Tabelle 1:

Alter (Jahre)	10	20	30	40	50	60	70	80
maximaler Pupillendurchmesser in mm	8	8	7	6	5	4	3	2,3

Wegen dieser physischen Grenze und wegen des meist stark aufgehellten Stadthimmels sollte die Austrittspupille unseres Feldstechers, die wir durch Division der freien Objektivöffnung durch die Vergrößerung erhalten, stets etwas kleiner als die maximale Pupillenöffnung unserer Augen sein. Auch bei idealen Bedingungen wird diese in der Tabelle 1 gegebene maximale Öffnung nicht erreicht, da der Nachthimmel selbst eine gewisse Helligkeit hat. In der Stadt wirken sich natürlich noch die zahllosen Lampen aus. Wenn also der Durchmesser der Instrumentenpupille (Austrittspupille) größer als der unserer Augenpupille ist, geht Licht verloren. Wir sehen dann weniger, als mit einem Instrument gleicher Öffnung bei höherer Vergrößerung erreichbar wäre.

Als weiteren Faktor müssen wir die maximale freihändig verwendbare Vergrößerung anführen. Dieser Wert ist sehr vom Beobachter abhängig. Während manche selbst einen 15×50 noch einigermaßen sicher ohne Stativ benutzen, beginnen bei anderen schon mit dem 8×30 die Bilder zu zittern. Normalerweise können wir als obere Grenze etwa $10-11$ mal festhalten.

Durch die Festlegung von Austrittspupille und Vergrößerung haben wir bereits eine indirekte Aussage über die freie Öffnung getroffen, da diese Parameter in unmittelbarer physikalischer Beziehung zueinander stehen. Nehmen wir zum Beispiel eine Austrittspupille von 5 mm und eine Vergrößerung von $10 \times$ an, so erhalten wir als freie Öffnung 50 mm. Tatsächlich dürfte diese Feldstecher 10×50 auch das für unsere Zwecke geeignetste Instrument unserer Fertigung sein, wenigstens die Reichweite des heute nicht mehr produzierten 15×50 etwas höher liegt. Auf diese Leistungssteigerung, auch hinsichtlich der Auflösung, verweist Brandt unter [2] bzw. [3].

Zusammenfassend können wir folgende Schlußfolgerungen ziehen: Die Wahl des Feldstechers hängt ab von

- der Art der Beobachtung: Für Kometen, Nebel u. a. benötigen wir große Kontraste und hohe geometrische Lichtstärken (= Quadrat der Austrittspupille); für veränderliche Sterne höhere Vergrößerungen, da es mehr auf die Reichweite ankommt.
- den physiologischen Voraussetzungen des Beobachters, d. h. von der altersbedingten maximalen Pupillenöffnung und von der Ruhe der Hände, wenn nicht mit Stativ beobachtet werden soll.
- den Beobachtungsbedingungen, hier im wesentlichen von direktem Störlicht und diffuser Himmelsaufhellung.

2.5. Feldstechertypen

Prismengläser werden in der DDR vom VEB Carl Zeiss JENA und vom VEB Feinoptische Werke Rathenow hergestellt. Der VEB Carl Zeiss JENA liefert seine Geräte monokular und binokular, wobei es die binokulare Ausführung mit Mittelttrieb oder mit Einzelokularenstellung gibt. Die monokularen Gläser sind zwar handlicher und billiger, jedoch fehlen bei ihnen einige der wesentlichen angeführten Vorteile, was sich bei der Beobachtung spürbar auswirkt. Laut Aussagen des Handels werden die in der Tabelle angeführten Typen 6×30 und 15×50 nicht mehr hergestellt; sie sind vielleicht noch ab zu und gebraucht erhältlich.

Während die Autoren zwischen einem Noctovist 8×30 der ehemaligen Firma Ruhne, Rathenow, wie er vor 12 Jahren handelsüblich war, und einem Deltrentis 8×30 von Zeiss praktisch keine Unterschiede feststellten, zeigte sich, daß der Dekarem 10×50 aus Jena dem Plastvista 10×40 aus Rathenow weitaus überlegen ist. Der 7×50 konnte zwar nur als monokulare Ausführung getestet werden, jedoch erschien den Beobachtern, selbst noch unter guten Bedingungen, der Himmel viel zu hell, so daß die Reichweite der 8×30 nahekam. Darum möchten wir dieses Instrument für astronomische Beobachtungen nicht empfehlen.

Wer die Gelegenheit hat, ein Dienstfernglas 7×40 der NVA zu benutzen, sollte dies unbedingt wahrnehmen. Es handelt sich um ein Instrument mit ganz hervorragenden optischen Eigenschaften, das übrigens auch gegen Fall und Stoß weitgehend unempfindlich ist.

Ein den Feldstechern nahestehendes Produkt des VEB Carl Zeiss JENA ist das Doppelfernrohr 80/500 mit fest eingebauten Prismensätzen. Allerdings ist sein Preis (etwa 2200 Mark) bereits sehr hoch, zudem kann es nur mit Stativ und einer azimutalen Montierung benutzt werden. Da es aber wegen seiner erreichbaren Vergrößerungen noch nicht zu den echten Universalgeräten zählen dürfte, ist es für den Amateurastronomen kaum akzeptabel.

Oftmals sind noch ältere Feldstecher vorhanden, die zum Teil eine sehr gute Abbildungsqualität aufweisen. Meist sind jedoch die Prismen und Linsen nicht vergütet, was bei der hohen Zahl der gegen Luft stehenden Flächen zu erheblichen Licht- und Kontrastverlusten führt. Günstig ist es, wenn man die Vergütung im Rahmen einer Generalüberholung nachträglich aufbringen lassen kann. Derartige ältere Gläser sind ganz besonders für Zusatzfernrohre geeignet.

Welche Verbesserungen eine MC-Beschichtung der optischen Teile des Feldstechers mit sich bringt, bleibt abzuwarten; der Effekt müßte jedoch merklich sein. Hoffen wir, daß die optischen Betriebe diese Neuerung recht bald anwenden. In Tabelle 2 sind Prismengläser der früheren und heutigen DDR-Produktion aufgeführt.

2.6 Ausbaumöglichkeiten

Hier möchten wir auf die erschöpfende Behandlung dieses Themas durch Brandt in [2] bzw. [3] hinweisen und nur noch einige Hinweise geben.

Wer seinen Feldstecher viel transportiert, sollte Wert auf ein festes Lederetui oder noch besser auf einen steifen Koffer behälter legen. Die Sporttaschen aus Wildleder sind zu weich und bieten keinen ausreichenden Schutz. Im Gepäck verstellt sich zum Beispiel der Augenabstand, wenn andere Gegenstände auf eine solche Tasche drücken. Die festen Bereitschaftsetuis haben den Nachteil, daß sie den Beobachter hauptsächlich bei steilen Sichten behindern.

Mit Hilfe von Zusatzfernrohren, deren Vergrößerung multipliziert mit der des Feldstechers die Gesamtvergrößerung ergibt, kann man den Anwendungsbereich seines Instrumentes erweitern, wobei wir jedoch nicht verschweigen wollen, daß die Schärfleistung einer solchen Anordnung weit hinter der eines Refraktors bleibt. Auch sollte die Vergrößerung eines Zusatzfernrohres nicht größer als $4 \times$ bis $5 \times$ sein. Wer sich mit vorhandenen optischen Geräten, etwa dem früher vom VEB Carl Zeiss JENA hergestellten Taschenfernrohr Tellup oder einem älteren Schülermikroskopoptubus, der sich an Stelle der Okularmushel am 10×50 aufschrauben läßt, helfen kann, hat es besonders einfach. Der Mikroskopoptubus eignet sich sehr gut, obwohl es sich nicht um ein Fernrohr handelt, sondern das vom Okular projizierte Bild vom Mikroskopokular zusätzlich vergrößert wird.

Für Mondbeobachtungen sind wegen der großen Helligkeit Neutralgläser günstig. Dagegen kann man die Sonnenokularfilter, wie bereits erläutert, nur mit Vorbehalt empfehlen.

Natürlich läßt sich das Prismenglas auch auf ein handelsübliches Photostativ setzen. Die entsprechenden Feldstecherhalter, einmal für monokulare und zum anderen auch für binokulare Gläser sind in den Spezialverkaufsstellen erhältlich. Eine derartige verwicklungsfreie Aufstellung wird immer eine Leistungssteigerung bewirken.

3. Beobachtungsmöglichkeiten

3.1 Photographie mit dem Feldstecher, Sonnen-, Mond- und Planetenbeobachtungen

In diesen Bereichen wird der Feldstecher stets ein provisorisches Arbeitsmittel bleiben. Die bisher veröffentlichten Photographien mit Feldstechern zeigen durchweg eine Qualität, die sich mit dem Bastelsatz 50/540 vom VEB Carl Zeiss JENA überbieten läßt.

Unter Beachtung des über die Filter gesagten, kann man die Fleckenbildungen auf der Sonne überwachen. Für Planeten ist der Feldstecher, auch bei Verwendung eines Zusatzfernrohres, kaum geeignet. Die Venußichel nahe der unteren Konjunktion ist damit noch recht gut erkennbar, trotzdem ist der erwähnte Refraktor 50/540 in jeder Hinsicht überlegen. Dieser zeigt allerdings bei höheren Vergrößerungen bereits so viele Einzelheiten auf dem Mond, daß man sich, besonders als Anfänger, beim Anfertigen von Detailzeichnungen schon überfordert fühlt. Hierfür ist ein größerer Feldstecher, möglichst mit Zusatzfernrohr und Vergrößerungen zwischen $15 \times$ und $35 \times$ wie geschaffen. Bei Mondfinsternissen lassen sich damit Schattenantritte an Kratern bestimmen und Farbbeobachtungen anstellen.

Tabelle 2:

Bezeichnung	Name	Besonderheit	Austrittspupille in [mm]	geometr. Lichtstärke [mm ²]	Gesichtsfeld [°]	Hersteller
6 × 30	Silvarem	Mitteltrieb	5,0	25,0	8,5	CZ JENA
	Silvamar	Einzelokul. einst.	5,0	25,0	8,5	CZ JENA
	Simpstilv	monokular	5,0	25,0	8,5	CZ JENA
8 × 21	Turmon	monokularer Kleinstfeldstecher	2,6	6,9	6,3	CZ JENA
8 × 30	Deltintrm	Mitteltrieb	3,8	14,1	8,5	CZ JENA
	Deltrentis	Einzelokul. einst.	3,8	14,1	8,5	CZ JENA
	Deltintrmo	monokular	3,8	14,1	8,5	CZ JENA
	Noctovist	Mitteltrieb	3,8	14,1	8,5	Ruhnke, Rathenow
	Genira	Mitteltrieb	3,8	14,1		Nitschke, Rathenow
7 × 40	Dienstfernglas	Einzelokul. einst.	5,7	32,6		(NVA)
10 × 40	Plastvista	Mitteltrieb	4,0	16,0		Nitschke, Rathenow
7 × 50	Binocem	Mitteltrieb	7,1	51,0	7,3	CZ JENA
	Binoclar	Einzelokul. einst.	7,1	51,0	7,3	CZ JENA
	Binocarmo	monokular	7,1	51,0	7,3	CZ JENA
10 × 50	Dekarem	Mitteltrieb	5,0	25,0	7,3	CZ JENA
	Dekaris	Einzelokul. einst.	5,0	25,0	7,3	CZ JENA
	Dekarismo	monokular	5,0	25,0	7,3	CZ JENA
15 × 50	Pentecarem	Mitteltrieb	3,3	11,1	4,6	CZ JENA
	Pentecar	Einzelokul. einst.	3,3	11,1	4,6	CZ JENA
	Pentecarmo	monokular	3,3	11,1	4,6	CZ JENA

RZ Cassiopeiae 1975 Juni 06 (MoE) Minimumbestimmung nach (1)

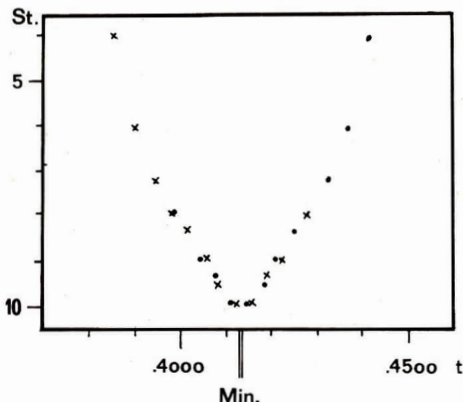


Abb. 1:
Minimumbestimmung an
RZ Cassiopeiae 1975 Juni 06
nach [1]. Beobachter: Evelyn Mosch (MoE). Instrument: Noctovist 8 × 30. Das Minimum liegt in der Mitte zwischen den beiden langen Strichen.
● Beobachtungspunkt
x gespiegelter Beobachtungspunkt

3.2 Nebel und Sternhaufen

Für all jene, die gern einmal am Himmel spazieren gehen, sich aber mehr des ästhetischen Eindrucks wegen und nicht aus wissenschaftlichem Interesse mit dem gestirnten Himmel beschäftigen, sind Feldstecher besonders geeignet. Mit ihren großen Gesichtsfeldern und hohen geometrischen Lichtstärken zeigen sie zum Beispiel auch die Milchstraße in einer Brillanz, wie es kein anderes Instrument vermag.

3.3 Veränderliche Sterne

Nun kommen wir zum Hauptbetätigungsfeld des mit einem Prismenglas ausgerüsteten Amateurs. Hier sind die Möglichkeiten nahezu unerschöpflich. Sie werden im wesentlichen nur durch die Helligkeit der schwächsten sichtbaren Sterne begrenzt. 1976 durchgeführte Untersuchungen der Autoren ergaben, daß mit 8 × 30-Gläsern etwa 9^m8 zu erreichen ist, während man mit dem 10 × 50 bis zu 10^m5 kommt. Diese Reichweitenbestimmungen wurden unter wechselnden guten und schlechten Lichtverhältnissen (keine oder nur geringe Abhängigkeit!!), aber stets bei guter Luftdurchsicht und einer Anpassungszeit der Beobachter von 5–10 Minuten ohne Stativ vorgenommen. Vergleichen wir diese Ergebnisse mit den unter [3], S. 47ff. angegebenen Beobachtungen, so erkennen wir, daß die Reichweite sehr von der Vergrößerung abhängig ist und daß, wie bereits erwähnt, die lichtstärksten Gläser keineswegs die schwächsten Sterne zeigen. Während man mit dem 6 × 30 (Brandt) ebenso wie mit dem 8 × 30 bis 9^m8 kommt, liegt das Ergebnis für 15 × 50 um über eine Größenklasse höher. Berücksichtigen wir noch die sicherlich extrem guten Bedingungen, unter denen diese von Brandt genannten Resultate entstanden, so zeigt sich die höhere Leistung der Feldstecher 8 × 30 und 15 × 50 gegenüber den schwächer vergrößernden Geräten, die den Himmelshintergrund zu hell abbilden. Für Helligkeitsschätzungen nach der Argelander'schen Methode oder auch nach Pickering sollte man von den experimentell erreichten Grenzgrößen noch etwa 1^m6 abziehen, da sonst die Genauigkeit stark sinkt. Auch sollten keine zu hellen Sterne geschätzt werden. Es kommt dann zu einer Art „Helligkeits-sättigung“, welche weitaus größere Folgen hat, als der Vergleich zu schwächeren Sternen.

30-mm-Prismengläser eignen sich nach unseren Erfahrungen zum Bearbeiten von Veränderlichen mit Helligkeiten zwischen 4^m und 8^m, während wir für 50 mm freie Öffnung 5^m bis 9^m empfehlen. Bei der Auswahl der Vergleichsterne sollte man zu große Helligkeits-, aber auch zu starke Farbunterschiede meiden. Die Vergleichsterne dürfen keine Doppelsternkomponenten sein und nicht in der Nähe wesentlich hellerer Fixsterne stehen, auch sollte der Abstand zum Veränderlichen nicht sehr groß sein. Letzteres ist besonders bei hellen Variablen ein Problem. Vorsicht ist hier hauptsächlich bei Horizontnähe geboten, denn der höher oder tiefer stehende Vergleichssterne bzw. Veränderliche wird durch die Atmosphäre in seiner Helligkeit verfälscht. Es muß uns zur Gewohnheit werden, nur dann zu schätzen, wenn auch der letzte benutzte Vergleichssterne eine Höhe von 30° über dem Horizont hat. Ebenfalls ist es besser, wenn man Dämmerung, Cirren, Rauch und störendes Mondlicht meidet, soweit es sich nicht, wie beispielsweise bei einer Nova, um unwiederbringliches Material handelt. Die störenden Faktoren sind dann allerdings genau im Beobachtungsbuch zu erfassen. Weiterhin ist, um Fehler zu vermeiden, stets eine Zeit von etwa 5 Minuten bis zum Beginn der Beobachtung abzuwarten, damit sich die Augen an die Dunkelheit gewöhnen. Schließlich dürfte klar sein, daß wir die Beobachtungen einer Reihe stets mit dem gleichen Instrument durchführen, soweit uns nicht zwingende Gründe daran hindern.

Anregungen, welche Sterne man beobachten kann, findet man überall. Zunächst empfiehlt es sich, an Veränderlichen mit relativ konstantem Lichtwechsel das Verfahren zu erlernen und seine Fähigkeiten einzuschätzen. Danach hat man zahlreiche Möglichkeiten, von denen wir einige stichpunktartig aufzählen wollen:

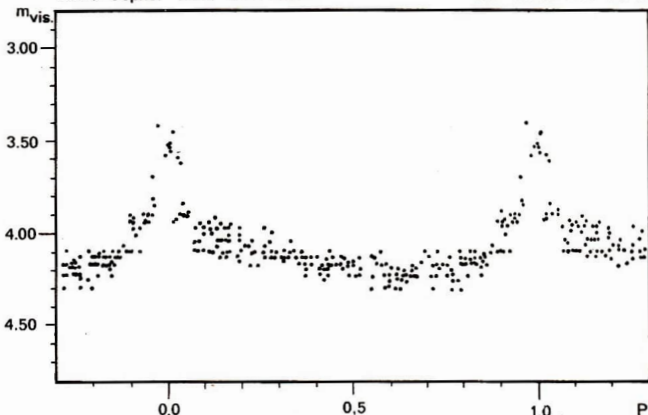


Abb. 2: Mittlere Lichtkurve von Delta Cephei, beobachtet von 1973 bis 1976. Beobachter: Jörg Mosch (MoJ).

Minimabestimmungen von Mirasternen und Bedeckungsveränderlichen (Abb. 1) und deren Auswertung mit der Methode von Pogson [4] oder nach der von Kordylewski vorgeschlagenen „Pauspapiermethode“ [1]

- Beobachtung halb- oder unregelmäßiger Variabler, vergleiche [6], oder Überwachung von R CrB-Sternen
- Beobachtung von Novae, zum Beispiel [5]
- Bestimmung der mittleren Lichtkurven regelmäßiger Veränderlicher (Abb. 2)
- Beobachtung von ultrakurzperiodischen Veränderlichen und deren Amplitudenveränderungen auf Grund des Blaschko-Effektes.

Ein weiteres reizvolles Teilgebiet der Veränderlichenbeobachtung, welches auch für Kometen volle Gültigkeit hat, ist, soweit das unsere meteorologischen und Sichtbedingungen zulassen, die Entdeckungsbeobachtung. Hauptziel ist das Aufspüren von Novae bzw. Kometen. Das Verfahren verlangt jedoch sehr viel Geduld, denn laut Statistik beträgt die reine Beobachtungszeit bis zu einer Entdeckung mehrere hundert Stunden. Zum anderen muß man den „Feldstecherhimmel“ auswendig kennen, weil ein Vergleich mit Sternkarten durch das dazu nötige Licht die Adaptation der Augen immer wieder stören würde. Voraussetzung für solch langwierige Beobachtungen ist eine äußerst bequeme Beobachtungshaltung, die man am besten durch ein Feldbett oder einen Liegestuhl in Verbindung mit dem schon erwähnten Stativgestänge erreicht. Große Erfolge auf diesem Gebiet erzielte der englische Lehrer Alcock (vergleiche [9]).

3.4 Kometen

Abgesehen vom herrlichen Anblick, den diffuse Objekte generell im Feldstecher bieten, gibt es für Kometenbeobachtungen wiederum umfangreiche Untersuchungsmöglichkeiten. Man kann Negativzeichnungen anfertigen, welche durch Umkopieren einen photoähnlichen Charakter erhalten und meist mehr zeigen, als photographisch bei dem oftmals tiefen Stand oder bei der bereits angebrochenen Dämmerung erreichbar gewesen wäre.

Wer in seinem Feldstecher eine Meßplatte hat und diese womöglich noch beleuchten kann, ist in der Lage, Koordinaten, Comadurchmesser, Schweflänge u. a. zu bestimmen, wie es unter [7] geschildert wurde. Die anschließende Berechnung der wahren Größenverhältnisse ist für den Amateur immer ein Erfolgserlebnis.

4. Einschätzung

Viele Sternfreunde, die einen Feldstecher besitzen, unterschätzen dieses für eine Reihe von amateurastronomischen Zwecken ideale Instrument. Die Einsatzmöglichkeiten sind jedoch vielfältig. Das beweisen auch zahlreiche Veröffentlichungen, hauptsächlich junger Autoren, in dieser Zeitschrift, zum Beispiel [5] und [8]. Besonders auf dem Gebiet der veränderlichen Sterne ist echte wissenschaftliche Forschungsarbeit möglich. Ganz abgesehen davon ist der wundervolle Anblick des Sternenhimmels, den man mit dem Feldstecher, der „Transportablen Sternwarte“, fernab störender Lampen oder im Urlaub genießen kann, ein nachhaltiges Erlebnis, das uns die Mühen unseres Hobbys im Lichtermeer der Städte vergessen läßt.

Literatur:

- [1] Ahnert, Paul: Kalender für Sternfreunde 1975, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1974, S. 181 ff. — [2] Brandt, Rudolf: Himmelswunder im Feldstecher, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1968, 8. erweiterte Auflage, S. 11 — [3] Brandt, Rudolf: Himmelsbeobachtung mit dem Feldstecher, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1972, S. 47 ff. —

[4] Hoffmeister, Cuno: Veränderliche Sterne, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1970, S. 162f. — [5] Mettig, Hans-Jörg: Nova Cygni im Feldstecher beobachtet, Astronomie und Raumfahrt 6/1975, S. 176f. — [6] Mosch, Jörg: Beobachtung unregelmäßiger Veränderlicher durch den Amateur, Astronomie und Raumfahrt 6/1976, S. 170ff. — [7] Mosch, Jörg: Kometenbeobachtungen, Astronomie und Raumfahrt 2/1977, S. 39ff. — [8] Pfitzner, Elvira: Visuelle Beobachtung des Kometen „KOBAYASHI-BERGER-MILON“ 1975 h im August/September mit dem Feldstecher, in Astronomie und Raumfahrt, 2/1976, S. 56ff. — [9] Classen, Johannes: Die teleskopische Beobachtung der Kometen, Die Sterne, Heft 5/6 1969, S. 95ff.

Ein graphischer Planeten-„Kalender“

ANDRÉ KNÖFEL

Im Kosmos-Handweiser des Jahres 1925 [1] fand ich einen „Kalender“ zum schnellen Auffinden von Planeten am Sternhimmel ([1] S. 407–423). Er ist zur besseren Übersicht leicht geändert worden. Die Abb. 1 zeigt einen solchen Kalender für 1977. Für genaue Beobachtungen und Berechnungen ist er jedoch zu klein. Je größer solch ein Kalender ist, um so genauer ist er. Solche Kalender kann man für jedes Jahr anfertigen.

Bekanntlich bewegen sich die Planeten nahe der Ekliptik. Darum verzichten wir auf die Deklination. In den Kalender tragen wir darum nur die Rektaszension und die Monate ein. Der beste und kleinstmögliche Maßstab für einen genauen Kalender ist $1\text{ h} = 2\text{ cm}$, d. h., unser Kalender muß mindestens 48 cm lang ¹⁾ und $1\text{ d} = 1\text{ mm} \cong 36,5\text{ cm}$ hoch ¹⁾ sein. Dann tragen wir die Planetenörter auf dem Kalender so oft wie möglich ein und verbinden sie durch eine Kurve (Sternkalender benutzen).

¹⁾ Besser 50 cm lang (für Monate der restliche Platz) und 50 cm hoch für RA und Sternkarte.

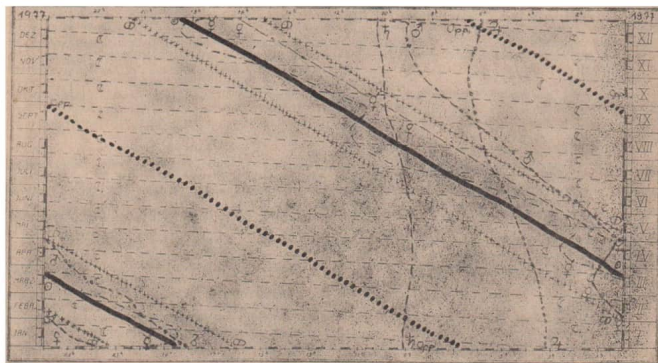


Abb. 1. Planetenkalender 1977, (teilweise Reproduktion aus [1] S. 421).

— Sonne, --- Mond, - · - · - Merkur, - - - - - Venus, · · · · · Mars,
 · · · · · Jupiter, - - - - - Saturn, · · · · · Opp.-Linie, + + + + + astr. Dämmerung.
 Wegen des zu kleinen Maßstabes mußte auf die Sternkarte verzichtet werden.

Beispiel: Jupiter am 3. Oktober 1977 $RA = 6\text{ h } 23\text{ min}$
Jupiter am 11. Oktober 1977 $RA = 6\text{ h } 25\text{ min}$ [2]

Damit wir wissen, in welchem Sternbild der Planet steht, kann man mit einem Lineal den Ort des Planeten unter den Sternen auf die untere Sternkarte mit der Ekliptik projizieren, indem man z. B. den Ort des Planeten Jupiter im Kalender senkrecht mit der Sternkarte verbindet und dann auf der Ekliptik abliest. Aber dies ist nicht das Einzige, was man aus diesem Kalender entnehmen kann. Will man wissen, ob Venus Abend- oder Morgenstern ist, projiziert man Sonne und Venus auf die Sternkarte. Steht Venus links von der Sonne, ist sie der Abendstern, im anderen Falle der Morgenstern. Genauso kann man es mit anderen Planeten machen. Man kann dann feststellen, ob die Planeten morgens oder abends sichtbar sind. Beim näheren Betrachten der Sonnenbahn stellt man fest, daß die Sonnenbahn von der Geraden abweicht. Wenn sich die Sonne gleichförmig über den Himmels-hintergrund bewegen würde, müßte die Sonnenbahn eine Gerade sein. Da sie es aber nicht ist, d. h., da sie eine Kurve ist, bewegt sie sich ungleichmäßig (in verschiedenen Geschwindigkeiten). Hier wird das 2. Keplersche Gesetz erkennbar. Wenn wir eine Parallele zur Sonnenbahn ziehen, die jeweils einen Abstand von 12 h von der Sonnenbahn hat, erhält man die Oppositionslinie. Durch diese Linie kann man die Sternzeit bestimmen. „Wir brauchen uns nur an folgendes zu erinnern: Es ist 0 Uhr Sternzeit in dem Augenblick, wo der Frühlingspunkt den Meridian (Mittagsgroßkreis) des Beobach-tungsortes passiert. Ein Gestirn, dessen $RA = 2$ Stunden beträgt, wird also 2 Stunden später durch die Mittagslinie gehen. Mit anderen Worten: Die Geradeaufsteigung irgend eines Gestirns gibt im Augenblick seines Meridiandurchganges die Sternzeit an. Benutzen wir die Schaulinie der Sonne, so brauchen wir für ein bestimmtes Datum nur den entsprechenden Punkt der Sonnenkurve aufzu-suchen und die zugehörige RA abzulesen; diese ist die Sternzeit für den Mittag des betreffenden Ta-ges, woraus sich leicht die Sternzeit für eine beliebige Tagesstunde ermitteln läßt, unter der Berück-sichtigung, daß eine Stunde Sternzeit 9,86 Stunden kürzer ist als eine Stunde bürgerlicher Zeit.“ ([1] S. 420). Mit der Oppositionslinie kann man außerdem feststellen, wann Voll- oder Neumond und wann ein Planet die ganze Nacht sichtbar ist. Wenn der Mond die Sonnenbahn schneidet, ist Neumond, wenn er jedoch die Oppositionslinie passiert, ist Vollmond. Genauso ist ein Planet, wenn er die Opposi-tionslinie schneidet, die ganze Nacht sichtbar. Durch Hinzuziehen von Parallelen beiderseits der Sonnenbahn in einem Abstand von $18^\circ = 1\frac{1}{5}$ Stunden $\cong 2,4$ cm kann man die Zone der astrono-mischen Dämmerung feststellen.

Mit wenig Arbeitsaufwand kann man also einen Planeten-Kalender anfertigen.

Literatur.

[1] Stuker, P.: Ein astronomischer Kalender in graphischer Darstellung. Kosmos-Handweiser für Naturfreunde, Stuttgart 22. Jahrgang 1925, Heft 12. — [2] Ahnert, Paul: Kalender für Sternfreunde 1977, Johann Ambrosius Barth/Leipzig 1976

Einen intensiven Mondhalo beobachtet

ANDRÉ WINZER

Am 23. 12. 1977 konnte ich einen weißen Ring und andere Nebenerscheinungen um den Erdbegleiter beobachten. Der Mond hatte zu diesem Zeitpunkt die Position:

Rektasz. $4^{\text{h}} 51^{\text{m}} 30^{\text{s}}$; Deklin. $17^\circ 9'$; Phase 0,97.

Um 19.25 Uhr MEZ bei Durchzug von Zirkus- und einer dünnen Schicht Stratuswolken bildete sich ein Ring mit dem Radius von $24 \pm 1^\circ$ (Jakobstabmessung) aus. Gleichzeitig waren eine Lichtsäule, auf dem Mond aufsetzend, ein Teilstück des Horizontalkreises, sowie ein intensiver östlicher und ein schwächerer westlicher Nebenmond, von tropfenförmig verwaschener Form zu sehen.

Um 19.45 Uhr begann der Zerfall und gegen 19.48 Uhr war auch der Ring verschwunden. Zu be-merken bleibt noch, daß der untere Teil des Ringes infolge Häuser nicht gesehen werden konnte. Be-kanntlich entstehen solche Erscheinungen in der Atmosphäre durch Spiegelung, Brechung und Beu-gung des Lichtes an sechseckigen Eiskristallen.

Astronomischer Wettbewerb des Zentralen Fachausschusses Astronomie

Der Zentrale Fachausschuß Astronomie ruft alle jungen Amateurastronomen unseres Landes zu einem astronomischen Wettbewerb auf. Sie sollen darin ihr theoretisches Wissen und ihr praktisches, beobachterisches Können nachweisen, sich im Umgang mit astronomischer Literatur vervollkommen und ihre Fähigkeit schulen, Probleme selbst zu erkennen und zu lösen. Der Zentrale Fachausschuß veranstaltet diesen Wettbewerb in der Erwartung, daß die Teilnehmer durch die Arbeit an den Aufgaben neue Impulse auch für ihre eigene amateurastronomische Tätigkeit erhalten.

Jeder Bürger der DDR, der am 31. 12. 1978 das 20. Lebensjahr noch nicht vollendet hat, kann am astronomischen Wettbewerb teilnehmen. Die Aufgaben werden in der Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“, Jahrgang 1978, veröffentlicht. In jedem Heft erscheint eine Aufgabe. Um dem unterschiedlichen Alter und der ungleichen Vorbildung der Teilnehmer gerecht zu werden, erscheinen jeweils zwei Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsstufe. Die Teilnehmer wählen die Schwierigkeitsstufe, in der sie arbeiten wollen, selbst aus; ein Wechsel der Stufe innerhalb des Wettbewerbs ist nicht statthaft. Stufe A ist für jüngere, Stufe B für ältere und in der Theorie und Praxis der Amateurastronomie geschulte Teilnehmer bestimmt.

Die Arbeiten der Teilnehmer sollen gesammelt — jede Aufgabe auf gesondertem Blatt im Format A 4 — bis zum 1. 3. 1979 an den Zentralen Fachausschuß (Kulturbund der DDR; Zentraler Fachausschuß Astronomie, 104 Berlin, Hessische Str. 11–12) eingesandt werden. Im Kopf jeder Aufgabe ist zu vermerken: Name, Vorname, Anschrift, Alter, Beruf, Schule bzw. Betrieb. Am Ende jeder einzelnen Aufgabe sollen die benutzte Literatur und die verwendeten Instrumente angegeben werden. Für die besten Arbeiten werden wertvolle Preise ausgeschrieben.

Wir wünschen allen Teilnehmern Glück und Erfolg und freuen uns auf eine zahlreiche Teilnahme.

Zentraler Fachausschuß Astronomie
Dr. Klaus Lindner
Vorsitzender

Erste Aufgaben für den Wettbewerb des Zentralen Fachausschusses Astronomie

Gruppe A (1. Schwierigkeitsgrad)

1. Berechnen Sie den scheinbaren Durchmesser (Scheibendurchmesser) der Sonne in der mittleren Entfernung folgender Planeten:
a) Merkur b) Jupiter c) Pluto
2. Im Ort A steht der Stern Rigel im Orion zur gleichen Zeit in der oberen Kulmination (Meridiandurchgang) wie in Greenwich der Stern Regulus im Löwen. Berechnen Sie die geographische Länge des Ortes A!

Gruppe B (2. Schwierigkeitsgrad)

1. Ein Lichtfleck auf der Netzhaut des menschlichen Auges kann erst dann als Fläche erkannt werden, wenn er einen Winkeldurchmesser von mindestens $1''$ hat. Welche Vergrößerung muß man anwenden, um den Planeten Mars bei der Opposition am 22. 1. 1978 als Scheibe erkennen zu können?
Äquatordurchmesser des Mars sowie Abstand von der Erde sind Ihnen bekannt.
2. Die Entfernungen des Kometen Halley von der Sonne betragen: Im Perihel: 0,59 AE, im Aphel: 35,4 AE. In der größten Entfernung von der Sonne beträgt seine Bahngeschwindigkeit $v = 0,9 \text{ km s}^{-1}$.
Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit des Kometen im Perihel sowie die Umlaufzeit.

Kurzberichte

Infrarot- und spektroskopische Beobachtungen des Neptun

Wie die beigegebene einfache Grafik (Abb. 1) deutlich macht, hat der Neptun im Frühjahr 1976 (März, April) im Wellenlängenbereich von 1 bis 2 Mikrometer (nahes Infrarot) einen „Helligkeitsausbruch“ von 1 bis 2 Größenklassen gehabt. Diese Beobachtungen wurden mit den 1,3-m- und 2,1-m-Reflektoren des Kitt Peak Observatoriums gemacht. Gleichzeitig gewonnene Daten mit dem 2,2-m-Reflektor auf Mauna Kea (Hawaii) zeigen keine Veränderungen der Helligkeit im visuellen Bereich.

C. B. Pilcher von der Universität Hawaii sieht als Ursache für den Helligkeitsanstieg im Infrarot die zeitweise Bildung einer Wolkenschicht in der Neptunatmosphäre, wodurch Sonnenstrahlung, die sonst normalerweise in den tieferen Methanschichten absorbiert wird, reflektiert wird. Die Wolken sollen nach Pilcher aus gefrorenem Methan oder Argon bestehen. Zum Sommer 1976 verschwand die Wolkenschicht wieder.

Aus spektroskopischen Beobachtungen mit dem 4-m-Teleskop des Kitt Peak Observatoriums schlossen Hayes und Belton, daß die Rotationsperiode des Neptun 23 ± 4 Stunden beträgt und nicht wie früher angenommen 15,6 Stunden. Ähnliches gilt nach diesen Autoren für den Uranus. Er soll eine Rotationsperiode von 22 ± 2 Stunden anstatt 10,8 Stunden haben.

S. MARX

Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“

Traditionsgemäß trafen sich am 21. Mai 1977 die Veränderlichenbeobachter in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha. Die 4. Auswertung der Beobachtungsergebnisse (Mai 1976 bis April 1977) war Haupttagungsordnungspunkt. Dazu wurden vielfältige Probleme der Auswertung, aber auch der Beobachtung selbst, der Sicherung der materiellen Voraussetzungen, die Zusammenarbeit diskutiert.

Es zeigt sich, daß bei konstanter Mitgliederzahl bessere Beobachtungsergebnisse erreicht wurden, wenngleich die Quantität gegenüber vergangener Auswertungen geringer ist, was auch auf die ungünstigen Beobachtungsmöglichkeiten in diesem Zeitraum zurückzuführen ist. Auch diesmal werden die Ergebnisse in den einschlägigen Fachpublikationen veröffentlicht.

Insgesamt wurden an etwa 250 Sternen von 20 Beobachtern 8518 Beobachtungen angestellt. Beobachtungen an 60 Bedeckungssternen ergaben 250 Minima (4501 Beob.), an 24 Delta-Cephei und RR-Lyrae-Veränderlichen wurden genau 100 Maxima erhalten (1732 Beob.). 791 Beobachtungen wurden an Halbgelmäßigen, Unregelmäßigen und Novae durchgeführt.

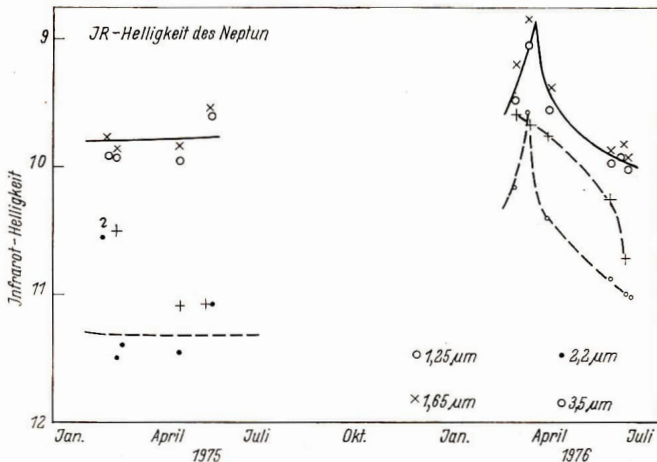
Allen Beobachtern gilt für diese Leistung Anerkennung und Dank.

HELMUT BUSCH
Leiter des Arbeitskreises

Voreilige Meteoritenmeldung

Im August 1977 ging durch Presse, Rundfunk und Fernsehen fast aller Länder der Erde die Nachricht von dem am 30. Juli 1977 erfolgten Niedergang eines Rieseneisenmeteoriten bei Fianarantsoa auf Madagaskar. 240 m sollte der Hauptkrater groß sein, den der Meteorit erzeugt hatte. Auch von einem kleineren Nebenkrater wurde berichtet. Selbst von Schäden in menschlichen Siedlungen war die Rede. Eine Prüfung dieser Meldungen ergab, daß bis jetzt

Abb. 1



noch keinerlei meteoritisches Material gefunden wurde. Auch die Aufschlagstelle des Meteoriten konnte bis jetzt nicht entdeckt werden. Vermutlich hat also wieder einmal eine am Himmel sichtbare helle Meteorerscheinung den Beobachtern den Fall eines Meteoriten vorgegaukelt.

J. CLASSEN

Feuerkugel über Medzev

Eine sehr schöne Feuerkugel – ein heller Bolid – wurde vom Verfasser und einigen Passanten am Abend des 14. November 1977 über Medzev – 35 km westlich von Košice, Ostslowakei – beobachtet. Der Meteor erschien zwischen 18.30 und 18.35 Uhr (der Verfasser hatte im Moment der Beobachtung keine Uhr bei sich, konnte sich aber schnell von der angegebenen Zeit überzeugen, da die Beobachtung vor seiner Wohnung gemacht wurde) direkt im Zenit und flog in Richtung West. Die Lichterscheinung dauerte etwa vier Sekunden, der Meteor verlief in etwa 40° Höhe über dem Horizont. Im letzten Drittel der Flugbahn explodierte der Bolid einmal, es bildeten sich um den zentralen Meteor kleinere Lichtkugeln. Nach dem Erlöschen des Meteors war für etwa eine Sekunde eine längliche Dampfzelle von etwa drei Grad Ausdehnung zu beobachten. Die visuelle Helligkeit des Bolids wurde vom Verfasser auf -10^m geschätzt, der Durchmesser der Feuerkugel auf etwa den halben Vollmonddurchmesser. Die ganze Erscheinung wurde durch ein schwaches Zischen begleitet.

M. SCHMÖGNER

Ausbau des Optischen Museums, Jena

Es ist das Verdienst der Kombinateleitung und der Stiftungsverwaltung des VEB Carl Zeiss Jena, daß das Optische Museum, wie bereits in dieser Zeitschrift angekündigt wurde (Heft 3/77), entscheidend erweitert werden konnte. Am 7. November 1977 wurden folgende neue Abteilungen durch den Generaldirektor Dr. Biermann der Öffentlichkeit übergeben:

In der Abteilung „Medizintechnik“ stehen neben Operationsmikroskopen vor allem augenärztliche Instrumente und Geräte, die die Vielfalt ophthalmologischer Spitzengeräte des Zeisswerkes in Vergangenheit und Gegenwart demonstrieren. In einem Refraktionsraum könnte man ohne weiteres eine moderne Brillenanpassung durchführen. Die Abteilung „Fototechnik“ zeigt die historische Entwicklung des Fotoobjektivs von der Einzellinse bis hin zu den modernen Spitzenerzeugnissen der Kleinbildfoto- und – einschließlich der Spiegelobjektive, der Röntgenscheiblenkameras, der Hochleistungsobjektive für Aeropographie und Satellitenkameras sowie der Multispektralkamera MKF 6.

Die Abteilung „Vermessungsgeräte und Fotogrammetrie“ zeigt historische und moderne Nivelliere und Theodoliten bis hin zu den elektrooptischen Streckenmeßgeräten. An Zeiss-Geräten der gegenwärtigen Produktion kann der Besucher selbst Winkel- und Streckenmessungen durchführen. Hochinteressant sind die aeropografischen Auswertegeräte, die seit vielen Jahrzehnten den guten Ruf des Zeisswerkes in aller Welt mitbegründet haben.

In der Abteilung „Optische Bauelemente“ wird vor allem die Bearbeitung von Linsen, Prismen und Spiegeln demonstriert. Aber auch künstliche Kristalle, Bild- und Lichtleitkabel und Kunststoffoptiken werden vorgeführt.

In der Empfangshalle und im Flur befinden sich wertvolle Bilder und Graphiken mit optischen Geräten der Vergangenheit und Gegenwart, besonders auch beeindruckende Bilder der Erdoberfläche, die mit der Multispektralkamera aufgenommen wurden.

Es ist eine Freude, durch dieses vorbildlich eingerichtete Museum zu gehen. In jedem Zimmer befindet sich eine wandgroße farbige künstlerische Graphik, die in die Thematik des Raumes einführt. In diesem Museum werden die besten Zeiss-Traditionen auf dem Gebiet des wissenschaftlichen Gerätebaus gepflegt, aber auch die modernen Geräteprogramme gezeigt.

Den Lesern dieser Zeitschrift, die besonders an Fernrohren und astronomischen Geräten interessiert sind, sei mitgeteilt, daß das Fernrohrzimmer in den nächsten Monaten durch neu erworbene Exponate wesentlich ergänzt werden wird.

Das Museum ist von Dienstag bis Freitag von 9–17.30 Uhr und am Sonnabend von 9–16 Uhr geöffnet. Besuchergruppen melden sich zweckmäßig vorher an. Die Anschrift lautet: Optisches Museum, 69 Jena, Carl-Zeiss-Platz 12, Tel. 832834.

HELMUT WOLF

Jugendlager Kirchheim 1978

In Fortsetzung der guten Erfahrungen von Apolda veranstaltet der Zentrale Fachausschuß Astronomie in der Zeit vom 28. 7. bis 6. 8. 78 an der Volkssternwarte Kirchheim ein weiteres Sommerlager für junge Amateurastronomen. Es soll vorwiegend solchen Sternfreunde Anregungen für selbständige Beobachtungen vermitteln, die nicht die Möglichkeit haben, an einer nahegelegenen größeren Sternwarte mitzuarbeiten. Im einzelnen stehen folgende Themen auf dem Programm:

- Über den Sinn amateurastronomischer Tätigkeit
- Einführung in die astronomische Beobachtung
- Arbeit mit Sternkarten und Literatur
- Unser Sternhimmel: Beobachtung interessanter Objekte des Sommerhimmels mit Teleskopen von 5–30 cm Öffnung
- Untersuchung der Leistung verschiedener Fernrohrtypen („Was beobachtet man am besten mit welchem Fernrohr?“)
- Sonnenbeobachtung
- Experimente zur Himmelsfotografie und Spektroskopie mit kleinen Kameras
- Arbeit in der Dunkelkammer
- Auswertung eigener Beobachtungen

Weiterhin sind Vorträge von M. Großmann über „Beobachtung kleiner Planeten durch den Amateur“ und von Dipl.-Astronom E. Bartl über „Moderne Arbeitsgebiete des Amateurastronomen“ sowie Dia-Vorträge über Kosmologie und neueste Raumfahrt erkundungen vorgesehen. Eine Exkursion zur Sternwarte Sonneberg wird einen Einblick in die Forschungen der Berufsastronomen vermitteln. Für Interessenten besteht während des Lagers die Möglichkeit, sich ein eigenes 90-mm-Spiegelteleskop zu bauen. Die nötigen Materialien und Hilfsmittel sowie die Optik werden dabei gegen Rückerstattung der Selbstkosten (etwa 150,- M) vom Veranstalter gestellt.

Im Verlaufe des Lagers soll jeder Teilnehmer etwa 20 Aufbaustunden an der Sternwarte Kirchheim leisten, womit sämtliche Kosten gedeckt sind und damit die Teilnahme für alle kostenlos sein wird (Lager der Erholung und Arbeit). Interessenten wenden sich bitte mit den Angaben

1. Name, Vorname/2. Alter/3. Besteht Interesse am Selbstbau eines 90-mm-Spiegelteleskops/4. Besondere astronomische Interessen

an

JÜRGEN SCHULZ
5211 Kirchheim Nr. 49

Aus der Literatur

Wasserdampf in M 33

E. Churchwell und Mitarbeiter berichten in „Astronomy and Astrophysics“ über Beobachtungen von 16 H-II-Regionen in M 33 mit dem 109-m-Radioteleskop auf dem Effelsberg. Die Galaxie M 33 ist nur $2,3 \times 10^4$ Lichtjahre entfernt und die Beobachter hofften, Wasserdampfemissionen im Radiofrequenzbereich in M 33 zu finden. Nur in einem Fall hatten sie Erfolg. Von dem ausgedehnten H-II-Gebiet (bekannt unter der Bezeichnung IC 133) wurde H₂O-Emission entdeckt. Die gefundene Linie zeigt 8 Komponenten im Bereich von 200 bis 250 km/s. Es scheint sich also um ein Gebiet mit mehreren Unterstrukturen zu handeln.

S. MARX

Offener Sternhaufen M 11

Der offene Sternhaufen M 11 gehört mit einer scheinbaren Helligkeit von 10 Größenklassen zu den Beobachtungsobjekten für Amateurastronomen. Er befindet sich in einer Entfernung von 5500 Lichtjahren.

In der Zeitschrift „Astronomy and Astrophysics“ berichten McNamara und Sanders von der New Mexico State University über neueste Untersuchungen von M 11. Ihre Ergebnisse gehen auf Beobachtungen mit dem 40 inch-Yerkes Observatory Refractor zurück.

1. Es gelang den Beobachtern, 874 individuelle Sterne bis zur 16,5 Größenklasse zu identifizieren und zu vermessen. Die Zahl der Sterne nimmt zur Grenzgröße hin stark ab.
2. Aus der bekannten Leuchtkraft der Sterne, die aus der scheinbaren Helligkeit und der Entfernung berechnet werden kann, wurde die Masse der Sterne abgeleitet. Unter der Annahme, daß es noch etwa 800 nicht aufgelöste Sternbegleiter in dem Sternhaufen gibt, kommen die Autoren auf eine Gesamtmasse von M 11 mit 2930 Sonnenmassen.
3. Die Ableitung der Masse aus dem Virial-Theorem führt auf eine Gesamtmasse von 5600 Sonnenmassen. Die Abweichung der beobachteten und der theoretischen Masse um den Faktor 2 kann bereits in den Unsicherheiten der Massenbestimmungen liegen.
4. Die Untersuchung der Sternverteilung im Haufen zeigt, daß die hellen (massereicheren) Sterne stärker zum Haufenzentrum konzentriert sind als die schwachen (massearmeren) Sterne. Es scheint also, als hätte M 11 einen dichten Kern aus massereicheren Sternen, der von einem Halo aus massearmeren Sternen umgeben ist.
5. Die für die hellen und für die schwachen Sterne beobachtete Geschwindigkeitsstreuung ist gleich. Bei einem Alter des Haufens von 5×10^4 Jahren ist es noch zu keiner Auffächerung der Geschwindigkeiten gekommen.

S. MARX

Neuer Flare-Stern im Sternbild Krebs

M. Lovas vom Konkoly-Observatorium Budapest teilt im „Informations Bulletin on Variable Stars No. 1345 vom 3. Oktober 1977“ die Entdeckung eines neuen Flare-Sternes mit dem Schmidt-Teleskop 60/90/180 mit. Die Koordinaten des Objektes sind: $\alpha(1950) = 8^h 25^m 30^s 145$, $\delta(1950) = +20^\circ 21' 34'' 1$

Die Helligkeit des Sternes beträgt „normalerweise“ 19 Größenklassen und ist damit dem Amateur mit seinen Beobachtungsmitteln nicht zugänglich. 1976 Februar 29 (exaktes Julianisches Datum 24 42 838,3628) zeigte das Objekt nach der Mitteilung von M. Lovas eine scheinbare Helligkeit von 13,5 Größenklassen. Der Helligkeitsausbruch von 5,5 Größenklassen war auf einer Aufnahme, die etwa 2 Stunden später (exaktes Julianisches Datum 24 42 838,4168) gewonnen wurde, bereits nicht mehr nachzuweisen. Die scheinbare Helligkeit betrug jetzt nur noch 18 Größenklassen.

Zum Zeitpunkt seines Ausbruchs war der Flare-Stern durchaus mit amateurastronomischen Mitteln nachweisbar. Die Überwachung und Feststellung der Flare-Erscheinungen ist für die Klärung des Flare-Stern-Phänomens von großer Bedeutung.

S. MARX

Planetarische Begleiter im System 61 Cygni

61 Cygni ist ein bekanntes Doppelsternpaar. Die scheinbaren Helligkeiten beider Komponenten betragen 5,6 und 6,3 Größenklassen. Ihre Umlaufperiode ist 720 Jahre. Zur Zeit beträgt der Abstand beider Sterne 29 Bogensekunden. Die Massen beider Sterne sind je 0,6 Sonnenmassen. 61 Cygni ist 11,1 Lichtjahre von uns entfernt und gehört mit 5,2 Bogensekunden jährliche Eigenbewegung zu den schnellen Sternen. 61 Cygni stellt mit den geschilderten Daten für jeden Amateurastronomen ein interessantes Beobachtungsobjekt dar.

A. N. Deutsch und O. N. Orlova vom Astronomischen Hauptobservatorium Pulkowo bei Leningrad haben in dem sowjetischen „Astronomischen Journal“ nun die Auswertungen von 418 Aufnahmen von 61 Cygni veröffentlicht. Sie können systematische Schwankungen der Bewegungen der beiden Komponenten nachweisen. Diese führen sie auf die Gravitationswirkung unsichtbarer Begleiter zurück.

Die Rechnungen ergeben, daß die eine Komponente von 61 Cygni 2 Begleiter hat, die Massen von 7 und 11 Jupitermassen haben und den Stern in 6 bzw. 12 Jahren umlaufen. Die andere Komponente von 61 Cygni soll einen planetarischen Begleiter von 6 Jupitermassen mit einer Umlaufperiode von 7 Jahren besitzen.

S. MARX

Von den Startvorbereitungen für OTS

Nach den letzten Überprüfungen der Systeme war am 17. August 1977 die Startfreigabe für den experimentellen Nachrichtensatelliten OTS (Orbital Test Satellite) erfolgt. Der Countdown am Cape Canaveral (Eastern Test Range, Florida/USA) mußte jedoch erneut verschoben werden. Technische Schwierigkeiten an der Starttrakte für den nationalen italienischen Nachrichtensatelliten SIRIO, der nach dem Startplan der NASA vor OTS in die Umlaufbahn gebracht werden sollte, führten auch zu einer Terminverschiebung beim OTS-Start.

Bereits im Juni 1977 mußte der Start für den experimentellen Nachrichtensatelliten verschoben werden, weil am Startgerät technische Schwierigkeiten aufgetreten waren. Mit einem Vierteljahr Verspätung liefen die Startvorbereitungen für OTS an. Die Thor Delta 3914 wird den 865 Kilogramm schweren OTS (Startmasse) in den Transferorbit (erdnächster Punkt 185 Kilometer, erdferner Punkt 36100 Kilometer) tragen.

40 Stunden nach dem Start wird das Triebwerk des Apogäumsmotors (rund 400 Kilogramm) gezündet, um den Flugkörper in die vorbestimmte Umlaufbahn zu bringen. Weitere Manöver, die von Bodenstationen gesteuert werden, sind dann notwendig, um OTS in rund 36000 Kilometer Höhe über dem Äquator (etwa Gabun/Afrika) 10 Grad Ost zu positionieren.

Literatur: ERNO-Information

Einheitliche Benennung der Jupitermonde

Die Nomenklaturkommission der IAU hat vor kurzem ein vollständiges Verzeichnis der Benennung der Jupitermonde erarbeitet. Die Namen lauten für die Monde: I – Io, II – Europa, III – Ganymed, IV – Callisto, V – Amalthea, VI – Himalia, VII – Elara, VIII – Pasiphae, IX – Sinope, X – Lysithea, XI – Carme, XII – Ananke, XIII – Leda.

Der unlängst entdeckte, vierzehnte Mond ist im Verzeichnis noch nicht enthalten. Die Namen sind international verbindlich.

Die Notwendigkeit dieses Beschlusses der IAU folgt fast zwangsläufig aus der Entwicklung der Nomenklatur der Jupitermonde. Dies führte zur Uneinheitlichkeit, ja zuweilen zu konfuse Zuständen. Ein Vergleich der Nomenklaturen von Marden (1955), Nestorović (1962) oder Karpenko (1973) zeigt dies deutlich. So heißt z. B. der sechste Mond bei Marden Hestia, bei Nestorović Atlas und bei Karpenko Andrastaea. Übrigens, bei jedem dieser Autoren hatten die Monde VI bis XII verschiedene Namen.

M. SCHMÖGNER

Literatur: Vesmir [56], 7/77, S. 222

Neue Galaxis entdeckt

Eine neue Galaxis wurde von dem britischen Astronomen Russel Cannon vom Königlichen Observatorium Edinburgh im Sternbild Carina entdeckt. Er machte die Entdeckung bei Routineuntersuchungen des Sternenhimmels, die er vom „Science Research Council“ in Sidling Springs in Australien aus vornahm. Bei den Aufnahmen, die der Wissenschaftler gewonnen hatte, war zunächst nur eine blasser Stelle in der Mitte des Sternbildes Carina zu sehen. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, daß es sich dabei um Tausende schwach leuchtender, weil sehr weit entfernt Sterne handelte. Die neu entdeckte Galaxis ist etwa eine halbe Million Lichtjahre von uns entfernt und ist eine Zwerggalaxie, die wie der Andromedanebel ein unmittelbarer Nachbar unserer Milchstraße ist.

BZ, 12./13. 11. 77

Ein Protostern in der Südlichen Krone

Im Sternbild der Südlichen Krone wurde ein Objekt entdeckt, das möglicherweise mit einem Protostern identisch ist. Voraussetzung für die Entdeckung eines solchen, im Frühstadium seiner Entwicklung stehenden Sterns ist, daß dieser neben der Wärmestrahlung auch soviel Licht aussendet, um optisch wahrnehmbar zu sein. Das Objekt mit der Bezeichnung S Cr A ist nur rund 300 Lichtjahre von uns entfernt und liegt in einer dichten Wolke interstellaren Gases. Das Zentrum ist bereits relativ stark verdichtet, der Kern hat einen Durchmesser von etwa 8,5 Millionen Kilometern. Das entspricht dem Fünftel des Sonnendurchmessers, während die 2^{te} Phase nur das 1,7fache der Sonne ausmacht. Die den Protostern umschließende Gaschülle hat etwa die Ausdehnung unseres gesamten Planetensystems. Der Energiefreisetzungszustand des Protosterns, also die Umwandlung von Wasserstoff in Helium, hat noch nicht eingesetzt. Möglicherweise hat auch unsere Sonne vor etwas mehr als 4 Milliarden Jahren ein solches Stadium durchlaufen, wie es bei dieser Gaswolke mit verdichtetem Kern festzustellen ist.

Flieger-Revue 7/77

Mission Voyager 2 und 1

Die USA haben am 20. August 1977 mit einer Trägerrakete vom Typ Titan 3E-Centaur die Planetensonde VOYAGER 2 auf eine Flugbahn zu den äußeren Planeten gebracht. In der Zeit vom Starttag bis zum 20. August erfolgte eine Kalibrierung der Bordapparaturen für ihren Missionsauftrag. Am 5. September startete die zweite Sonde VOYAGER 1. Die zahlenmäßig umgekehrte Bezeichnung beider Sonden ist dadurch bedingt, daß die zuerst gestartete nach bisherigen Vorausberechnungen rund zwei Wochen nach der zweiten (VOYAGER 1) das erste Ziel, den Planeten Jupiter, passieren soll. Für Mitte Dezember 1978 sind die ersten Übertragungen von Bildern dieses größten Planeten unseres Sonnensystems aus einem Abstand von etwa 80 Millionen km vorgesehen. Am 4. März 1979 soll der Vorbeiflug am innersten Jupitermond Amalthea in rund 440 000 km erfolgen. Tags darauf wird die größte Annäherung an den Jupiter stattfinden; der geringste Abstand wird 280 000 km betragen und das Auflösungsvermögen der während des Vorbeiflugs zur Erde gesendeten Bilder etwa 6 km ausmachen. Einen der größten Monde des Riesenplaneten, Io, wird die Sonde in nur 25 000 km Abstand passieren, wobei man auf ein Auflösungsvermögen der Bilder von etwa 0,5 km hofft. Der Mond Europa wird sich während der Passage in 750 000 km Abstand befinden. Man nimmt an, aus den Aufnahmen Details bis zu 15 km Durchmesser erkennen zu können. Dichter soll der Mond Ganymed passiert werden: im Abstand von 130 000 km. Eine Detailauflösung von 2,5 km (auch für

Callisto, der einen Tag später etwa im gleichen Abstand passiert werden soll) ist vorgesehen. Alle diese Angaben gelten für VOYAGER 1.

VOYAGER 2 soll am 20. April 1979 mit der Bildübertragung des Planeten Jupiter beginnen. Zu dieser Zeit ist er noch 75 Millionen Kilometer von dem Planeten entfernt. In der Zeit vom 8. bis 10. Juli 1979 ist die Bildübertragung von den Monden Callisto, Ganymed, Europa und Amalthea geplant. Die Jupiterpassage von VOYAGER 2 ist für den 10. Juli 1979 vorgesehen. Beide Sonden sollen außerdem noch an weiteren äußeren Planeten vorbeifliegen. VOYAGER 1 soll bereits im August 1980 aus 100 Millionen Kilometern Abstand mit der Bildübertragung des Saturns beginnen. Am 11. November 1980 würde die Sonde laut Flugplan den Saturnmond Titan, eines der interessantesten Objekte unseres Planetensystems (er besitzt eine Atmosphäre, deren Dichte der irdischen nahe kommt), in nur 4000 km Abstand passieren. Das Auflösungsvermögen der Aufnahmen betrage dann etwa 500 m. Danach würde die Saturnpassage am 12. November 1980 erfolgen. VOYAGER 2 soll am 27. 8. 1981 am Saturn vorbeifliegen. Dabei werden auch Bilder des Saturnrings übertragen. Der in 40000 km Abstand zu passierende Ring könnte, wenn die Bildübertragungsanlage noch funktioniert, Objekte bis zu 800 m Durchmesser zeigen. Für den Weiterflug dieser Sonde ist die Passage des Uranus für Januar 1986 und des Neptun für 1989 vorgesehen. Sollte dieses Unternehmen, das der Erkundung der erdfernen Planeten dient, erfolgreich verlaufen, könnten wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden, die für die Frage der Entstehung unseres Planetensystems von nicht unerheblicher Bedeutung wären.

Flieger-Revue 10/77

Westeuropäisches Erderkundungsprogramm

Die großen Vorteile, die die Fernerkundung der Erde aus dem Weltraum hat, und die sich daraus speziell für die westeuropäischen Staaten ergebenden Möglichkeiten einer komplexen Erdoberwachung, veranlaßte die Gesellschaft für Weltforschung (GfW, BRD) eine Studie über ein westeuropäisches Erderkundungsprogramm vom Battelle-Institut (Frankfurt/Main) anfertigen zu lassen.

Die Studie kommt zu folgendem Ergebnis: Bis zum Jahre 1990 ist die Errichtung eines westeuropäischen oder eines globalen Erdbereobachtungssystems zur Klärung von Umweltschutz- und Ressourcenproblemen von großer Bedeutung. Im Vordergrund dieses Erderkundungsprogrammes steht eine kontinuierliche Umweltschutzkontrolle, Vegetations-Kartierung, Regionalplanung sowie Untersuchungen der Atmosphäre. Allerdings verlangen die (west-)europäischen Verhältnisse andere Anforderungen an die Sensortechnik, als die bisher für US-amerikanische Bedingungen entwickelten Geräte. Durch starke Besiedlung und Nutzung, des Bodens, sowie andere geographische, geologische und atmosphärische Bedingungen (weitgehend geschlossene Wolkendecke) ergeben sich höhere Anforderungen hinsichtlich der Auflösung sowie der Berücksichtigung der langwelligen Bereiche des Spektrums.

Prof. Dr. Bodechtel (Universität München) stellte dazu fest, daß für (west-)europäische Belange eine Orientierung auf Sensoren im Bereich des sichtbaren Lichtes wenig sinnvoll ist. Eine bedeutend größere Bedeutung kommt passiven und aktiven Mikrowellen-Verfahren zu. In diesem Rahmen ist auch an eine Eingliederung modifizierter Flugzeug-Seitensicht-Radar-Geräte im Zentimeter- und Meterwellenbereich gedacht.

Für die Realisierung mittels Satelliten bietet sich eine sonnensynchrone Bahn, bei der eine tägliche Wiederholungsrate der Aufnahmen möglich ist, sowie eine Erdumlaufbahn mit 55 Grad Bahnneigung an. Bei der ersten Bahnvariante ergeben sich konstante Beleuchtungsverhältnisse (wichtig für Auswertemodelle, die auf dem spektralen Verhalten der Oberfläche beruhen) bei kleinen Aufnahme-Arealen. Die zweite Bahnvariante ermöglicht großräumige Aufnahmen. Von Nachteil sind allerdings die unterschiedlichen Beleuchtungsverhältnisse.

Im Rahmen des Spacelab erfolgt bereits die Anwendung einer vorgegebenen Erderkundungsnutzlast. Das Spacelab kann aber infolge der Missionsdauer und der Bahnparameter keine kontinuierliche Erdoberwachung ermöglichen. Demzufolge soll bei Spacelab die experimentelle Erprobung neu entwickelter Sensor-Typen, sowie bordeigener Datenaufbereitungsgeräte erfolgen. Desweiteren kann die gezieltere Beobachtung von interessierenden Objekten erfolgen.

In der folgenden Tabelle wird eine vorläufige (west-)europäische Erderkundungsnutzlast aufgeführt, die in der Druckkabine von „Spacelab“ installiert werden soll.

R. LATUSKE

Literatur: „Europa aus dem All“, Holger Heuseler, dva/westermann

Tabelle: Vorläufige Konzeption einer westeuropäischen Erderkundungsnutzlast

Sensor	Spektralbereich (µm)	Gesichtsfeld (Grad)	Auflösung aus 200 km Höhe (m)
UV-Absorptions-Spektrometer	0,28 - 0,5	1	
UV-Rückstreu-Radiometer	0,25 - 0,34	1 - 60	
Lidar- und Laser-Höhenmesser	1,06	0,003 (Lidar)	1 (Laser)
Infrarot-Scanner	3,5 - 14,5	30	150
Infrarot-Radiometer	3,7 - 15	± 20	700
Seitensicht-Radar	2 ± 4,6 cm	35 - 45	30
Passives Mikrowellen-Radiometer	1 ± 1,4 cm	± 20	1,5 km
Mikrowellen-Scatterometer/Radiometer	2 cm	± 30/± 105 km	5 km
Passives Mikrowellen-Scan-Radiometer	1,5 ± 3 cm	20	2 km
Multispektrales Radiometer	0,45 - 0,69	3 - 60	
Metrische Kamera	0,4 - 0,9	30 (105 ± 105 km)	15
Multispektrale Kamera (Film)	0,4 - 0,9	30	20
Multispektrale Kamera (Return Beam Vidikon)	0,4 - 0,9	5 (18 × 18 km)	5
Multispektraler Scanner	0,4 - 0,9	20 (Seitenlänge 70 km)	20
IR-Spektrometer	1 - 10	20 (± 70 km)	200
Kamera (Vielfachauslösung)	0,4 - 0,9	10/30/90 (35 km/105 km/405 km)	5/15/50

Eine internationale Sternwarte auf den Kanarischen Inseln?

Die Europäische Wissenschaftliche Föderation [ESF] hat ein Projekt zum Aufbau eines großen astronomischen Observatoriums auf Las Palmas, einer der Kanarischen Inseln, erarbeitet. Die Kosten für den Bau sollen auf die Mitgliedsstaaten verteilt werden. Las Palmas liegt im Atlantischen Ozean und hat sehr günstige klimatische und Luftverhältnisse für astronomische Beobachtungen. Auch die Lage der Insel bezüglich der Wichtigkeit der zu beobachtenden Himmelsgebiete ist günstig. Der Höchste Wissenschaftliche Rat Spaniens hat sich auch dafür eingesetzt, daß hier existierende astrophysikalische Institut zu einem internationalen astronomischen Zentrum auszubauen. Vorläufig denkt man an die Überführung des 2,5 Meter Spiegels der Hertmont-Sternwarte Isaac Newtons in England und der Schwedischen astrophysikalischen Station auf Capri. Außerdem soll auf Las Palmas ein neues 1 Meter Spiegelteleskop aus Österreich aufgestellt werden. Über den Standort der Teleskope hat man noch keine endgültige Entscheidung getroffen.

M. SCHMÖGNER

Literatur: Élet és tudomány Heft 28/77, S. 893

Flackerndes Nordlicht

Der Entstehungsmechanismus des Nordlichtes ist allgemein bekannt: Von der Sonne ausgestoßene elektrisch geladene Teilchen – Elektronen und Protonen – werden vom Erdmagnetfeld eingefangen, worauf sie sich entlang der magnetischen Feldlinien der Erde bewegen. In Polnähe geraten sie in tiefere, dichtere Schichten der Erdatmosphäre, stoßen mit Stickstoff- und Sauerstoffmolekülen zusammen und regen sie somit zum Leuchten an. Unklar blieb bisher, warum Nordlichter mitunter pulsieren. Eine Erklärung dafür war, daß Wind sowie elektrische und magnetische Felder jenen die Erde umkreisenden Teilchenstrom beeinflussen.

Geophysiker der Universität Alaska (USA) wollten diesen Einfluß näher untersuchen und starteten während eines Nordlichtes eine Höhenrakete, die über dem Pollicht in 250 km Höhe eine Bariumdampf Wolke ausstoßen sollte. Aus den Bewegungen der Wolke, die von der Erde beobachtet werden kann, hätten sich Winde und Felder bestimmen lassen. Es trat jedoch ein völlig unerwarteter Effekt auf: Das Nordlicht begann zu flackern, zu pulsieren. Alle zehn Sekunden verlösch und leuchtete es wieder auf. Eine Erklärung für diese Erscheinung liegt noch nicht vor.

ND, 6./7. 8. 77

Die Masse des Saturnrings

Die Masse des Saturnrings betrage nach eingehender Analyse amerikanischer Fachleute 3,5 Trillionen ($3,5 \times 10^{14}$) Tonnen. Die gesamte im Ringsystem befindliche Masse ergäbe – würde man sie zu einer Kugel formen – einen „Mond“ mit einem Durchmesser von etwa 1400 km bei einer Dichte von 2,4 g/cm³, berichtet die Zeitschrift „Nature“ (Band 268, S. 102). Der Durchmesser des Erdmondes beträgt 3476 km bei einer Dichte von 3,34 g/cm³.

ND, 6./7. 8. 77

Neues Planetensystem?

Astronomen der Universität von Arizona glauben einen Stern entdeckt zu haben, in dessen Nähe sich zur Zeit ein Planetensystem bildet. Der Stern wird als flaches, scheibenförmiges Gebilde von hoher Leuchtkraft beschrieben. Er trägt die Bezeichnung MWC 349 und steht im Sternbild Schwan. Die ihn umgebende Scheibe aus extrem hell leuchtendem Gas scheint in ihrem Durchmesser den Zentralstern zwanzigmal zu übertreffen. Ihre Lichtemission soll etwa zehnmal so groß sein wie die der Zentralsonne. Nach Berechnungen der Astronomen entspricht die Dicke der Scheibe etwa dem Durchmesser des Zentralsternes. Die Gesamtheitlichkeit dieses eigenartigen Objektes scheint monatlich etwa um ein Prozent abzunehmen. Den Grund dafür sehen die Wissenschaftler in dem ständigen Einsturz von Material der Scheibe in den Zentralstern. Man hat berechnet, daß sie in etwa hundert Jahren verschwunden sein wird.

Flieger-Revue 9/77

Neues vom Mars

Eine leichte und lockere, reflektierende Substanz, die sich stellenweise auf dem Boden des roten Planeten niedergeschlagen hat ist von der Landefähre der amerikanischen Raumsonde Viking 2 auf dem Mars festgestellt worden. Nach Ansicht der damit befaßten Wissenschaftler in Pasadena (Kalifornien) handelt es sich wahrscheinlich um Schnee oder Reif aus Kohlendioxid. Angesichts der Größe der bedeckten Fläche und des geringen Wasserdampfanteils der Atmosphäre in dieser Region ist es nahezu ausgeschlossen, daß es sich um gefrorenes Wasser handelt. Möglich wäre noch, daß die lockere Substanz von Stürmen, die vor kurzem über das Landgebiet der Kapsel hinweggingen, aus anderen Marsregionen herangetragen worden ist. Auch Staub wird von den Wissenschaftlern in Erwägung gezogen, jedoch gibt es keine Erklärung für die Herkunft eines Materials dieser Farbe.

Als der „Schnee“ sichtbar wurde, herrschten Temperaturen von -113°C . Flecken, die mit reif- oder schneeartiger Substanz bedeckt sind, wurden bereits von den Sonden Viking 1 und 2, die den Mars umkreisen, fotografiert. Im Gebiet der Landefähren waren derartige Beobachtungen bisher noch nicht gemacht worden.

Die Bahn der Sonde Viking 2 wurde in der ersten Oktoberhälfte so verändert, daß sie sich dem Marsmond Deimos bis auf 80 km näherte. Im Gegensatz zum Marsmond Phobos, der bereits wiederholt aus relativ geringer Entfernung fotografiert werden konnte, war Deimos bisher nur aus größerer Distanz aufgenommen worden. Die nunmehr am 15. Oktober gelungenen „Nahaufnahmen“ von Deimos führten zu einem überraschenden Ergebnis. Die Oberfläche des Mondes ist beinahe glatt, während Phobos von Kratertrichtern übersät ist. Auf den Fotos sind Einzelheiten bis zu PKW-Größe erkennbar. Für die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit gibt es noch keine Erklärung.

ND, 5./6. 11. 77

1978	PLANETENSICHTBARKEIT (I)										für d. Monatsmitte	
	Planet geht vor Sonne auf				ganze Nacht sichtbar	geht nach Sonne unter						
	un-sicht-bar	2	Std. 3	4		4	Std. 3	2	un-sicht-bar			
J	♀	♀			♂♂							
F	♀♀				♂♂							
M					♂♂					♀♀		
A	♀				♂♂	♂				♀		
M	♀				♂♂	♂				♀		
J							♂♂	♀♂		♀		
J	♂						♂	♀♀				
A		♂						♂	♀	♂♀		
S	♀♀			♂					♂	♀		
O			♂	♂					♂	♀♀		
N		♀		♂♂						♂♀		
D			♀	♂♂						♂♀		

1978	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	♏/♌	♏	♏/♌	♏/♌	♏	♏	♏	♏	♏	♏

Buchbesprechung

1/69

Sternbilder – Lehrquartett für Kinder ab 10 Jahre

PZV 31052

Quartettspiele erfreuen sich seit Generationen bei Kindern und in Familien großer Beliebtheit; Kinder erwerben spielend Wissen, Erwachsene bilden sich weiter, wiederholen Bekanntes und festigen ihre Kenntnisse. In dieser Beziehung trägt das vorliegende Kartenspiel die Bezeichnung „Lehrquartett“ völlig zu recht. Es besteht aus 32 Sternbildkarten (8 Einzelquartette), die Sterne bis zur 5. Größenklasse und andere – bei guten Bedingungen – mit bloßem Auge sichtbare Objekte enthalten, wie Veränderliche Sterne, offene und Kugelsternhaufen, Galaxien. Damit ergeben sich neben dem eigentlichen Quartettspiel vielfältige Möglichkeiten der Selbstbetätigung, wie das Zusammenlegen von Sternbildgruppen und der Vergleich mit dem Himmelsanblick. Einige dieser Möglichkeiten sind in dem kleinen, aber sehr informativen Textbeihäftchen enthalten. Dem erfahrenen Pädagogen und Autor Arnold Zenkert ist es in diesem Heftchen gelungen, viele Informationen auf relativ geringem Raum unterzubringen, z. B. Vorstellungen über Aufbau und Größe des Weltalls, über die Natur der Sterne die Orientierung am Sternhimmel und natürlich über die Sternbilder, die innerhalb der Einzelquartette nach ihrer jahreszeitlichen Sichtbarkeit geordnet sind. Die Informationen zu den Einzelsternbildern geben Hinweise auf auffällige Sterne und kurze Darstellungen der schönsten Sternbildsagen. Das ist alles auf 31 Seiten im Spielkartenformat untergebracht und läßt den Wunsch einer eventuellen Erweiterung bei einer Neuauflage offen. Diese Neuauflage wird hoffentlich bald erfolgen, da mit der 1. Auflage die vorhandene Bedarfsücke für ein Quartett dieses Themenkreises längst nicht geschlossen werden konnte.

Die Einzelkarten des Quartetts erfreuen das Auge durch ihre hervorragende Gestaltung. Heinz Rodewald ist es mit seinen Darstellungen der Sternbildfiguren, die sich an historische Vorbilder anlehnen, gelungen, unaufdringliche, ästhetische und anschauliche Spielkarten zu schaffen. Auch die Spielkartenrückseite mit der Abbildung des Doppelsternhaufens im Perseus ist erwähnenswert. Eine 33. Karte enthält zusätzliche Informationen und eine Legende. Die ominöse „Schwarze-Peter-Karte“, die den meisten Quartettspielen beigegeben ist, fehlt in diesem Spiel. Sicher will der Autor damit verhindern, daß „sein Quartett“ nur noch dem Gaudium der Kinder dient. Aber: Lernt das Kind nicht auch durch bloßes Anschauen? Die Aussagen auf der 33. Spielkarte wären doch auch im Textheft unterzubringen gewesen. Durch diese zusätzliche Spielvariante wäre das Spiel bereits für Kinder ab 6 Jahre zu empfehlen. Aber auch ohne den „Schwarzen Peter“ im Spiel ist dem Quartett eine große Verbreitung zu wünschen, weil es geeignet ist, astronomisches Wissen bei unseren Kindern so weit zu verbreiten und vorzubereiten, daß das Interesse an der Naturbeobachtung und am Astronomieunterricht geweckt wird. Und nicht zuletzt wird das Spiel auch in Arbeitsgemeinschaften der „Jungen Astronomen“ ein Mittel sein können, um die Freude an der Astronomie zu fördern.

KARL RADLER

Sternbilder – Lehrquartett für Kinder ab 10 Jahre. Verlag für Lehrmittel Pötschke; Text: Arnold Zenkert; Bilder: Heinz Rodewald; Herstellung: Altenburger Spielkartenfabrik. Bestellnummer: 334 693 3; Preis: 2,40 M.

Unsere Autoren:

Dr. J. Dorschner, 69 Jena, Schillergäßchen 2
Dipl.-Ing. F. Pötschke, 8023 Dresden, Erfurter Str. 7
Dipl.-Ing. H.-D. Schüller, 8514 Pulsnitz, Schillerstr. 17
Karl Heinrich Hintze, 1502 Potsdam-Babelsberg, Rosa-Luxemburg-Str. 17A
Johannes Classen, 8514 Pulsnitz, Großröhrsdorfer Str. 27
Dr. Siegfried Marx, 6901 Tautenburg, Observatorium
W. Högner, 6901 Tautenburg, Observatorium
Jörg und Evelyn Mosch, 825 Meßßen, Gartenstr. 16
André Winzer, 75 Cottbus, Zittauer Str. 18
Helmut Busch, 7302 Hartha, Sternwarte
M. Schmögner, 04425 Medzev/ČSSR, Petrovova č. 421
Helmut Wolf, 69 Jena, Hausbergstr. 10
Karl Radler, 963 Crimmitschau, Str. d. Jugend 8
Oberlehrer Heinz Albert, 963 Crimmitschau, Str. d. Jugend 8

EVP 1,50 M

2¹⁹⁷⁸ Astronomie und Raumfahrt



INHALT

Magnetosphäre und Atmosphäre der Planeten · Dr. D. Möhlmann	33
Raumfahrtbilanz 1976 · Karl-Heinz Neumann	40
Vorläufige Sonnenfleckenrelativivzahlen · Prof. Dr. M. Waldmeier	46

Amateure beobachten und berichten

Ephemeriden der streifenden Sternbedeckungen 1978 · Dietmar Böhme	47
---	----

Bildseiten

Abb. Sonnenfinsternis, Sonnenflecken, Jupiter und Jupiterzeichnungen, Plejaden	I—IV
--	------

Beobachtungen mit dem Sonnenprisma · Wolfgang Schwinge	49
Ermittlung von Eigenbewegungen an Fixsternen durch Vergleich von Himmelsaufnahmen · Manfred Schrötter	52
Zur Beobachtung des veränderlichen Sterns V Monocerotis · Elvira Pfitzner	53
Wettbewerb des ZFA Astronomie, zweite Aufgabe, Gruppe A	53
Totale Sonnenfinsternis vom 23. 10. 1976 in Australien beobachtet · Dietmar Böhme/Bill Downs	54
Wettbewerb des ZFA Astronomie, zweite Aufgabe, Gruppe B	57

Kurzberichte

Der Große Rote Fleck (GRF) auf Jupiter 1976/77 – Bericht der Arbeitsgruppe Planeten · H.-J. Blasberg	58
Perseidenbeobachtungen im August 1977 · Jürgen Rendtel	58
Kolloquium zum Hertzsprung-Russell-Diagramm · Klaus Friedrich	59

Aus der Literatur

Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall · I. S. Schklowski	60
--	----

Buchbesprechungen

Neue unterhaltsame Astronomie	3. Umschlagseite
Der Sternhimmel	4. Umschlagseite

Redaktionsschluss: 15. 1. 1978

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur, Astronomie), 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium; OL Heinz Albert (Amateure beobachten und berichten), 963 Crimmitschau, Straße der Jugend 8; Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17; Bernd Zill (Junge Amateure), Pionier- und Volkssternwarte 9412 Schneeberg; Karl-Heinz Neumann (Raumfahrt), 1297 Zepernick, Heinestraße 90; Artur Hockauf (verantwortlicher Redakteur), 1157 Berlin, Marksburgstraße 13. Redaktionssitz: 104 Berlin, Hessische Straße 11/12. Fernsprecher 2829744.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Manuskripte werden nur in doppelter Ausfertigung (mit Durchschlag) angenommen.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena.

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1978 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. P 64/78

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

Magnetosphäre und Atmosphäre der Planeten

Dr. D. MÖHLMANN

1. Einleitung

Vor nahezu zehn Jahren erfolgten am 18. Oktober 1967 mit der Raumsonde „Venera-4“ erstmals direkte Messungen in der Atmosphäre eines anderen Planeten. Seither hat sich in der Folge detaillierter Untersuchungen mit Raumsonden und bodengebundenen Methoden unser Wissen über die Atmosphären der Planeten ganz wesentlich erweitert und vertieft. In gleicher Weise sind seit den ersten Direktmessungen von Pioneer 10 in der Jupitermagnetosphäre im Dezember 1973 und von Mariner 10 im März 1974 in der Merkurmagnetosphäre die physikalischen Kenntnisse von der Bedeutung und Struktur planetarer Magnetosphären gewachsen. In der folgenden Überblicksarbeit werden die vornehmlich mit direkten Messungen erhaltenen Resultate über Zustand und Struktur der Atmosphären und Magnetosphären der Planeten Merkur, Venus, Mars und Jupiter zusammenfassend beschrieben. Auf die Magnetosphäre der Erde wird in diesem Zusammenhang jeweils nur kurz eingegangen, da eine ausführlichere Schilderung der Aufgaben, Probleme und Ergebnisse der Magnetosphärenphysik bereits kürzlich in *Astronomie und Raumfahrt* (Hefte 1 und 2/1976) gegeben wurde.

2. Atmosphäre und Magnetosphäre des Merkur

Die bisher detailliertesten Untersuchungen des Planeten Merkur erfolgten während dreier Vorbeiflüge der Raumsonde Mariner 10 im Jahre 1974 (März und September) und im März des Jahres 1975. Mit spektroskopischen Verfahren konnten Spuren einer Atmosphäre, die hauptsächlich aus Helium besteht, nachgewiesen werden. Dabei ist die Dichte der Heliumatmosphäre so gering, daß die Heliumatome praktisch nicht miteinander wechselwirken (stoßen) und sich frei (ballistisch) im Schwerfeld des Merkur bewegen. Allerdings wirkt doch noch eine weitere wesentliche Kraft auf die ionisierten Atome der Merkuratmosphäre und zwar die des Magnetfeldes des Planeten, das während des ersten Vorbeifluges 1974 entdeckt wurde.

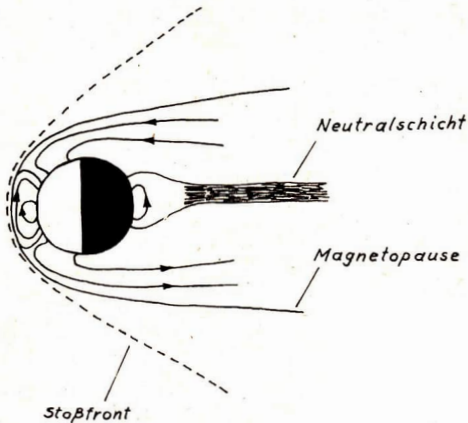
Das Dipolmoment des Merkurmagnetfeldes liegt bei $5,1 \cdot 10^{19} \text{ Am}^2$ (das ist das $6,6 \cdot 10^{-4}$ fache des entsprechenden Wertes des Erdfeldes), der zugehörige Wert der Feldstärke am Äquator entspricht ungefähr einem Hundertstel des Wertes am irdischen Äquator. Die Achse des Magnetfelddipols ist um fast 7° geneigt gegenüber der Richtung senkrecht zur Bahnebene des Merkur. In gleicher Weise wie auf der Erde sind die Magnetfeldlinien in der südlichen Hemisphäre vom Planeten weg und in der nördlichen Hemisphäre auf ihn zu gerichtet. (Es sei bereits hier erwähnt, daß wir beim Jupiter eine umgekehrte Orientierung vorfinden.)

Obwohl die Stärke des Magnetfeldes des Merkur deutlich geringer ist als die des irdischen Magnetfeldes, reicht sie aus, um eine eigene Magnetosphäre aufzubauen. Dabei ist diese Magnetosphäre – in gleicher Weise wie bei der Erde – als das Gebiet zu verstehen, das von dem Sonnenwind umströmt wird und in dem die Bewegung der elektrisch geladenen Teilchen vor allem durch die Struktur des Magnetfeldes bestimmt ist. Die Abb. 1 gibt ein grobes Bild dieser Merkurmagnetosphäre, die also sowohl eine Stoßfront hat, in der das sie durchströmende Plasma auf Werte unterhalb der Alfvén-Geschwindigkeit abgebremst wird, als auch eine Grenze der Umströmung, eben die Magnetopause. Als Folge der Umströmung bildet sich weiterhin ein magnetosphärischer Schweif aus. Unterschiedlich zum Aufbau der irdischen Magnetosphäre ist insbesondere das Fehlen einer mitrotierenden inneren Magnetosphäre, der sogenannten Plasmasphäre. Die Ursache dieses Fehlens ist die geringe Rotation des Merkur (mit einer Periode von 59 Tagen) und das Fehlen einer Ionosphäre.

Die Magnetopause hat am Stauunkt des umströmenden Sonnenwindes von der Merkuroberfläche eine Entfernung von ungefähr einem halben Merkurradius. Auf der Nachtseite reichen ebenfalls die magnetische Neutralschicht und die sie erzeugende Stromschicht bis direkt an die Planetenoberfläche. Daher ist auch noch in Oberflächennähe das Magnetfeld im Hinblick auf die eigentliche Dipolstruktur stark verformt. Diese starke Deformation zerstört insbesondere die Rotationssymmetrie auch der inneren Merkurmagnetosphäre. Als Folge davon dürften in der Merkurmagnetosphäre keine Strahlungsgürtel vorhanden sein.

Von der Magnetosphäre der Erde ist bekannt, daß sie stark instabil werden kann. Als Folge dieser Instabilität treten sogenannte magnetische Stürme auf, während derer die gespeicherte magnetische Energie über Stromsysteme und deren Dissipation über Joule'sche Wärme oder über Teilchenbeschleunigungsprozesse in kinetische Energie umgewandelt wird. Die Mariner-10-Daten enthalten Hinweise darauf, daß derartige Instabilitäten auch in der Merkurmagnetosphäre auftreten. Die Dauer derartiger Prozesse liegt in der Größenordnung von Minuten, die Energien der beschleunigten Teilchen bei

Abb. 1:
Geometrie und Grobstruktur
der Merkurmagnetosphäre.



0,5 MeV. Die Untersuchung dieses überaus komplexen Umwandlungsprozesses magnetischer in kinetische Energie, der in ähnlicher Weise auch in der irdischen Magnetosphäre und auch auf der Sonne (im Zusammenhang mit Flares) abläuft, ist durchaus von allgemeinem physikalischem Interesse, da er offenbar ein charakteristischer Prozeß in vielen kosmischen Plasmen ist und bis heute noch recht wenig verstanden wurde.

Im Vergleich mit der irdischen Magnetosphäre ist die Merkurmagnetosphäre also eine nicht rotationsbeeinflusste Minimagnetosphäre. Das Gegenstück dazu bildet im Sonnensystem die rotationsbestimmte Makromagnetosphäre des Planeten Jupiter. Auf sie wird im Abschnitt 6 ausführlich eingegangen.

3. Die Atmosphäre der Venus

Die Venus, in mancher Hinsicht ein Zwillingsplanet der Erde, hat, anders als ihre Nachbarn Merkur und Erde, kein eigenes Magnetfeld, das zum Aufbau einer eigenen Magnetosphäre führen könnte. Die bisher genaueste obere Schranke für ein mögliches eigenes Magnetfeld wurde von Venera-4 in 200 km über dem Planeten bestimmt. Demnach kann ein mögliches Magnetfeld an der Venusoberfläche nicht größer sein als $4 \cdot 10^{-9}$ Vs/m², das ist ungefähr ein Zehntausendstel des irdischen Wertes.

Da der heranströmende Sonnenwind demnach nicht durch ein Magnetfeld um den Planeten herumgelenkt wird, wechselwirkt er direkt mit den oberen Teilen der Venusionosphäre. Die Art dieser Wechselwirkung – und die Physik der sich bildenden Stoßfront, in welcher der mit Überschallgeschwindigkeit (bezogen auf die ALFVEN-Geschwindigkeit) heranströmende Sonnenwind auf eine Unterschallgeschwindigkeit abgebremst wird – mit der Ionopause (obere Grenze der Ionosphäre) und der zwischen Ionopause und Stoßfront stattfindenden Umströmung ist auch heute noch nicht geklärt. Ebenso wenig bestehen fundierte Kenntnisse über die Art der Wechselwirkung des Sonnenwindes mit dem ionosphärischen Plasma und über eventuelle Einflüsse auf den Zustand der Neutralatmosphäre. Derartige Fragen sind durchaus von Interesse sowohl im Hinblick auf ein Verständnis der, wie im folgenden kurz skizziert wird, recht unterschiedlichen physikalischen Verhältnisse in der Venusatmosphäre im Vergleich mit der irdischen Lufthülle, als auch in Bezug auf ähnliche irdische Beeinflussungen, wie sie während geomagnetischer Nulldurchgänge auftreten könnten.

Die Atmosphäre der Venus ist wesentlich mächtiger als die der Erde, und sie besteht im Gegensatz zur irdischen nahezu ausschließlich aus CO₂. Am Boden beträgt der atmosphärische Druck etwa 90 bar (das entspricht dem Druck in 1000 m Meerestiefe auf der Erde). Die Temperatur am Venusboden hat Werte um 740 K, das sind 480 °C. Die Wolkendecke der Venus, die ständig geschlossen ist, hat eine Dicke von ungefähr 15 km. Sie liegt in Höhen zwischen 49 km und 65 km. Es ist möglich, daß in etwa 70 km Höhe noch eine zweite Schicht aus Wasserdampf vorhanden ist (Taylor, 1976), während die untere Wolkendecke aus 77 %iger wässriger Lösung von Schwefelsäure (in Tröpfchenform) be-

steht. Diese Wolkenschicht streut das Sonnenlicht ausreichend stark, so daß unterhalb noch eine Beleuchtungsstärke von 10000 Lux vorhanden ist (dem entspricht auf der Erde eine Helligkeit bei bedecktem Himmel). Da die Venusatmosphäre ungefähr 300 000 mal mehr CO_2 enthält als die irdische, ist damit übrigens die relativ hohe Atmosphärentemperatur verständlich, da die genannte Beleuchtungsstärke ausreicht, um den sog. Treibhauseffekt zu erzeugen. Dieser besteht im wesentlichen darin, daß das CO_2 (in der Erdatmosphäre übrigens sowohl H_2O als auch CO_2) die Wärmestrahlung der Atmosphäre absorbiert und die Atmosphäre die erhaltene Wärmestrahlung nicht wieder emittiert. Auf der Erde führt dieser Effekt bereits zu einer mittleren Temperaturerhöhung um ungefähr 30° .

Die Dynamik der Venusatmosphäre ist bis heute noch sehr rätselhaft. Mit Venera 9 und Venera 10 wurde die Windgeschwindigkeit in der Atmosphäre erstmals direkt gemessen. Die Oberflächenwerte lagen dabei um 1 m/s , wenn man, verglichen mit der Erde, eine ungefähr 60 mal größere Dichte der Atmosphäre annimmt. Aus indirekten Messungen kann geschlossen werden, daß dieser Wert für die mittlere Geschwindigkeit bis zu 15 km Höhe auf 2 m/s ansteigt und in 20 km Höhe bereits Werte um $(20 - 30) \text{ m/s}$ annimmt. Im oberen Teil der Atmosphäre sind diese Winde noch stärker, sie liegen bei 100 m/s . Die Winde in der oberen Venusatmosphäre sind im wesentlichen zonal (von Ost nach West) gerichtet. Sie haben damit den gleichen Umlaufsinne wie die Venus, die bei einer Rotationsdauer von 243 Tagen retrograd (d. h. entgegengesetzt z. B. zur Rotationsrichtung der Erde) rotiert. Die Ursache für diese zonale Strömung der Venusatmosphäre ist noch Gegenstand vielfältiger, teilweise von sehr unterschiedlichen Modellannahmen ausgehenden, Untersuchungen. Sie ist insbesondere deshalb nicht zu verstehen, da die Sonne auf der (sehr schwach rotierenden) Venus eigentlich nur Strömungen von der erhitzten Tagessseite weg zur kälteren Nachtseite hin erzeugen müßte.

Diese relativ schnelle „Rotation“ der Wolkendecke der Venus ist übrigens die Ursache für die aufgrund von Beobachtungen von der Erde aus lange vermutete (retrograde) Rotationsdauer der Atmosphäre von nur vier Tagen.

Bemerkenswert ist an der mysteriösen Strömung der oberen Venusatmosphäre weiterhin, daß die Winkelgeschwindigkeit der Rotation zu höheren Breiten hin zunimmt (bei 50° beträgt die entsprechende „Rotationsdauer“ nur zwei Tage!). Die Stromlinien wickeln sich bei dieser Strömung anscheinend spiralförmig um die relativ stabil erscheinenden weißen „Polkappen“.

In der Nähe des Subsolarpunktes der Venusatmosphäre treten überdies in der bereits beschriebenen Strömung zelluläre Konvektionserscheinungen, z. B. mit polygonalen Strukturen, auf. In der weiteren Umgebung des Subsolarpunktes scheinen überdies kleinräumigere Strukturen auch unregelmäßiger Gestalt die zonale Strömung zu modifizieren.

Eine weitere Eigenschaft der Wolkenstruktur der Venusatmosphäre ist das Auftreten einer $\gg$ -förmigen dunklen Wolkenstruktur. Diese wurde bereits (undeutlicher) von der Erde aus im UV-Licht als $\gg$ -Struktur beobachtet. Diese Struktur rotiert mit einer Periode von vier Tagen. Ihre physikalische Struktur ist unklar.

Die Venus wird in Anbetracht der genannten vielen offenen Probleme auch in der näheren Zukunft noch ein besonders interessantes Anwendungsfeld für die Raumforschung bieten.

4. Die Atmosphäre des Mars

Ähnlich der Atmosphäre der Venus besteht die des Planeten Mars im wesentlichen aus CO_2 , sowohl Wasser als auch Sauerstoff und andere Atome und Moleküle treten nur mit sehr geringen Häufigkeiten auf. Die Temperaturen am Marsboden liegen bei -60°C mit Schwankungen von rund $\pm 50^\circ$ am Äquator. Mit zunehmender Höhe fällt die Temperatur ab mit einer mittleren Abnahmerate von ungefähr $(2 - 3)^\circ$ pro km. Der atmosphärische Druck variiert am Marsboden zwischen $4,2 \text{ mbar}$ und $7,3 \text{ mbar}$ (hauptsächlich infolge der Höhenunterschiede). Ähnliche Bedingungen finden wir übrigens in der Erdatmosphäre in einem Höhengebiet um 33 km .

Schwankungen im Zustand der Marsatmosphäre treten sowohl im täglichen als auch im jahreszeitlichen Rhythmus auf. Der Mars rotiert mit $24^{\text{h}} 39^{\text{m}}$ nahezu mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit wie die Erde. Die Neigung der Rotationsachse des Mars beträgt 25° und führt damit analog zur Erde zu jahreszeitlichen Änderungen des Atmosphärenzustandes. Da jedoch die Exzentrizität der Marsbahn größer ist als die der Erde (und auch das Marsjahr wesentlich länger ist als das irdische), ferner, da der Mars den sonnennächsten Punkt seiner Bahn gerade im Übergang vom Frühjahr zum Sommer (der Südhalbkugel) passiert, sind die jahreszeitlichen Schwankungen auf der südlichen Hemisphäre im Vergleich zur Nordhalbkugel verstärkt. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß die globalen Staubstürme in der Marsatmosphäre ihren Ursprung zumeist in der südlichen Hemisphäre haben.

Während eines derartigen Staubsturmes ist die Atmosphäre des Mars sehr trocken. Zu anderen Zeiten lassen sich Spuren von Wasserdampf (bereits mit spektroskopischen Methoden von der Erde aus)

nachweisen. Dabei ist der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre im Frühjahr und Sommer am größten. An dieser Stelle muß natürlich darauf hingewiesen werden, daß bei den (genannten) Temperaturen und Druckverhältnissen das Wasser nicht in flüssiger Form auftreten kann. Im Hinblick auf den in der irdischen Atmosphäre vorhandenen Wasserdampf sei betont, daß dieser, würde er sich auf der Oberfläche niederschlagen, eine Wasserschicht von 2 cm Dicke ergäbe. Die entsprechenden Werte für den Mars liegen bei einigen Tausendstel eines Zentimeters. Erwähnt werden soll noch, daß in weiterer Analogie zur Erdatmosphäre auch Ozon in der Marsatmosphäre nachgewiesen werden konnte. Für die wichtigsten relativen Anteile der Konstituenten der Marsatmosphäre gilt: $\text{CO}_2 = 95\%$, $\text{N}_2 = 2,7\%$, $\text{Ar} = 1,6\%$, $\text{O}_2 = 0,15\%$.

Die obere Atmosphäre des Mars wird im wesentlichen durch Fotodissoziationen und Fotoionisationen bestimmt. Dominierende Moleküle sind CO_2 , O, CO, O_2 . Die Temperatur steigt bis auf Werte um 350 K an. Die häufigsten Ionen sind O_2^+ , CO_2^+ und O^+ . Die Elektronendichte des Ionosphärenplasmas erreicht im Gebiet um 120 km Höhe Werte zwischen 10^{11} m^{-3} und 10^{12} m^{-3} . Das sind ungefähr dieselben Elektronendichten, wie wir sie auch in der irdischen Atmosphäre vorfinden. In diesem Sinne kann man auch beim Mars von einer vollentwickelten Ionosphäre sprechen. Allerdings spielt in ihr, im Gegensatz zur Ionosphäre der Erde, das Magnetfeld keine Rolle.

Die Dynamik der Marsatmosphäre ist im Gegensatz zu Jupiter und Venus der terrestrischen relativ ähnlich. Das liegt zum einen daran, daß wegen der nahezu gleichen Rotationsperiode von Erde und Mars die Rolle der Corioliskräfte vergleichbar ist. Ähnlich den Windsystemen der Atmosphäre der Erde spielen daher auch in der Marsatmosphäre die (als Folge der Aufheizung durch die solare Strahlung) entsprechende zonale Zirkulation und die Gezeitenwinde eine wesentliche Rolle.

Struktur und Geschwindigkeit der Windsysteme auf dem Mars kann man durch die Beobachtung der Bewegungen von Wolken und Wolkenfeldern relativ einfach bestimmen. Dabei ergab sich, daß die Amplituden der Winde bis zu 100 m/s betragen können. Die Wolken bestehen zumeist aus gefrorenem Kohlendioxid (Trockeneis Kristalle) und zum geringeren Teil auch aus gewöhnlichem Wassereis.

Nach diesen relativ allgemeinen Feststellungen über Struktur und Dynamik der Marsatmosphäre erscheint es nicht angebracht, noch auf Details einzugehen, da sich ein konsistenteres Bild von der Chemie und Physik der Marsatmosphäre in naher Zukunft aus den Auswertungen der Ergebnisse der Viking-Missionen ergeben wird.

Die Existenz einer Mars-Magnetosphäre gilt trotz einiger Interpretationsprobleme als gesichert. Die sowjetischen Sonden Mars 2 und Mars 3 haben die Magnetopause und auch die Stoßfront vor der Magnetosphäre nachgewiesen. Ähnlich dem Merkur ist jedoch das Volumen der Marsmagnetosphäre relativ klein. Im Gegensatz zum Merkur hat der Mars aber eine gut ausgeprägte Ionosphäre, die durch den Zustand der Mars-Magnetosphäre (zum Beispiel durch Auffüllen mit niederenergetischem Plasma) wesentlich beeinflussen kann.

5. Die Atmosphäre des Jupiter

Eines der überraschendsten neueren Ergebnisse der Erforschung der Großplaneten ist die Tatsache, daß Jupiter und Saturn ungefähr 2–3 mal so viel Wärmestrahlung abgeben wie sie insgesamt an Energie aus der solaren Strahlung absorbieren. Da theoretische Abschätzungen zu einer Zentraltemperatur z. B. des Jupiter von ungefähr $5 \cdot 10^5 \text{ K}$ führen, andererseits die Schwelle für das Zünden von Kernfusionsreaktionen (analog denen im Sonneninneren) bei $2 \cdot 10^7 \text{ K}$ liegt, kommen nur gravitative Kontraktions- und Umlagerungsprozesse oder die Abkühlung eines ursprünglich sehr heißen Planeten in Betracht, um die zusätzlich abgegebene Wärme zu erzeugen. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß eine mittlere jährliche Kontraktion von nur 1 mm ausreicht, um den gegenwärtigen Wärmestrom zu erklären.

Der Mechanismus der Wärmeerzeugung des Jupiter ist insofern von wesentlicher Bedeutung, als davon letztlich abhängt, ob der Jupiter einen festen Planetenkörper hat oder nicht. Nimmt man nämlich an, daß sich der Jupiter einfach abkühlt, so folgt aus den nunmehr bekannten Werten für den abfließenden Wärmestrom und für die Temperaturen, daß das Planeteninnere noch zu heiß ist, um in irgend einer Tiefe eine Festkörperstruktur anzunehmen. Das bedeutet auch, daß die bisherige Entwicklung des Jupiter als Folge interner großräumiger thermischer Konvektion unter dem Einfluß der Schwerkraft (analog der Konvektionszone der Sonne) zu verstehen ist.

Andererseits würde ein fester Planetenkörper von einer bestimmten Tiefe an möglich sein, wenn die Wärmeenergie aus gravitativen Umlagerungen resultieren würde. In diesem Zusammenhang wird insbesondere die Trennung in wasserstoffreiche und heliumreiche Phasen diskutiert. Dieser Prozeß ist ähnlich dem der Differenzierung der chemischen Elemente und Verbindungen in den erdähnlichen Planeten, in dessen Folge die Kerne und Mäntel aus Eisen- und Magnesium-Silikaten und die Krusten aus leichten aluminium- und kaliumreichen Silikaten entstehen. Der hydrostatische Druck auf der in

diesem Falle festen Oberfläche des Jupiter wäre ungefähr 10^6 bar. Diese Oberfläche läge dann ungefähr 10000 km unter der sichtbaren Wolkendecke.

Die obigen Betrachtungen über die innere Struktur des Jupiter, die in ähnlicher Weise auf den Saturn und wahrscheinlich auch auf Uranus und Neptun übertragbar sind, wurden den eigentlichen Diskussionen der Eigenschaften der Atmosphäre und der Magnetosphäre vorangestellt, da sie wichtig sind sowohl im Hinblick auf das Magnetfeld des Jupiter (und insbesondere seine Erzeugung) als auch auf die Definition dessen, was im folgenden als Atmosphäre des Jupiter verstanden werden soll. Dabei ist man heute der Ansicht, daß der Jupiter unterhalb der Wolkendecke wenigstens bis in eine Tiefe von etwa 10000 km flüssig ist. Der Wärmefluß aus diesem Gebiet nach außen liegt bei 10 W/m^2 . Zum Vergleich sei der Wärmestrom aus dem Erdrinneren angegeben, er liegt bei 10^{-1} W m^{-2} .

Die Atmosphäre des Jupiter besteht vor allem aus Wasserstoff. Auch das Vorkommen von Helium konnte mit Pioneer 10 nachgewiesen werden. Dabei ist das Häufigkeitsverhältnis von Wasserstoff zu Helium dem in der Sonne nahezu gleich. Weiterhin konnten mit spektroskopischen Methoden eine Vielzahl verschiedenartiger Verbindungen von Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff nachgewiesen werden. (Ingersoll, 1976), z. B. Azethylen, Äthylen, Äthan, Methylamin, Wasserstoffcyanid, Wasserstoffsulfoxid, Sulfid, Silane (organische Verbindungen auf Siliziumbasis), Phosphin, Deuteriumhydride, und die schon länger bekannten Verbindungen Ammoniak und Methan. Einige dieser Verbindungen sind wichtig zur Erklärung der Färbung der Jupiteratmosphäre.

Die Wolken des im Vergleich zur irdischen Atmosphäre sehr dicken Wolkensystems treten in drei Schichten als Kondensate der obengenannten chemischen Verbindungen auf. Die maximalen Wolkendicken liegen bei jeweils $T = 270 \text{ K}$, 200 K und 150 K . Die untersten Wolken bestehen hauptsächlich aus (Wasser)-Eis, die mittleren dominierend aus NH_4SH -Kristallen, die oberen zumeist aus NH_3 -Kristallen (Ammoniak). Die Gesamtdicke der Wolkenschicht liegt zwischen 70 und 100 km. Die Lebensdauer der Strukturen der Wolkensysteme ist mit einigen Jahren (und mehr), im Vergleich zu den entsprechenden irdischen Werten von einigen Wochen, sehr groß. Die Ursache hierfür liegt darin, daß charakteristische Zeiten für die Erwärmung oder Abkühlung einer bestimmten Gasmasse durch Infrarotstrahlung ebenfalls die genannten Größenordnungen haben. Folglich ist die Lebenszeit der thermisch bedingten Phänomene in der Jupiteratmosphäre relativ vergrößert, da der Strahlungstransport (über das Infrarot) sehr langsam erfolgt.

Eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft der Jupiteratmosphäre ist ihre große Regelmäßigkeit in Aufbau und Stabilität von (zum Äquator parallelen) Gürteln (die braun-blau gefärbt sind) und Zonen, die weiß oder rötlich-weiß sind. Diese weißen Zonen (und auch die roten Flecken) sind Gebiete aufsteigender Bewegungen der erwärmten Materie. In den Gürteln ist die Atmosphärenströmung der abgekühlten Materie abwärts gerichtet. Das bedeutet, daß die Zonen (und auch der Große Rote Fleck) im meteorologischen Sinne Hochdruckgebieten und die Gürtel Tiefdruckgebieten entsprechen. Zwischen den Gürteln und Zonen ist die atmosphärische Strömung als Folge der Corioliskraft zonal (abwechselnd in westlicher bzw. östlicher Richtung).

Die Struktur der globalen Konvektionsbewegungen in der Jupiteratmosphäre kann z. Zt. noch nicht erklärt werden, da insbesondere der Beitrag der inneren Wärmequellen zu den großräumigen Bewegungen nicht klar ist. Die Untersuchungen gerade zu dieser Problematik erfolgen z. Zt. sehr intensiv.

Bemerkenswert ist im Hinblick auf ähnliche Phänomene in der Atmosphäre der Erde (Superrotation) und der solaren Photosphäre (differentielle Rotation) die schnellere Rotation der äquatornahen Gebiete der Jupiteratmosphäre innerhalb einer Breite von $\pm 10^\circ$. Hier liegt die Rotationsdauer bei $9^h 50^m$, in den anderen Gebieten rotiert die Atmosphäre mit $9^h 55^m$. In diesem Zusammenhang soll erwähnt werden, daß das Magnetfeld des Jupiter (und damit der innere Teil des Planeten) mit einer Periode von $9^h 55^m$ rotiert. Ein ähnlicher Effekt ist übrigens auch beim Saturn beobachtbar. Hier liegen die zugehörigen Rotationsdauern bei $10^h 40^m$ für mittlere und $10^h 13^m$ für äquatoriale Breiten.

6. Die Magnetosphäre des Jupiter

Als Folge des eigenen und relativ starken Magnetfeldes des Jupiter bildet sich in dem dieses Magnetfeld umströmenden Plasma des Sonnenwindes eine Magnetosphäre aus, die dadurch definiert ist, daß in ihr vor allem das (durch die Wechselwirkung mit dem Sonnenwind deformierte) Magnetfeld die Bewegung der elektrisch geladenen Teilchen beeinflußt. Das Magnetfeld des Jupiter ist wesentlich stärker als das irdische. Sein Dipolmoment ist mit $1,45 \cdot 10^{27} \text{ A m}^2$ um den Faktor $1,88 \cdot 10^4$ größer als das des irdischen Magnetfeldes. Wegen des großen Radius $R_J = 71 \text{ 372 km}$ ist die Stärke des Magnetfeldes an der (Wolken)-Oberfläche mit $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ Vs/m}^2$ nur um ungefähr 10mal größer als das Erd-Magnetfeld am Äquator mit $0,31 \cdot 10^{-4} \text{ Vs/m}^2$. Hierbei muß man aber bedenken, daß der Erdradius kleiner als 1/10 des Jupiterradius ist.

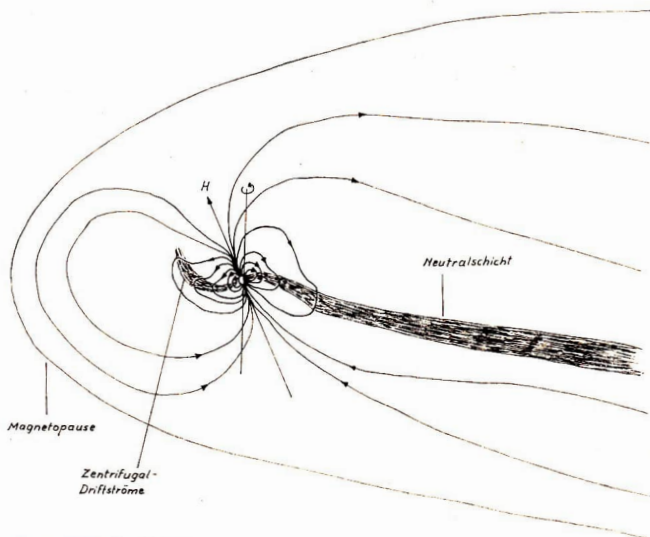


Abb. 2: Geometrie und Grobstruktur der Jupitermagnetosphäre.

Wegen der großen Stärke des Magnetfeldes des Jupiter ist seine Magnetosphäre sehr viel größer als die irdische. Der Durchmesser der tageseitigen Jupitermagnetosphäre liegt bei $10 R_J$, das ist $1/10 A_E$. Wäre die Jupitermagnetosphäre optisch sichtbar, so hätte sie von der Erde aus gesehen ungefähr die Größe der Sonne. Anstelle des kleinen Planetenscheibchens wäre dann ein riesiges „Plasmalabor“ sichtbar. In seiner Struktur unterscheidet sich diese Magnetosphäre (abgesehen von der Größe) in zwei weiteren wesentlichen Eigenschaften. Die Orientierung des Jupitermagnetfeldes, dessen Dipolachse um $9,6^\circ$ zur Senkrechten der Jupiterbahnebene geneigt ist, verläuft entgegengesetzt zur irdischen. Das Magnetfeld des Jupiter ist also in der Nordhemisphäre vom Planeten weg und in der Südhemisphäre auf ihn zu gerichtet. Der zweite wesentliche Unterschied ist die schnelle Rotation des Magnetfeldes, die zu einer wesentlich anderen Plasmaverteilung in der Jupitermagnetosphäre im Vergleich mit der irdischen führt. Abgesehen vom Schweif rotiert nämlich das gesamte niederenergetische Plasma in der Jupitermagnetosphäre mit dem Magnetfeld mit. In der irdischen Magnetosphäre erfolgt diese Korotation nur innerhalb der sogenannten Plasmasphäre, die einen Radius von 4,5 Erdradien hat. Eine Folge der bereits erwähnten enormen Größe der Jupitermagnetosphäre ist eine (im Vergleich zu irdischen Zeitskalen von Stunden) relativ lange charakteristische Zeit für die Entwicklung der fundamentalen Instabilität der Magnetosphäre (substorm), die in der Größenordnung von Tagen liegt.

Genauere Überlegungen haben weiterhin gezeigt, daß der enorme Abstand der Jupitermagnetopause vom Planeten von $100 R_J$ nicht allein durch das große Magnetfeld hervorgerufen sein kann, sondern daß auch eine beträchtliche Menge innermagnetosphärischen Plasmas vorhanden sein muß, um dem Sonnenwinddruck entgegenzuwirken. Auch dies ist im Hinblick auf die irdische Magnetosphäre ein wesentlicher Unterschied. Eine Folge der Rolle des innermagnetosphärischen Plasmas an der Ausbildung und Stabilisierung der Magnetopause ist eine relativ größere Kompressibilität der Jupitermagnetosphäre.

Eine solche starke Kompression der Jupitermagnetosphäre konnte beobachtet werden, als Pioneer 11 (ungefähr auf der Hälfte zwischen Erde und Jupiter) ein starkes Ansteigen des Sonnenwinddruckes

feststellte, das zu einem von Pioneer 10 ungefähr 7,45 Tage später gemessenen Einwärtsrutschen der Jupitermagnetopause um ungefähr den halben Magnetopausenradius führte.

Die bereits erwähnte Korotation des innermagnetosphärischen Plasmas führt in einer Entfernung von (25–30) R_J wegen der schnellen Rotation des Plasmas zu einem durch die Fliehkraft bedingten Zentrifugal-Drift-Strom in einer Scheibe in Äquatornähe. Dieser Strom deformiert das Magnetfeld der Jupiter-Magnetosphäre wesentlich. Anschaulich verständlich ist diese Deformation als ein Zurückbleiben, verbunden mit einem „Hinauszerren“ der im Plasma „eingefrorenen“ Feldlinien als Folge der sehr schnellen Rotation (vgl. Abb. 2). Eine weitere Deformation des Magnetfeldes erfolgt durch die Ströme an der Magnetopause, die sich vermutlich im Schweif schließen und mit den Zentrifugal-Drift-Strömen verknüpft sind. Innerhalb 15 R_J ist die Struktur des planetaren Magnetfeldes nahezu ungestört. Im Vergleich zum irdischen Magnetfeld ist neben dem Dipolanteil noch ein relativ starker Quadrupolanteil vorhanden. Dieser könnte eine Folge des vielleicht relativ großen, das Magnetfeld erzeugenden Planetenkerns sein.

Das Plasma in der Jupitermagnetosphäre hat analog dem in der irdischen Magnetosphäre 2 Quellen, nämlich die planetäre Ionosphäre und den Sonnenwind. Dabei ist der niederenergetische Anteil, der mit dem Magnetfeld korotiert, ionosphärischen Ursprungs. Die höherenergetischen Teilchen stammen hingegen aus dem Sonnenwind. Sie gelangen über erst teilweise bekannte Wechselwirkungsprozesse in die Magnetosphäre und formen dort die Plasmaschicht. Diese Plasmaschicht wurde beim Jupiter noch nicht entdeckt, es gibt aber indirekte Hinweise auf ihre Existenz. So ist anzunehmen, daß die relativ intensiven Strahlungsgürtel des Jupiter mit Teilchenenergien in der Größenordnung 100 MeV ständig aus dieser Plasmaschicht aufgefüllt werden, so daß analog der Situation in der terrestrischen Magnetosphäre die Teilchen aus dem Sonnenwind sich in der Plasmaschicht ansammeln und von dort über die radiale Diffusion nach innen in die Strahlungsgürtel wandern, wobei sie an Energie gewinnen, je mehr sie in Gebiete mit größerer Magnetfeldstärke kommen. Die Dynamik der Teilchen in der Jupitermagnetosphäre ist jedoch, abgesehen von den genannten Grundstrukturen, noch relativ wenig erforscht. Weitere Untersuchungen sowohl theoretischer Natur als auch in situ mit Raumsonden sind hier noch nötig.

Abschließend sei zur Beschreibung der Jupitermagnetosphäre noch auf die Wirkungen der Jupitermonde auf das Plasma in der Magnetosphäre hingewiesen. Diese Monde können sowohl beträchtliche Teilchenmengen absorbieren (das gilt insbesondere für Io, der die Teilchen während ihrer Bounce-Bewegung aufammelt) als auch beschleunigen. Diese Beschleunigungsprozesse können eine Folge elektrischer Felder sein, die durch die Satellitenbewegungen induziert werden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung von elektrischen Strömen entlang der Magnetfeldlinien (sogen. field aligned currents) zwischen dem Mond Ganymed und der Ionosphäre des Jupiters.

Die vielen in diesem Abschnitt genannten Fakten und Vermutungen dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß im Grunde die Kenntnisse von der Jupitermagnetosphäre noch sehr gering sind, und daß erst einige wenige Aspekte der Grobstruktur und der wesentlichen physikalischen Prozesse identifiziert wurden.

Viele der in diesem Abschnitt diskutierten Prozesse und Erscheinungen treten in ähnlicher Weise auch auf dem Saturn und möglicherweise auch auf den Planeten Uranus und Neptun auf. In der vorliegenden Überblicksarbeit wurde die Diskussion der Atmosphären und Magnetosphären der großen Planeten auf die der entsprechenden Eigenschaften des Jupiter beschränkt, da er der bisher mit Abstand am besten untersuchte der großen Planeten ist.

Literatur:

F. W. Taylor, 1976, Space Research XVI, Akademie-Verlag, S. 969. — C. A. Earth, 1974, Ann. Rev. Earth a. Planet. Sciences, Nr. 2. — A. P. Ingersoll, 1976, Space Science Revs., 18, 603. — I. G. Roederer, 1976, EOS, S. 7, No. 2, 53.

Verkaufe Refraktor 80/1200 mit paral. Montierung 1b und Säulenstativ, Astro-Kamera 56/250, 4fach Okularrevolver mit einb. Prismenumkehr s. Sonnenfilter, 6 Okularen, Astrozweischenst. 50 Hz Generator und viel Zubehör. Alles fabrikmäßig von Carl-Zeiss, zusammen für 4800 M. Jürgen Haase, 50 Erfurt, Nettelbeckufer 11

Verkaufe 135 mm-Newton-Spiegel (Rohrmontierung mit Montierung 1b und selbstgebautes Holzstativ für 1000,-Mark. Günter Werner, 15 Potsdam, Wilh.-Staab-Str. 3.

Sonnenfilter für Teleskopt neuwertig für 50,- M abzugeben, R. Spott 705 Leipzig, H.-Liebmann-Str. 12.

Die größte Anzahl der Raumflugkörperstarts im Jahre 1976 erreichte die Sowjetunion. 99mal hob eine Rakete von einem der Kosmodrome ab, wobei insgesamt 121 Raumflugkörper auf eine Flugbahn gelangten. Den Hauptanteil daran hatten die Satelliten der Kosmos-Serie. Auf eine Erdumlaufbahn gelangten im Jahre 1976 101 Kosmos-Satelliten bei 79 Starts. Ferner erreichten mit jeweils einer Träger Rakete zwei Interkosmos-Satelliten, Nr. 15 und 16, an deren Instrumentierung Länder des sozialistischen Lagers beteiligt waren, ihre vorgesehenen Erdumlaufbahnen.

Eine Reihe von aktiven Nachrichtensatelliten wurden ebenfalls eingesetzt. Es sind vier vom Typ Molnija 1, einer vom Typ Molnija 2 und zwei vom Typ Molnija 3. Ferner gelangten auf eine geostationäre Umlaufbahn die Nachrichtensatelliten Raduga 2 und Stationar T bzw. Ekran 1.

Drei meteorologische Forschungs- und Anwendungssatelliten vom Typ Meteor wurden gestartet. Ein speziell zur Sonnenforschung benutzter Satellit war Prognos 5. Mondboodenproben brachte die sowjetische Sonde Luna 24 zur Erde zurück.

Für die weitere Entwicklung der bemannten Raumfahrt war in diesem Jahr die Raumstation Salut 5 gestartet worden. Sojus 21 mit zwei Kosmonauten koppelte an die Station, und das Raumschiff Sojus 23 näherte sich der Station Salut 5 an. Das Unternehmen Sojus 22 war ein reiner Forschungsflug. Hier wurde bekanntlich in der DDR gebaute Multispektralkamera zur Erkundung eingesetzt.

Bei 25 Starts, die die USA im Jahre 1976 ausführten, gelangten insgesamt 31 Raumflugkörper auf eine Umlaufbahn. Bei 12 dieser Starts handelte es sich um militärische Objekte, 18 militärische Satelliten erreichten dabei ihre vorgesehene Bahn. 10 Starts erfolgten mit wissenschaftlichen Satelliten, bei denen die gleiche Anzahl von Raumflugkörpern in den Orbit gelangte. Die USA starteten weiterhin drei Satelliten anderer Länder des kapitalistischen Auslands. Auch bei einer Reihe der genannten wissenschaftlichen Raumflugkörper wurden Instrumente anderer Länder mitgeführt.

Im Überblick zu nennen wäre noch der Start zweier chinesischer Satelliten, China 6 und 7, sowie eines japanischen Satelliten mit der Bezeichnung ISS 1. Die letztgenannten sind mit Trägermitteln dieser Länder aufgefassen worden.

Satelliten der Kosmos-Serie

Man kann zwei Hauptgruppen unterscheiden: einmal die sogenannten Rückkehrsatelliten, deren Landkapseln nach einer gewissen Zeit – im Mittel 10 bis 14 Tage – zur Erde zurückgeführt und geborgen werden; ferner jene Kosmos-Satelliten, die nicht geborgen werden und die Erde je nach ihrer Umlaufhöhe verschiednen lange Zeiten umrunden. Die Bahnen sind auch keineswegs so einheitlich, wie bei den Rückkehrkosmos-Satelliten. Wie noch zu zeigen sein wird, lassen sich aber auch hier bestimmte Gruppen voneinander unterscheiden.

Bei den Rückkehrsatelliten kennen wir vier Untergruppen. Die wesentlichsten Unterschiede bestehen in der Bahnneigung. Die meisten Satelliten mit rund 65 Grad Bahnneigung liegt diese bis auf Ausnahmen, sowie die Lebenszeit dieser Satelliten in der gleichen Größenordnung wie bei den in den vorangegangenen Jahren gestarteten Kosmos-Satelliten mit 65 Grad Bahnneigung. Ausnahmen sind drei Satelliten (Kosmos 804, 814 und 843), deren Lebensdauer geringer als ein Tag ist. Zwei davon unterscheiden sich auch durch ein höheres Apogäum. Bei Kosmos 805 liegt die Lebenszeit außerhalb der Norm, nämlich bei 20 Tagen.

Als nächste Untergruppe zusammengefaßt sind Satelliten

mit Bahnneigungen zwischen 71 und 73 Grad. Diese Untergruppe ist sehr einheitlich, sowohl was die Lebenszeit als auch die Flughöhen angeht. Die Differenzen sind nur geringfügig.

Noch einheitlich ist die dritte Untergruppe (mit einer Ausnahme, Kosmos 854). Die Flughöhen liegen hier fast ausnahmslos zwischen 212 und 250 km. Zum anderen sind die Bahnen dieser Satelliten mit rund 81,4 Grad Bahnneigung fast kreisförmig.

Die letzte Gruppe besteht nur aus drei Satelliten mit Bahnneigungen nahe 52 Grad. Hier erfolgten nur zwei Starts, im Gegensatz zu den vorangegangenen Jahren. Neuartig ist, daß Kosmos 881 und 882 mit einer Träger Rakete auf eine Erdumlaufbahn gelangten und sich nur 0,9 Tage bis zu ihrer Rückführung im Erdorbit befanden.

Manche Kosmos-Kapseln haben noch einige Tage länger als der Satellit selbst die Erde umrundet und Meßinformationen auf telemetrischen Wege zur Erde zurückgefunkt, ehe sie verglühten. Auffällig ist die geringe Anzahl von Kapselausstößen, verglichen mit früheren Jahren. Das mag allerdings darauf zurückzuführen sein, daß die Informationen hierbei aus westlichen Quellen stammen.

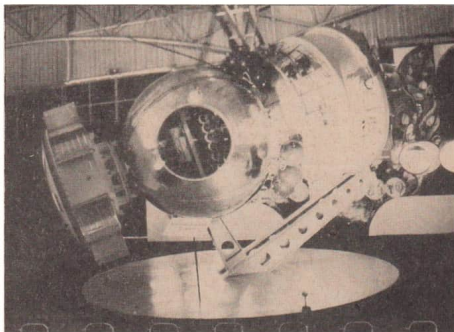
Mit Hilfe der Rückkehrsatelliten wurden vornehmlich Aufgaben gelöst und Untersuchungen angestellt, bei denen es darum ging, das entsprechende Material zur Erde zurückzuführen, um es hier gründlichen Analysen zu unterziehen.

Es handelt sich dabei einmal um biologische Experimente. Natürlich ist es möglich, bei größeren Tieren bestimmte Körperfunktionen telemetrisch zu übertragen, was aber bei kleinen und Kleinstlebewesen praktisch nicht möglich ist. Die Bilder der Bewegungsaktivitäten von Versuchstieren bzw. das Wachstum von Pflanzen läßt sich zwar fernsehtechnisch übertragen, besser und genauer sind aber Filmaufnahmen, die zur Erde zurückgebracht werden. Der Zustand der Versuchstiere und Pflanzen läßt sich nach ihrer Rückkehr ebenfalls viel exakter feststellen.

Für die Erkundung sind Rückkehrsatelliten ebenfalls bestens geeignet. Zahlreiche Gebiete der Erdoberfläche lassen sich mit Kameras unterschiedlicher Brennweite und den ausgewählten verschiedenartigen Spektralbereichen fotografisch erfassen. Die Auswertung des Bildmaterials kann auf der Erde dann in vielerlei Hinsicht erfolgen. Das betrifft Untersuchungen bezüglich der Land- und Forstwirtschaft, die Suche nach Bodenschätzen, geographische, geologische, glaziologische, hydrologische u. a. Erkundungen. Auch meereskundliche Forschungen wurden ausgeführt, wie z. B. mit Kosmos 860 und Kosmos 861. Die Meteorologen haben die Möglichkeit, klimatologische Untersuchungen zu machen. Die mit diesen Satelliten gewonnenen Bilder haben ein bedeutend höheres Auflösungsvermögen, als die von den Wettersatelliten gesendeten Bild- und Meßinformationen für den aktuellen Wetterdienst. Dieses Bildmaterial ist deshalb für die Entwicklung langfristiger Wetterprognosen bedeutungsvoll. Um nur noch einige andere Dienste zu nennen: Es besteht die Möglichkeit des Erfangens von kosmischem Staub, fotografischer bzw. astronomischer Beobachtungen der Sonne sowie anderer kosmischer Objekte mit Instrumenten verschiedener Brennweite.

Mit jenen Kosmos-Satelliten, die nicht zur Erde zurückkehren, wird die sogenannte Routinearbeit im Kosmos ausgeführt. Darunter verstehen wir Messungen der Luftdichte, Temperatur und chemischen Zusammensetzung der oberen Atmosphäre über verschiedenen geographischen Breiten und Längen. Untersuchungen des Magnetfeldes sowie der Teilchendichte und der Zusammensetzung der unteren Bereiche der Strahlungsgürtel der Erde, der Mikrometeoritenhäufigkeit, der UV- und Röntgenstrahlung der Sonne und anderer kosmischer Quellen, der Radiostrahlung, der

Abb. 1:
Kosmos-Rückkehrsatellit
mit vorn angebrachter
Kapsel. Foto: Stache.



Polarlichterscheinungen sowie auch der kosmischen Primärstrahlung. Ferner sind in dieser Gruppe Satelliten zu Navigationszwecken sowie technologische Experimentalluftkörper enthalten.

Die Kosmos-Satelliten mit 71 Grad Bahnneigung dienen vor allem geophysikalischen Untersuchungen. Die zweite Untergruppe hat mit einer Ausnahme kreisförmige Flugbahnen im 500, 800 und 1500 km Höhenbereich. Auch die Satelliten der nächsten Untergruppe mit 83 Grad Bahnneigung bewegen sich in zwei „Stockwerken“, einmal im 600 und zum anderen im 1000 km Höhenbereich. Eine Ausnahme bildet lediglich Kosmos 807 mit einer stark elliptischen Bahn. Sehr unterschiedlich, was die Flughöhe betrifft, ist die letzte Untergruppe von Satelliten mit Bahnneigungen um 65 Grad. Daraus läßt sich folgern, daß auch ihre Aufgabenstellung sehr unterschiedlich war oder ist. Bei einigen von ihnen erfolgten Bahnänderungen, die im einzelnen nicht bekannt sind, bei anderen dichte Annäherungen von zwei Satelliten. Die Aufgaben dieser Satelliten werden vornehmlich technologischer Natur sein.

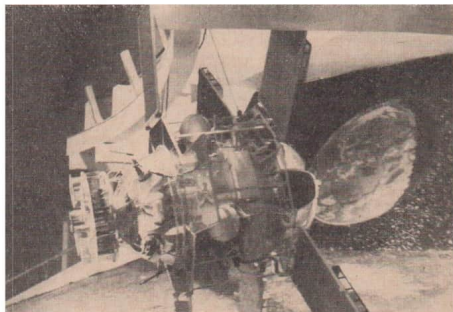
Interkosmos-Satelliten

Die beiden Interkosmos-Satelliten Nr. 15 und 16 waren, was ihren Aufbau und ihre Aufgabenstellung betrifft, unterschiedlich. Der am 19. Juli 1976 gestartete Interkos-

mos 15 war von einem neuen größeren Typ. Mit seiner Hilfe erfolgte die Erprobung eines neuartigen einheitlichen telemetrischen Systems. Während des Fluges war der Satellit Drei-Achsen-stabilisiert und auf die Erde ausgerichtet. Neuartig für Interkosmos-Satelliten war auch die Flugbahn, die bei 74 Grad Bahnneigung zwischen 487 und 521 km Höhe verlief. Folgende Apparaturen befanden sich an Bord von Interkosmos 15: ein Analog-digitaler Umsetzer und ein Block zur Stabilisierung des Energieversorgungssystems aus der Volksrepublik Ungarn; eine Anlage für die Kodierung der Meßwerte und zwei digitale Magnetspeicher mit verschiedenen Aufzeichnungsgeschwindigkeiten aus der DDR; eine Anlage zur Übermittlung von analogen Daten und eine Anlage für die Zuordnung von übermittelten Daten aus der Volksrepublik Polen; eine funkttechnische Datenübertragungsanlage und ein Antennenumschalter aus der CSSR. Die Sowjetunion steuerte zur Anlage ein Programmzeitschaltgerät, eine Steuerungseinheit, das Antennensystem und das Koordinierungssystem für das Zusammenwirken der einzelnen Geräte bei.

Interkosmos 16 war ein Satellit mit speziellen Sonnenbeobachtungsaufgaben, der bei 50 Grad Bahnneigung die Erde im Höhenbereich von 500 km umrundet. Seine Ausrüstung besteht aus Meßgeräten zur Untersuchung der

Abb. 2:
Interkosmos vom gleichen
Typ wie Interkosmos 16.



solaren UV- und Röntgenstrahlung und deren Einfluß auf die Hochatmosphäre der Erde. An der Instrumentierung waren neben der UdSSR die DDR, die ČSSR und erstmalig auch ein kapitalistisches Land, Schweden, beteiligt.

Aktive Nachrichtensatelliten der UdSSR

Bei den aktiven Nachrichtensatelliten, die von der Sowjetunion gestartet wurden, unterscheiden wir vier verschiedene Typen. Als erster wäre der vom Typ Molnija 1 zu nennen, der sich schon seit vielen Jahren im Einsatz befindet. Vier dieser Satelliten erreichten ihre elliptische Bahn (der 32. bis 35.). Der 16. Satellit vom Typ Molnija 2 wurde gestartet. Die Molnija-2-Satelliten arbeiten in höheren Frequenzbereichen und zwar bei 3 und 6 GHz. Ähnlich wird es auch bei den Satelliten vom Typ Molnija 3 sein, von denen Nr. 4 und 5 in ebenfalls elliptische Umlaufbahnen gelangten. Wie schon eingangs erwähnt, wurden auch zwei geostationäre Satelliten für Nachrichtenverbindungen in eine synchrone Umlaufbahn über den Erdäquator gebracht. Sie tragen die Bezeichnung Raduga 2 und Stationar T. bzw. Ekran 1. Sie werden vor allem auch zur Übertragung von Farb- und Schwarz-Weiß-Programmen des Zentralen sowjetischen Fernsehens zum Empfangsnetz in Sibirien und im hohen Norden eingesetzt. Sie sind Drei-Achsen-stabilisiert und auf die Erde ausgerichtet, die Solarzellenflächen auf die Sonne.

Wetterbeobachtungssatelliten

Drei Wetterbeobachtungssatelliten Meteor 24 bis 26 wurden eingesetzt. Wie bei ihren Vorgängern wurde eine kreisförmige Bahn im Bereich von knapp 900 km Höhe gewählt. Die Bahnneigung liegt bei 81 Grad. Mit ihnen wurden — wie schon bei den Vorgängern — Bilder der Wolkenverteilung im sichtbaren Infraroten Strahlungsbereich sowie weitere meteorologische Meßdaten, wie Temperaturprofile der Atmosphäre u. a. zur Erde übertragen. Eine Besonderheit ist Meteor 25, der am 15. Mai gestartet wurde. Erstmals kamen bei diesem Wettersatelliten auch Meßinstrumente zum Einsatz, die in der DDR entwickelt und gefertigt wurden. Es handelte sich dabei um ein Spektro- und Interferometer sowie einen Magnetbandspeicher. Die Entwicklung dieser Geräte erfolgte im Rahmen des Interkosmos-Programms.

Sonnenforschungssatellit

Ein weiterer Sonnenforschungssatellit, Prognos 5, war am 25. November gestartet worden. Wie seine Vorgänger besaß er eine stark elliptische Bahn zwischen 510 und 199 000 km Höhe bei 65 Grad Bahnneigung und einer Umlaufzeit von 95 Stunden, 13 Minuten. Das Apogäum zeigte in Richtung Sonne. Wie seine Vorgänger untersucht er die korpuskulare und elektro-magnetische Sonnenstrahlung, das Sonnenplasma und die solaren Magnetfelder des Sonnenwindes sowie ihren Einfluß auf das Erdmagnetfeld. Es ging also darum, weitere Informationen über den Einfluß der Sonnenaktivität auf die Magnetosphäre und die Atmosphäre zu erhalten. Die wissenschaftlichen Apparaturen wurden von der Sowjetunion, Frankreich und der ČSSR entwickelt und gebaut. Seine Umlaufhöhe beträgt 930 kg.

Bemannte Raumfahrt der UdSSR

Am 22. Juni startete die Sowjetunion unbemannt die Raumstation Salut 5. Die Station erreichte eine Bahn zwischen 220 und 270 km Höhe bei 51,6 Grad Bahnneigung. Sie hatte die gleiche Konfiguration und Dimension wie die Vorgängerstation Salut 4. Sie bestand also aus drei großen Sektionen, der größten mit 4 Meter Durchmesser, der mittleren, an der drei große drehbare Solarzellenflächen angebracht waren, die einen Durchmesser von 3 Metern hatte; die dritte Sektion, an der sich auch der Kopplungsstutzen befand, hatte einen Durchmesser von rund 2 Metern. Die Gesamtlänge mit hinten angesetztem Triebwerksteil betrug rund 18 Meter.

Am 6. Juli startete das Raumschiff Sojus 21 mit den Kosmonauten Boris Wolynow als Kommandant und Vitali Sholobow als Bordingenieur. Am 7. Juli koppelten sie an Salut 5 und stiegen um, um dort mit ihrer wissenschaftlichen Forschungsarbeit zu beginnen, nachdem sie alle Systeme der Station in Betrieb gesetzt hatten. Die Flugbahn lag jetzt zwischen 269 und 281 km. Nach der Vorbereitung aller Geräte für die wissenschaftliche Arbeit und einem aktiven Erholungstag begannen sie am 12. Juli mit ihrer Forschungstätigkeit. Das betraf Aufnahmen ausgewählter Gebiete des sowjetischen Territoriums mit dem Handspektrografen zur Erkundung von Lagerstätten sowie medizinische Untersuchungen. Technologische Experimente, wie das Schmelzen von Metallen, schlossen sich in den nächsten Tagen an. Auch biologische Experimente folgten. Ferner wurden Kristallzüchtungen durchgeführt. Auch Samen verschiedener Pflanzenarten wurde zum Keimen gebracht. Ferner fanden Löbversuche im Zustand der Schwerelosigkeit statt. Große Gebiete des Territoriums der Sowjetunion wurden fotografiert, mit deren Hilfe es später möglich war, geologische Teilkarten anzufertigen. Auch das Infrarotteleskop wurde zu Aufnahmen des Territoriums der Sowjetunion sowie des Erdhorizonts, zu atmosphärischen Untersuchungen eingesetzt. Das Sonnenspektrum und die Sonnenkorona wurden ebenfalls aufgenommen. Einen Teil der Beobachtungsaufgaben führten die Kosmonauten visuell aus, was sich bei vorangegangenen Flügen als sehr vorteilhaft bewährt hatte. Am 24. August landeten die beiden Kosmonauten wieder im vorgesehenen Gebiet von Kasachstan.

Am 14. Oktober startete die Sowjetunion das Raumschiff Sojus 23 mit den Kosmonauten Wjatscheslaw Sudow als Kommandant und Valeri Rosdestwenski als Bordingenieur. Ziel war die Fortsetzung der wissenschaftlich-technischen Forschung und Experimente mit der Raumstation Salut 5. Ein Tag nach dem Start begannen die Vorbereitungen für die Koppelung. Da das automatische System für die Annäherung fehlerhaft arbeitete, mußte die Koppelung abgesagt werden. Am 16. Oktober kehrte die Besatzung mit ihrer Landesektion zur Erde zurück. Der Landekörper ging im kasachischen See Tengis nieder. Trotz schwieriger meteorologischer Bedingungen gelang die Bergung der Kosmonauten und der Rückkehrkapsel.

Am 15. September startete das Raumschiff Sojus 22 mit den Kosmonauten Waleri Bykowski als Kommandant und Wladimir Axjonow als Bordingenieur. Hier handelte es sich nicht um ein Transportraumschiff, sondern um ein Forschungsraumschiff. An Stelle des Kopplungsstutzens an der Orbitalstation war eine Fotosektion angebracht, in der sich die vom VEB Carl Zeiss, Jena, gebaute Multispektralkamera MKF 6 befand. Das Raumschiff gelangte bei 65 Grad Bahnneigung in eine Flugbahn zwischen 250 und 280 km. Bereits am 16. September begannen die Kosmonauten erstmals die Multispektralkamera über dem Territorium der Sowjetunion im ostsibirischen Raum einzusetzen. Ferner wurden Horizontfotografien angefertigt. Auch der Mond wurde fotografiert, während er auf- oder unterging. In der Zeit vom 18. bis 21. September wurden beim Überfliegen der DDR ebenfalls Multispektralaufnahmen ausgeführt. Daneben erfolgten biologische Experimente, wie die Beobachtung der Embryonalentwicklung von Fischen, das Experiment Lichtblitz u. a. Während des Fluges wurden die sechs Filmkassetten einmal ausgetauscht, insgesamt wurden mehr als 6000 Aufnahmen des sowjetischen Territoriums und des Territoriums der DDR gewonnen. Am 23. September landete Sojus 22 planmäßig in Kasachstan.

Am 9. August startete die Sowjetunion das Unternehmen Luna 24. Die Sonde erreichte aus einer Erdsatellitenbahn ihre Mondflugbahn. Der Einflug in eine anfängliche Mondumflugbahn erfolgte in der Nacht vom 13. zum 14. August. Nachdem der mond nächste Punkt der Umlaufbahn herabgesetzt worden war, landete Luna 24 im südöstlichen Teil des Mare Crisium, wo Mondnacht herrschte. Mit einer neu entwickelten Bohrvorrichtung gelang es, Bodenproben bis aus zwei Metern Tiefe zu entnehmen. Am 18. August erfolgte der Rückstart. Der Behälter mit den Mondboden-

proben landete planmäßig in Kasachstan und die Proben (Länge des Bohrkernes 2,2 Meter) wurden nach Moskau zur wissenschaftlichen Untersuchung gebracht.

Raumflugunternehmen der USA

Der größte Teil von ihnen sind Nachrichtensatelliten, die auf Synchronbahnen über dem Äquator die Erde umrunden.

Die NASA startete am 30. Januar 1976 von Cape Canaveral (Synonymbezeichnung Eastern Test Range, abgekürzt ETR) mit einer Atlas-Centaur den Satelliten Intelsat 4A. Er gelangte in eine geostationäre Bahn über dem Atlantik. Damit wird das System der bereits vorhandenen sieben Intelsat 4A-Satelliten, drei über dem Atlantik, zwei über dem Pazifik und 2 über dem Indischen Ozean, ergänzt. Der Satellit ist zylinderförmig und hat eine Masse von 1500 kg. Er besitzt 6250 Zweigwegtelefonkanäle sowie TV-Kanäle. Die COMSAT (Communication Satellite Corporation) mußte der NASA die Kosten für die Träger Rakete und den Startservice zurückerstatten.

Am 26. März startete die NASA mit einer Delta 3914 vom westlichen Startgelände in Californien (Western Test Range abgek. WTR) den Satelliten mit der Bezeichnung Satcom 2 im Auftrage der Radio-Cooperation of America. Der Satellit hat die Form eines Kastens von $1,25 \times 1,25$ Meter und 1,62 Meter Höhe. Seine Umlaufmasse beträgt 463 kg, die Startmasse betrug 868 kg. Er gelangte auf eine geostationäre Umlaufbahn und dient der Regionalversorgung der USA, Alaskas und Hawaii. Er überträgt farbige und Schwarz-Weiß-Programme auf 24 Kanälen. Sendend- und Empfangsfrequenzen liegen im Bereich von 4 und 6 GHz. Er ist dreieisenstabilisiert, besitzt zwei Solarzellenflächen, die anfänglich 770 W lieferten. Die Antennen bestehen aus Rahmen mit parallel gespannten Drähten und liegen übereinander.

Für den maritimen und kommerziellen Sprechfunk und Datenübermittlungsverkehr startete die NASA für die Comsat am 19. 2., 10. 6. und 14. 10. jeweils einen Satelliten. Sie tragen die Bezeichnung Marisat 1, 2 und 3. Sie dienen außerdem auch für Kommunikationszwecke der US Navy, die sich an den Kosten beteiligt hat. Der erste dieser Satelliten gelangte in eine Synchronbahn über dem Atlantik bei 15° westlicher Länge. Eingesetzt wurde er ab 25. 3. Der zweite Marisat erreichte eine Synchronbahn über dem Pazifik bei 176,5° westlicher Länge, also etwa über dem Längengrad von Hawaii. Sein Einsatz erfolgte ab 1. 7. Der dritte Marisat erreichte eine Synchronbahn über dem Indischen Ozean bei 73° östlicher Länge. Es handelt sich um zylinderförmige Körper mit Antennenaufbauten. Sie haben eine Höhe von 3,8 m und einen Durchmesser von 2,15 m. Die Solarzellenflächen sind auf dem „Zylindermantel“ angebracht. Ihre Startmasse betrug 655 kg, die Umlaufmasse 362 kg. Die Träger Raketen waren Straight Eight Delta. Die Starts erfolgten von Cape Canaveral.

Mit einer Atlas Centaur-Rakete starteten die USA am 13. 5. und am 22. 7. die beiden Satelliten Comstar 1 und 2. Es handelt sich erstmalig um Satelliten der Comsat (Communication Satellite Corporation). Gestartet wurden sie von der NASA, und Comsat mußte die Startkosten erstatten. Dieser Privatkonzern vermietete diese Satelliten, nachdem sie ihre Bahn erreicht hatten, an die American Telephone and Telegraphy Co. (AT + T). Für sieben Jahre läuft dieser Vertrag, bei dem AT + T 1,3 Mill. Dollar pro Monat und Satellit an die Comsat zahlen muß. Jeder Satellit hat eine Kapazität von 14400 Zweigweg-Telefongesprächen. Sie dienen der Kommunikation zwischen 48 Bundesstaaten der USA sowie Alaska, Hawaii und Puerto Rico. Comstar 1 hat ab 24. 7. den Betrieb aufgenommen. Seine Bauhöhe einschließlich der Antennen beträgt 6,1 m, sein Durchmesser 2,63 m. Auch hier handelt es sich um Satelliten mit zylindrischem Hauptkörper. Die Starts erfolgten von Cape Canaveral. Geplant ist der Einsatz von drei derartigen Satelliten.

Am 17. 1. starteten die USA einen gemeinsam mit Kanada entwickelten Nachrichtensatelliten mit der Bezeichnung CTS (Communications Technological Satellite). Der Start erfolgte von Cape Canaveral mit einer Delta 2914. Die Ent-

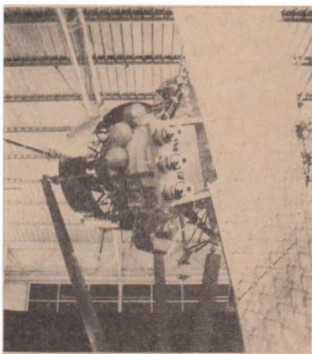
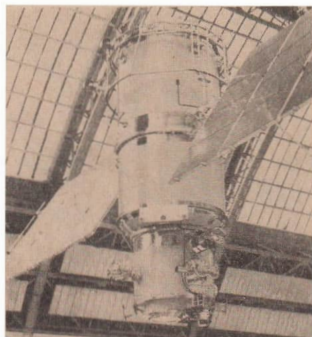


Abb. 3: Nachrichtensatellit vom Typ Ekran.

wicklung des Satelliten war in Zusammenarbeit der NASA mit Kanadas Department of Communication (DOC) erfolgt. Es handelt sich um einen experimentellen Nachrichtensatelliten für neue Methoden der Übertragung, bei dem auch Benutzer von kleineren Bodenempfangsstationen Schwarz-weiß- und Farbfernsehsendungen über den Satelliten empfangen können. Der Bordsender arbeitet mit einer Leistung von 300 W. Seine Stationierung in der Synchronbahn erfolgte bei 116° westlicher Länge, also westlich von Südamerika. Vorgesehen sind auch Sendungen des Bildungsersehens, medizinische Beratung und Therapie, Übertragung von Rundfunksendungen, Telemetrie und Datenübermittlung. Die Sendeanlage arbeitet im 12 GHz-Bereich. Der etwa kastenförmige Satellitenkörper hat eine Höhe von 188 cm und einen Durchmesser von 183 cm. Die Spannweite über die zwei Solarzellenflächen beträgt 15,8 m. Seine Startmasse betrug 675 kg.

Abb. 4: Meteorologischer Satellit vom Typ Meteor.



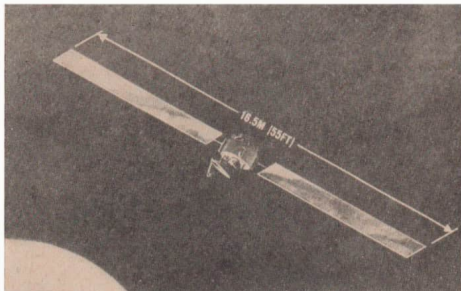


Abb. 5:
Nachrichtensatellit CTS
(Communications Technology Satellite).

Als wissenschaftlichen Satelliten startete die NASA am 4. 5. von Vandenberg einen passiven geodätischen Satelliten mit der Bezeichnung Lageos. Es handelt sich um eine Kugel von 60 cm Durchmesser, die aber eine Masse von 411 kg hat. Auf seiner Oberfläche sind 426 Prismen angebracht, die einen Durchmesser von 3,8 cm haben und zur Reflektion von Laserstrahlung dienen sollen. Vorgesehen ist, durch den Einsatz von Laserstrahlung die Bewegung der Erdkruste mit einer Genauigkeit bis zu 2 cm feststellen zu können, Polverschiebungen zu messen sowie Gezeiten der festen Erdkruste zu registrieren. Ferner erhofft man sich eine exaktere Lokalisierung von Gebieten mit Gravitationsanomalien. Auch der Erdbebenforschung soll dieser Satellit dienen.

Der praktischen Nutzenanwendung der Raumfahrt dient der meteorologische Satellit NOAA-5, der am 29. 7. von Vandenberg mit einer Delta 2310 durch die NASA gestartet wurde. Er überträgt Fernschbilder im sichtbaren und infraroten Bereich. Gemessen wird ferner der Grad der Wolkenbedeckung, Schnee- und Eisdecken und der Zustand der Meeresoberfläche. Ferner erhält man aus den vom Satelliten gesendeten Informationen Temperaturprofile

und Angaben über den Feuchtigkeitsgehalt der unteren Atmosphäre. Die National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) mußte die Kosten für den Start dieses Satelliten an die NASA zahlen. In seiner Struktur entspricht er den vorangegangenen NOAA-Satelliten, seine Masse beträgt 340 kg.

Für Indonesien startete die NASA am 8. 7. mit einer Delta 2914 von Cape Canaveral den Nachrichtensatelliten Palapa 1. Mitte August gelangte dieser Satellit in der Synchronbahn auf seine Einsatzposition bei 83° östlicher Länge. Er dient der Fernseh-, Telefon-, Radio-, Telex- und Datenübertragung. Auf den zahlreichen Inseln Indonesiens sind 40 Bodenempfangsstationen vorhanden, die 34 Regional-sender versorgen. Die zentrale Kontrollstation befindet sich in Djakarta. In seinem Aufbau entspricht er den Satelliten vom Typ Anik (trommelförmiger Hauptkörper mit aufgesetzter Antenne). Die Höhe mit der Parabolantenne von 1,5 m Durchmesser beträgt 3,7 m, der Durchmesser des Hauptkörpers 1,9 m. Die Startmasse betrug 575 kg, die Umlaufmasse 282 kg. Er besitzt eine Kapazität von 4000 Telefonkanälen oder 12 simultanen Farbfernsehschkanälen. Neben den Entwicklungs- und Herstellungs-

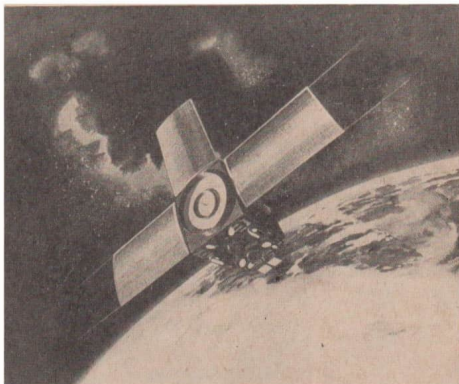


Abb. 6:
Meteorologischer Satellit
NOAA.5.

kosten des Satelliten zahlte Indonesien der NASA 193 Mill. Dollar als Startkosten zurück.

Für die NATO startete die NASA am 22. 4. mit einer Delta 2014 von Cape Canaveral den Nachrichtensatelliten NATO 3A. Er dient der Nachrichtenverbindung zwischen dem Pentagon und dem NATO-Hauptquartier in Europa. Er hat Zylinderform und die angebrachten Solarzellen an der Oberfläche sollen maximal 500 W liefern. Der Satellit ist mit 90 Umdrehungen pro Minute drallstabilisiert, wobei die Antenne enddrallt ist. Er hat eine Körperhöhe von 3,1 m einschließlich der Antennen und einen Durchmesser von 2,2 m. Das Antennensystem besteht aus einer großen Hornantenne zur Aussendung und zwei kleineren Hornantennen zum Empfang. Die Empfangsfrequenz liegt bei 8 GHz und die Sendefrequenz der beiden Sender bei 7 GHz. Angaben über die Kapazität wurden bei diesem, militärischen Zwecken dienenden Satelliten nicht gemacht. Seine Startmasse beträgt 720 kg, seine Umlaufmasse in der Synchronbahn 307 kg.

Am 22. 5. startete die NASA von Vandenberg mit einer Scout-Rakete einen militärischen Navigationssatelliten mit der Bezeichnung P 76-5. Der Satellit soll für ionosphärische Untersuchungen modifiziert worden sein. Über seine Masse, Form und Instrumentierung wurden keine Angaben gemacht. Er umkreist die Erde in einer fast polaren Bahn mit einer Bahnneigung von etwa 99,7°, einer Umlaufzeit von 105,7 min im Höhenbereich zwischen 996 und 1060 km.

Die NASA startete mit dem Satelliten TIP 3 von Vandenberg mit einer Scout-Trägerrakete einen weiteren Satelliten der US Air Force. Die sogenannte wissenschaftliche Aufgabenstellung dieses Satelliten ist nicht bekannt gegeben worden. Er soll Glockenform haben, 7,3 m lang sein und einen maximalen Durchmesser von 50 cm haben. Seine Masse soll 95 kg betragen. Er umkreist die Erde mit einer Bahnneigung von 90,3° und 96,0 min Umlaufzeit. Die anfänglichen Flughöhen waren 348 bis 789 km.

Satelliten der amerikanischen Streitkräfte

Über die von den drei Teilstreitkräften der USA im Jahre 1976 eingesetzten militärischen Satelliten sind nur wenige Einzelheiten bekannt.

Mit einer Titan 3B-Agena D startete am 22. 3. von Vandenberg ein militärischer Aufklärungssatellit. Anfängliche Umlaufbahn: 89,2 min, Bahnneigung 96,4°, Flughöhe zwischen 127 und 1347 km; Lebenszeit 57 Tage bis 18. 5.

Mit der gleichen Trägerrakete erfolgte ein Start am 15. 9. Bahn des Satelliten: Umlaufzeit 89,2 min, Bahnneigung 96,4°; Flughöhe zwischen 182 und 272 km; Lebenszeit 51 Tage bis 5. 11.

Am 26. 6. startete mit einer Titan 3C ein weiterer Geheimsatellit. Er erreichte eine Synchronbahn. Weitere Angaben sind nicht bekannt.

Am 19. 12. wurde eine Titan 3D zum Start eines relativ großen Geheimsatelliten eingesetzt. Er soll Zylinderform haben, seine Länge soll 15 m und der Durchmesser 3 m betragen. Als Masse werden 13300 kg genannt. Seine anfängliche Umlaufzeit betrug 92,4 min, seine Bahnneigung 76,9° und die Flughöhe lag zwischen 247 und 533 km. Zweimal während seiner Erdumkreisung wurden Kapseln ausgestoßen.

Nicht gelungen schien der Start eines Geheimsatelliten mit einer Thor Burner 2 am 19. 2. von Vandenberg. Er soll eine Bahn zwischen 90 und 355 km Höhe erreicht haben und schon nach wenigen Umläufen am 19. 2. verglüht sein.

AMS-1 ist ein meteorologischer Beobachtungssatellit der US Streitkräfte. Er startete am 11. 9. von Vandenberg mit einer Thor Burner 2-Rakete. Er soll 6,4 m lang sein und einen Durchmesser von 1,68 m haben. Seine Masse wird mit 450 kg angegeben. Seine Umlaufzeit beträgt 101,6 min, seine Bahnneigung 98,7° und seine Flughöhe lag anfänglich zwischen 818 und 848 km. AMS ist die Abkürzung für Advanced Meteorological Satellite. Von Satelliten diesen Typs wurden bisher schon einige Erdaufnahmen in amerikanischen Fachzeitschriften veröffentlicht. Im Gegensatz zu anderen meteorologischen Satelliten sind sie in der Lage,

auch nachts Erdoberflächenaufnahmen zu machen, auf denen durch Licht im sichtbaren Bereich des Spektrums einzelne Städte sowie Industriezentren deutlich erkennbar werden.

Am 15. 3. startete die US Air Force mit einer Trägerrakete vom Typ Titan 3C von Cape Canaveral insgesamt vier Satelliten. Zwei davon mit der Bezeichnung LES 8 und 9 sind Nachrichtensatelliten. Ihre Energieversorgung erfolgt über zwei Nukleargeneratoren. Die beiden anderen Satelliten Solrad 11A und B erreichen Umlaufbahnen in etwa 8400 km Höhe. Sie dienen der US Navy zur Feststellung von Sonneneruptionen, die Störungen bei Navigations- und Kommunikationssatelliten verursachen können. Für die US Army wurde am 2. 6. mit einer Titan 3B-Agena 3D-Rakete von Vandenberg der Satellit Satellite Data System 2 gestartet. Er dient der Kommunikation zwischen den strategischen Streitkräften und der Kommandozentrale. Die Übertragung erfolgt im UHF-Bereich. Bei einer Bahnneigung von 62,3° beträgt seine Umlaufzeit 703,8 min. Die Bahnhöhe liegt zwischen 380 und 39315 km. Satellite Data System 3 wurde am 6. 8. ebenfalls von Vandenberg mit der gleichen Trägerrakete auf eine Bahn gebracht, die mit der von Satellit Data System 2 übereinstimmt.

Für die US Navy wurden mit einer Atlas-Trägerrakete von Vandenberg am 30. 8. vier Satelliten gestartet. Sie tragen die Bezeichnungen NOSS-1, SSU-1, SSU-2 und SSU-3. Sie sollen ozeanografische Forschungsaufgaben durchführen. Ihre mittlere Bahn hat eine Neigung von 63,5° bei einer Umlaufzeit von 107,5 min. Sie umkreisen die Erde im Höhenbereich zwischen 1090 und 1130 km.

Satellitenstarts anderer Länder

Japan startete vom Startgelände Uchinoura mit einer N-Trägerrakete den Satelliten Ume (Synonymbezeichnung ISS-1). Der Satellit dient der Untersuchung der Ionosphäre. Er ist zylinderförmig, hat eine Höhe von 0,9 m und einen Durchmesser von 0,85 m. Seine Masse beträgt 85 kg. Bei einer Bahnneigung von 69,70 war seine anfängliche Umlaufzeit 105,2 min, seine Flughöhe lag zwischen 904 und 1013 km.

Am 30. 8. startete die Volksrepublik China ihren fünften Erdsatelliten. China 5 soll sphärisch sein und eine Masse von 270 kg haben. Mit einer Bahnneigung von 69,2° umkreiste er die Erde anfänglich in 108,8 min, im Höhenbereich zwischen 195 und 2145 km. Einzelheiten über diesen Satelliten sind nicht bekannt. Die Bahnwerte entstammen englischen Quellen.

Am 7. 12. startete China den siebenten Satelliten. Seine Masse soll in den ersten drei Tagen rund 3600 kg betragen haben und danach 1200 kg. Es wird vermutet, daß am 10. 12. eine Kapsel ausgestoßen wurde, die gelandet sei. Bei einer anfänglichen Umlaufzeit von 91,0 min. soll die Bahnneigung 59,4° und die Flughöhe 175 bis 470 km betragen haben. Die Lebensdauer wird mit 26 Tagen angegeben, so daß der in der Bahn verbliebene Teil des Satelliten am 2. 1. 1977 verglüht sein müßte. Auch diese Angaben über China 7 entstammen englischen Quellen.

Interplanetare Unternehmen

Am 15. 1. starteten die USA mit einer Titan-Centaur von Cape Canaveral die Sonnensonde Helios 2. Dieser interplanetare Raumflugkörper der NASA hat eine Masse von 376 kg und die Form einer Zwirnrolle. Die maximale Höhe beträgt 2,12 m, der maximale Durchmesser 2,77 m. Außerdem sind vier Ausleger angebracht, von denen der längste 2,33 m lang ist. Die Außenfläche ist mit Solarzellen belegt, die anfänglich 240 W lieferten. Folgende Apparaturen für wissenschaftliche Untersuchungen befanden sich an Bord dieses Raumflugkörpers:

1. eine Plasmasonde zur Bestimmung der Dichte, Temperatur, Geschwindigkeit und Richtung des Sonnenwindes; entwickelt vom Max-Planck-Institut (BRD) und der NASA;
2. Zwei Flußgittermagnetometer zur Bestimmung des interplanetaren Magnetfeldes, dessen Schockwellen und

- Fluktuationen; entwickelt und gebaut vom Institut für Geophysik Braunschweig, der NASA und der Universität von Rom;
3. ein Magnetometer zur Untersuchung der Schockwellenform, entwickelt vom Institut für Nachrichtentechnik, Braunschweig;
 4. Apparatur zur Bestimmung von Plasmaradiowellen. Hier geht es um die Untersuchung elektrostatischer und elektromagnetischer Wellen; entwickelt von der Universität von Iowa;
 5. Apparatur zur Untersuchung der kosmischen Strahlung. Festgestellt wird das Energiespektrum, die Winkelabhängigkeit der Strahlung und deren zeitliche Veränderung. Untersucht werden dabei Protonen, Heliumkerne und Kerne schwerer Elemente solaren und galaktischen Ursprungs. Entwickelt und gebaut von der Universität von Kiel;
 6. Apparatur zur Untersuchung der kosmischen Strahlung. Gemessen wird hier die solare Röntgenstrahlung, die Partikelstrahlung sowie deren Ausbreitungsmechanismus und Energiespektrum als Funktion des Sonnen-

- [abstandes und der Sonnenaktivität. Entwickelt und gebaut von der NASA;
7. ein Elektronendetektor zur Bestimmung des Energiespektrums, der Fluiddichte, des Ausbreitungsmechanismus und der Verteilung; entwickelt und gebaut vom Max-Planck-Institut, Lindau am Bodensee;
 8. ein Zodiakallichtphotometer. Das Instrument besteht aus drei Photometern zur Messung der Intensität und der Polarisation des Zodiakallichtes in verschiedenen Wellenlängenbereichen. Entwickelt und gebaut von der Sternwarte Heidelberg;
 9. Mikrometeoritendetektoren und -Analysatoren. Diese Geräte dienen der Bestimmung der Masse und Energie von Staubpartikeln bis zu 10^{-14} Gr.; entwickelt und gebaut vom Max-Planck-Institut, Heidelberg.

Helios 2 passierte im März 1976 die Sonne in einem geringsten Abstand von 43 432 286 km. Dabei stieg die Temperatur an der Außenhaut dieser Sonde auf 170 Grad Celsius. Die Vorbeifluggeschwindigkeit betrug 23 400 km/h. Die zweite Sonnenpassage erfolgte am 19. 10. 1976.

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1977 September — Dezember

Relativzahlen R

Tag	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1	22	45	44	20
2	20	31	42	15
3	29	48	22	31
4	25	45	21	47
5	20	38	20	62
6	26	47	23	58
7	25	54	34	55
8	18	49	25	36
9	30	45	31	55
10	40	36	25	75
11	45	23	25	71
12	51	27	24	53
13	48	53	26	34
14	47	45	24	32
15	53	48	33	44
16	56	53	41	46
17	53	50	46	26
18	59	50	50	28
19	58	46	51	39
20	58	53	31	23
21	59	38	28	23
22	42	35	26	17
23	41	25	20	23
24	48	31	15	25
25	46	25	8	30
26	49	29	7	36
27	54	40	14	50
28	61	39	7	38
29	63	39	10	58
30	67	43	24	70
31		51		61
Mittel	44,1	41,3	26,6	41,3

Prof. Dr. M. WALDMEIER

Amateure beobachten und berichten

Ephemeriden der streifenden Sternbedeckungen 1978

DIETMAR BÖHME

In Heft 2/1977 dieser Zeitschrift wurden die Ephemeriden der streifenden Sternbedeckungen für 1977 veröffentlicht. Dem Beobachter sei empfohlen, die dort gegebenen Hinweise nachzulesen. Die Berechnungen für 1978 wurden uns von H.-J. Boode, Mitglied des Astronomischen Arbeitskreises der Sternwarte Hannover, in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Erläuterung der Tabellen

(Daten in der ersten Reihe)

1. Datum
2. Nummer des Sternes im ZC (Zodiacal Catalog von Robertson)
3. Visuelle Helligkeit des Sternes
4. Die Zentrallinie ist die Nord- oder Südgrenze des Gebietes, in dem eine Bedeckung überhaupt sichtbar ist.

(Daten der einzelnen Spalten)

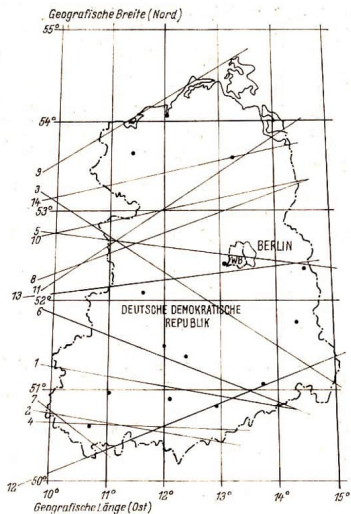
- l, b geographische Koordinaten der Bedeckungsgrenze (Zentrallinie); die Länge ist in Intervallen von 1 Grad und die Breite bis auf vier Stellen dezimal geteilt, gegeben.
 t Zeit der Bedeckung (MEZ) für diesen Punkt
 h Höhe des Sternes über dem Horizont
 P Positionswinkel des Kontaktpunktes, gemessen vom Nordpunkt des Mondes (wie bei gewöhnlichen Sternbedeckungen)

Im Rahmen der im Kulturbund neugegründeten Arbeitsgruppen arbeitet seit 1976 auch eine Gruppe Sternbedeckungen. Beobachtungsergebnisse bitten wir an den Leiter der Gruppe, Stud.-Rat Edgar Otto, Schul- und Volkssternwarte „Juri Gagarin“, 728 Eilenburg, Am Mansberg, zu senden.

I. 25. Januar 1978		ZC 1428	m = 3.8	Nord
l	b	t	h	P
-10°	51°2765	23 ^h 07.7	39°	18°
-11°	51°1701	23 ^h 08.7	39°	
-12°	51°0564	23 ^h 09.8	40°	
-13°	50°9352	23 ^h 10.8	40°	
-14°	50°8064	23 ^h 12.0	41°	

II 27. Januar 1978		ZC 1635	m = 5.4 Süd	P
l	b	t	h	
-10°	50°7379	23 ^h 07.1	20°	201°
-11°	50°6268	23 ^h 07.8	21°	
-12°	50°5094	23 ^h 08.4	21°	
-13°	50°3858	23 ^h 09.1	22°	
-14°	50°2558	23 ^h 09.8	23°	
-15°	50°1193	23 ^h 10.6	24°	

III 01. Februar 1978		ZC 2114	m = 5.8 Süd	P
l	b	t	h	
-10°	53°1191	03 ^h 23.9	12°	199°
-11°	52°7245	03 ^h 24.5	14°	
-12°	52°3234	03 ^h 25.0	15°	
-13°	51°9158	03 ^h 25.7	16°	
-14°	51°5018	03 ^h 26.3	16°	
-15°	51°0813	03 ^h 27.0	17°	



IV 12. Februar 1978

l	b	ZC 283 t	m = 7.0 Süd h	P
-10°	50°5203	21°06.9	22°	165°
-11°	50°5079	21°07.6	21°	
-12°	50°5812	21°08.2	20°	
-13°	50°5403	21°08.8	20°	

V 15. Februar 1978

l	b	ZC 650 t	m = 5.7 Nord h	P
-10°	52°7591	21°18.8	45°	355°
-11°	52°6930	21°20.0	44°	
-12°	52°6200	21°21.3	43°	
-13°	52°5403	21°22.6	43°	
-14°	52°4538	21°23.7	43°	
-15°	52°3607	21°24.8	42°	

VI 16. Februar 1978

l	b	ZC 667 t	m = 5.3 Süd h	P
-10°	51°8350	00°09.5	21°	178°
-11°	51°5890	00°10.2	21°	
-12°	51°5406	00°10.9	20°	
-13°	51°0872	00°11.5	19°	
-14°	50°8299	00°12.2	18°	
-15°	50°5689	00°12.8	18°	

VII 20. April 1978

l	b	ZC 1637 t	m = 6.0 Süd h	P
-10°	50°7391	01°05.8	26°	202°
-11°	50°2846	01°07.4	25°	

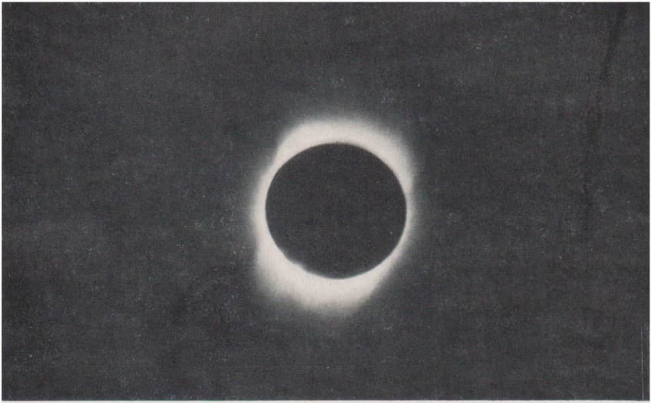


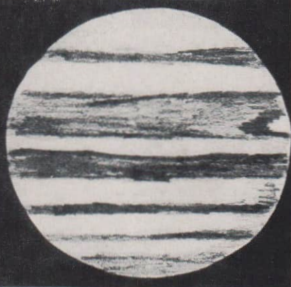
Abb. 6: Totale Sonnenfinsternis vom 23. 10. 1976. Foto zum Beitrag S. 54.

Jupiter. Foto von Peter Schmiedeberg. Oberhalb Jupiters die Plejaden. 19. 11. 76 19,50 MEZ. Optik: Exa I a/100 mm Objektiv. Kometensucher 110/750.





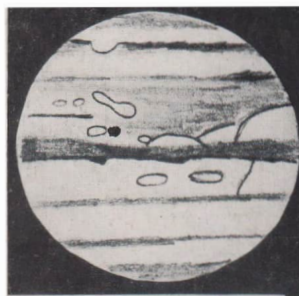
7. ábra Keszthelyi S. 20refr.
76. XI. 18. 18:50 UT
CMI: 276° CMII: 202°



8. ábra Pataki Z. 20refr.
76. XI. 23. 18:55 UT
CMI: 299° CMII: 235°

Das Zeichnen astronomischer Objekte am Fernrohr hat im Zeitalter der Fotografie gewiß nicht mehr die Bedeutung wie etwa vor 50 Jahren. Der ernsthafte Beobachter sollte es aber nicht versäumen, die Ergebnisse zeichnerisch festzuhalten. Zeichnerische Fertigkeiten entwickeln sich bis zu einem gewissen Grade durch Übung, Arbeiten an sich selbst und durch kritisches Einschätzen im Kollektiv. Sie erfordern aber auch ein hohes Maß an Konzentration und Beobachtungsfähigkeit. Die beiliegenden Zeichnungen des Planeten Jupiter stammen vom Galilei-Klub in Budapest. Sternfreund Laszlo Deiesies stellte sie der Redaktion von „Astronomie und Raumfahrt“ und damit den Sternfreunden in unserer Republik vor – nicht zuletzt auch als Anregung für unsere Arbeit, um den Astro-Zeichnungen mehr Augenmerk als bisher zu schenken.

A. Z.



9. ábra Mizser A. 20 refr.
76. XI. 23. 18:40 UT
CMI: 268° CMII: 195°



10. ábra Aradi K. 20refr.
76. XI. 25. 19:05 UT
CMI: 32° CMII: 326°

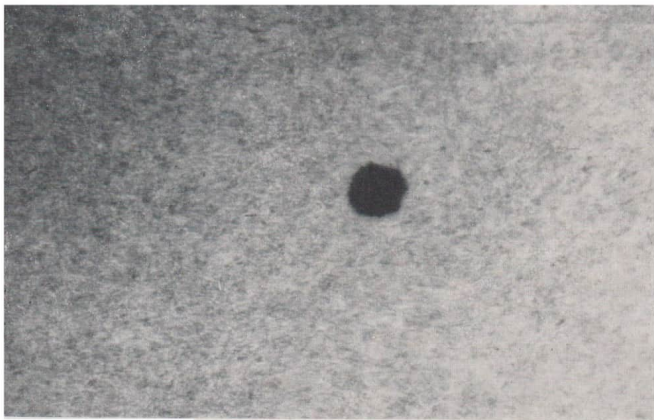


Abb. 5:

Zum Beitrag S. 49. Granulation und Sonnenfleck 1977 Juni 13, 11.45 MEZ. — Instr.: 200/1000/3000. Zusatzgeräte: Sonnenprisma, Dämpfglas (5 Punkte) aus NG-Filtersatz, 12,5-0 Okular. Film: DK 5, Belichtung: 1/50 sec, Entwickler: E-102. Foto: Wolfgang Schwinge.

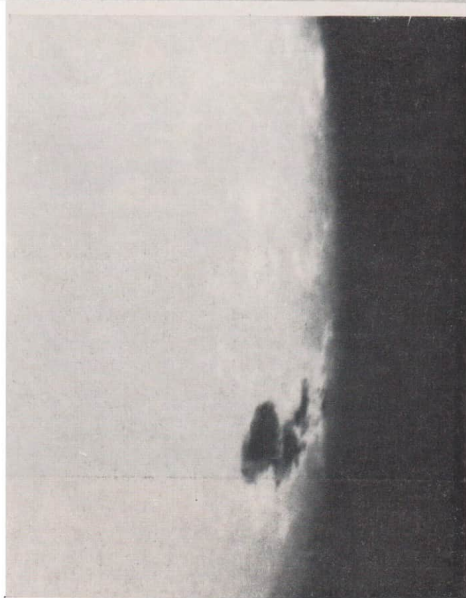


Abb. 6:

Zum Beitrag S. 49. Flecken-Gruppe mit Fackelgebieten 1977 Juni 22, 09.50 MEZ. — Instr.: 200/1000/3000. Zusatzgeräte: Sonnenprisma, Dämpfglas (5 Punkte) 12,5-0 Okular. Film: DK 5, Belichtung: 1/20 sec, Entwickler: E-102. Foto: Wolfgang Schwinge.



Plejaden. Foto W. Roloff.
1977 Februar 21; 20.00 – 21.30 MEZ.
Kleinbildkamera mit Pentacon 5,6/500; DK 5;
Ib-Montierung (modifiziert);
Entwicklung in A 71; 5 min.

VIII 30. August 1978		ZC 1197	m = 6.0 Nord	
I	b	t	h	P
-10°	52°2792	04°00.9	15°	4°
-11°	52°5260	04°01.4	16°	
-12°	52°7690	04°01.8	16°	
-13°	53°0080	04°02.3	17°	
-14°	53°2429	04°02.8	17°	
-15°	53°4737	04°03.4	18°	
IX 22. September 1978		ZC 626	m = 6.4 Süd	
I	b	t	h	P
-11°	53°0478	02°07.3	43°	167°
-12°	54°2743	02°09.0	43°	
-13°	54°5931	02°10.6	43°	
X 22. September 1978		ZC 635	m = 3.9 Süd	
I	b	t	h	P
-10°	52°7455	04°38.9	53°	169°
-11°	52°8872	04°40.6	53°	
-12°	53°0206	04°42.3	52°	
-13°	53°1459	04°44.0	52°	
-14°	53°2632	04°45.7	52°	
-15°	53°3724	04°47.3	52°	
XI 19. Oktober 1978		ZC 699	m = 5.8 Süd	
I	b	t	h	P
-10°	52°2501	21°01.3	12°	169°
-11°	52°6410	21°01.8	12°	
-12°	53°0358	21°02.4	13°	
-13°	53°4341	21°03.0	14°	
-14°	53°8357	21°03.7	15°	
-15°	54°2402	21°04.4	16°	
XII 23. Oktober 1978		ZC 1106	m = 3.6 Süd	
I	b	t	h	P
-11°	50°3606	00°26.0	22°	181°
-12°	50°6172	00°26.8	23°	
-13°	50°8696	00°27.6	23°	
-14°	51°1175	00°28.4	24°	
-15°	51°3610	00°29.3	25°	
XIII 18. November 1978		ZC 934	m = 6.4 Nord	
I	b	t	h	P
-10°	52°0799	01°31.5	53°	358°
-11°	52°1713	01°33.0	54°	
-12°	52°2551	01°34.5	54°	
-13°	52°3311	01°35.9	54°	
-14°	52°3993	01°37.4	54°	
-15°	52°4598	01°38.9	55°	
XIV 16. Dezember 1978		ZC 1141	m = 5.6 Nord	
I	b	t	h	P
-10°	53°1744	22°54.2	38°	4°
-11°	53°3163	22°55.3	38°	
-12°	53°4518	22°56.3	39°	
-13°	53°5810	22°57.4	40°	
-14°	53°7038	22°58.6	40°	
-15°	53°8201	22°59.7	41°	

Beobachtungen mit dem Sonnenprisma

WOLFGANG SCHWINGE

Unser Zentralgestirn, die Sonne, ist wegen ihrer Nähe sehr gut beobachtbar. Die Beobachtungsmethode richtet sich z. T. nach den instrumentellen Voraussetzungen. Der VEB Carl Zeiss Jena bietet Sonnenfilter für Amateurfernrohre an, welche gute Voraussetzungen für visuelle und fotografische Beobachtungen der Sonne bieten. Es kann also mit voller Objektivöffnung gearbeitet werden. Die

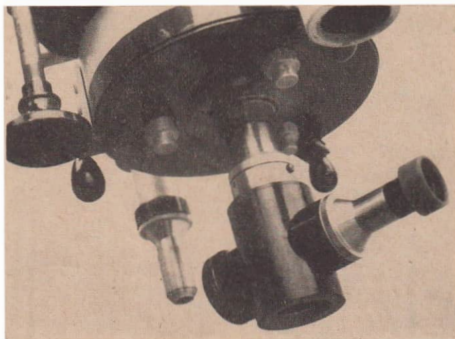


Abb. 1:
Mehrzweckprisma als Sonnenprisma am Cassegrain 200/1000/3000 für visuelle Sonnenbeobachtung. Auf die Augenmuschel des Okulares wurde ein PVC-Ring aufgesteckt, welcher 2 Dämpfgläser des NG-Filtersatzes aufnehmen kann. Somit kann die Sonnenstrahlung auf eine einfache Art variiert werden.

negativen Begleiterscheinungen sind die Anschaffungskosten der Filter (von 100,— M für den Refraktor 63/840 bis zu etwa 800,— M für den 150er Coudé-Refraktor). Größere Sonnenfilter werden für die Amateurfernrohre nicht hergestellt.

Da ich nun ein Cassegrain-Spiegelteleskop 200/1000/3000 besitze, mußte ich für die Sonnenbeobachtung eine andere Lösung finden. Man kann ein kleines Sonnenfilter (z. B. vom 63/840 Refraktor) vor dem Fangspiegelhaltekreuz befestigen. Da ich aber mit voller Objektivöffnung arbeiten wollte, baute ich mir ein Sonnenprisma, das man auch als Zenitprisma an den Okularauszug anschrauben kann (Abb. 1). Es besitzt vier Öffnungen mit insgesamt vier $M\ 44 \times 1$ Gewinden, so daß man das Prisma an alle Amateurfernrohre, welche der VEB Carl Zeiss Jena herstellt, anschrauben kann (Voraussetzung: etwa 115 mm Fokussierbereich).

Bei visueller Beobachtung der Sonne werden drei Staubdeckel abgeschraubt und die Okularsteckhülse oder ein Schraubokular an das Sonnenprisma angeschraubt. Es können außer dem Huygens-Okular $f = 63\text{ mm}$ alle Steck- und Schraubokulare verwendet werden. Das Sonnenprisma lenkt den größten Teil des Lichtes im spitzen Winkel zur optischen Achse hinaus. Der restliche Teil gelangt in das Okular, wo er mit Hilfe eines auf das Okular aufgeschobenen Dämpfglases weiter geschwächt wird.

Damit eine feine Abstufung des Sonnenlichtes erfolgen kann, habe ich mir einen PVC-Ring gedreht, in den man 2 Dämpfgläser vom Neutralfiltersatz hineinschieben kann. Der Ring wird dann auf die Augenmuschel des Okulars gesteckt (Abb. 1). Eine stufenlose Veränderung des Sonnenlichtes kann man mit zwei Polarisationsfiltern erreichen. Besonders bei visuellen Sonnenbeobachtungen ist eine

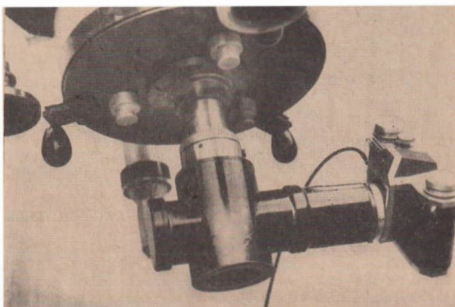
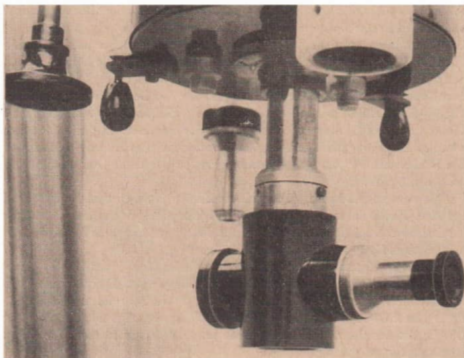


Abb. 2:
Mehrzweckprisma als Sonnenprisma am Cassegrain 200/1000/3000 für fotografische Sonnenbeobachtung. Die Abbildung zeigt die vollständige fotografische Anordnung, welche aus der Kamera, dem Anpaßring, dem Metallring mit der Okularsteckhülse und dem Sonnenprisma besteht. Das 12,5-0 Okular befindet sich in der Steckhülse im Metallring.

Abb. 3:

Mehrweckprisma als Sonnenprisma am Cassegrain 200/1000/3000 für fotografische Sonnenbeobachtung. Die Abbildung zeigt einen Teil der fotografischen Anordnung, welcher aus dem Dämpfglas (5 Punkte), dem 12,5-0 Okular mit Steckhülse und dem Sonnenprisma besteht. Auf die Rändelung der Steckhülse wurde ein Gewinde mit 1 mm Steigung geschnitten. Das Gewinde ist für das Aufschrauben des Metallringes bestimmt.



ganz bestimmte Helligkeit der Sonne von großer Bedeutung. Bei zu großer Helligkeit sind Fackelgebiete oder vorhandene Wilson-Effekte schlecht erkennbar.

Das Sonnenprisma eignet sich auch gut für fotografische Arbeiten. Mit Hilfe der Okular-Projektionsmethode werden bei günstigen Belichtungszeiten große äquivalente Brennweiten erreicht. Die kurzen Belichtungszeiten kann man durch die Wahl der entsprechenden Sonnengläser des Neutralfiltersatzes erreichen.

Abb. 2 zeigt die fotografische Anordnung. An das Prisma wird eine Okularsteckhülse, welche an der Rändelung mit einem Gewinde (1 mm Steigung) versehen wurde, angeschraubt. Danach wird das Okular 12,5-0 mit einem oder zwei Dämpfgläsern bestückt (je nach Strahlungsstärke) und in die Steckhülse geschoben (Abb. 3). Ein Metallring mit 2 Innengewinden wird auf der einen Seite mit der Steckhülse verschraubt und mit einem Anpaßgewindinger auf der anderen Seite mit der Kamera verbunden (Abb. 2). Der Anpaßgewindinger hat zwei Außengewinde ($M 44 \times 1$ und $M 42 \times 1$). Das $M 42 \times 1$ -Gewinde wird z. B. bei der „Praktica super TL“ oder „Contax FM“ usw. benötigt.

Bei dieser fotografischen Anordnung kann mit verschiedenen Steck-Okularen gearbeitet werden. Fokussiert wird mit Hilfe der Einstellfassung oder des Okularauszuges. Die Wahl des Aufnahmematerials hängt von der Zielstellung ab. Für das Fotografieren der Sonnenflecken eignet sich gut der Film NP-15 oder NP-20. Beide sind panchromatisch sensibilisiert und somit empfindlich von etwa

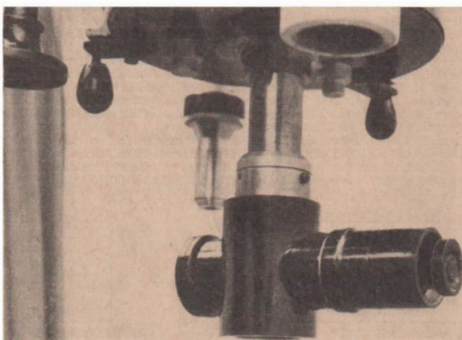


Abb. 4

zeigt bis auf den Metallring die gleiche fotografische Anordnung wie bei Abb. 3. Der Metallring ist hier auf die Okularsteckhülse aufgeschraubt worden. In der Steckhülse befindet sich das 12,5-0 Okular mit Dämpfglas (5 Punkte).

475 nm bis 670 nm. Soll die Randverdunkelung besonders hervorgehoben werden, kann der Film PF 2 oder DK 5 in die Kamera eingelegt werden.

Die Granulation und Fackelgebiete werden gut sichtbar bei hart arbeitenden Materialien (z. B. der Film DK 5, vgl. Abb. 5 und Abb. 6 auf Bildseite III). Die beigefügten Aufnahmen sind mit dem Sonnenprisma auf Dokumenten-Film hergestellt worden.

Das Sonnenprisma ist auch gut geeignet für die Beobachtung des Mondes, besonders bei Vollmondphase. Gewöhnlich wird für die visuelle Vollmond-Beobachtung ein Mondglas zur Dämpfung des Lichtes auf das Okular geschraubt. Bei der Beobachtung mit dem Sonnenprisma ist dies nicht notwendig. Es erzeugt ein gedämpftes, kontrastreiches Bild der Mondoberfläche. Durch die Auslenkung des Bildes um 90° ist außerdem bei großer positiver Deklination des Mondes ein bequemes Beobachten möglich.

Das Sonnenprisma kann aber auch als Zenitprisma eingesetzt werden. Es wird nur um 90° in Bezug auf den Okularauszug gedreht. Die Wirkungsweise des Sonnenprismas wurde schon im Heft 1/1976 beschrieben. Ich habe für den Bau des Sonnenprismas das 90° Ablenkprisma, welches auch im Zenitprisma vom Zeisswerk vorhanden ist, benötigt.

Die Foto-Fachhandlung Otto H. Kratzsch in Karl-Marx-Stadt, Markt 1, bietet ebenfalls 90° -Ablenkprismen mit verschiedenen Kathedenlängen an. Der finanzielle Aufwand ist relativ gering. Im Industrieladen des VEB Karl Zeiss Jena, 69 Jena, Johannisstraße 12, kann man 90° -Prismen zum Preis von 5,55 M erhalten. Die Kathedenlänge beträgt 27 mm. Der Neutralfiltersatz kostet 57,50 M. Die Optik des Sonnenprismas würde somit 63,05 M kosten. Im Vergleich zur Rentabilität ist der Kostenaufwand gering.

Ermittlung von Eigenbewegungen an Fixsternen durch Vergleich von Himmelsaufnahmen

Viele Sternfreunde besitzen entweder privat oder in den bestehenden Fachgruppen bzw. Arbeitsgemeinschaften eine Literaturauswahl, in der fotografische Aufnahmen bestimmter Himmelsgegenden aus verschiedenen Zeiträumen veröffentlicht sind. Es handelt sich mitunter um Aufnahmen, die schätzungsweise um 50 bis 70 Jahre auseinander liegen.

Das brachte den Verfasser auf die Idee, einmal bestimmte Aufnahmen in der Literatur unterschiedlicher Erscheinungsjahre zehnte genauestens zu vergleichen und mit konventionellen Mitteln (Steckzirkel, Winkelmeßgeräte usw.) auszumessen, natürlich immer unter Berücksichtigung des jeweiligen Abbildungsmaßstabes.

Die beiden Objekte, an denen ich eine geringe Eigenbewegung habe feststellen können, befinden sich in der Nähe des Andromedanebels (NGC 224 = M 31). Als Vergleichsaufnahmen dienten die Abbildungen in [1] und [2]. In beiden Fällen handelt es sich um sehr nahe beieinander stehende Sterne (evtl. Doppelsterne?). Beide Felder wurden vom Verfasser fotografiert, um die Objekte mit erhöhter Genauigkeit vermessen zu können.

Zunächst standen nur die Jahreszahlen zur Verfügung, in denen die Bücher [1] und [2] erschienen (1927 und 1975), so daß man annehmen durfte, daß die Aufnahmen zu genügend weit voneinander entfernten Zeitpunkten gemacht wurden und eine deutliche Eigenbewegung feststellbar sein mußte. Das Ergebnis für das südlich von M 31 vermessene Sternpaar ist in Abb. 1 dargestellt. Dank der Unterstützung durch die Redaktion gelang es, die Aufnahmedaten exakter zu bestimmen. Die erste Aufnahme [1] wurde von Max Wolf in Heidelberg um 1910, diejenige aus [2] am 1. 9. 1961 am Karl-Schwarzschild-Observatorium gemacht. Also liegen beide Abbildungen rund 50 Jahre auseinander.

Ein zweites Sternpaar auf diesen Abbildungen wurde nördlich von NGC 224 und NGC 205 gefunden, das auch in einer Abbildung dieses Himmelsareals in [3] aufgefunden wurde. Da diese Quelle 1942 erschien, durfte angenommen werden, daß die von der Yerkes-Sternwarte stammende Aufnahme jünger als die von M. Wolf, aber älter als die Tautenburg ist. Das Ergebnis der Bemühungen um eine qualitative Auswertung ist in Abb. 2 wiedergegeben. Die festgestellten Veränderungen sind unverkennbar.

Mit viel Zeit, Ausdauer und etwas Glück kann man also auch ohne eigene Beobachtung versuchen, eine Eigenbewegung der Sterne nachzuweisen, was normalerweise einen erheblichen Aufwand an technischem Instrumentarium und Beobachtungen über längere Zeiträume erfordert. Auf diese Weise kann sich der Interessierte von der tatsächlich existierenden „Eigenbewegung der Sterne“ überzeugen, von der man sonst nur liest. Dieses Beispiel zeigt aber auch, welche Möglichkeiten dem fotografierenden Amateurastronomen zur Auswertung seiner eigenen langen Beobachtungsarbeit an anderen geeigneten Objekten in die Hand gegeben sind.

Im dargestellten Falle kann es selbstverständlich nur um einen qualitativen Nachweis gehen. Jeder Versuch einer quantitativen Bearbeitung wäre unwissenschaftlich. Dem astronomisch Interessierten geht es ja bei einem derartigen Problem lediglich darum, sich die wissenschaftliche Methode zu vergegenwärtigen, derer sich die Fachwissenschaft bedient und letztlich sich davon zu überzeugen, daß „alles seine Richtigkeit hat.“

MANFRED SCHRÖTTER

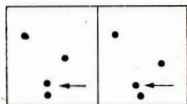


Abb. 1 1910/1961

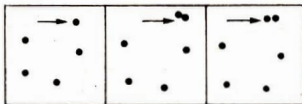


Abb. 2 1910 (1942) 1961

Zur Beobachtung des veränderlichen Sterns V Monocerotis

Von mehreren Sternfreunden wurde mitgeteilt, daß dieser Mira-Stern in der Literatur der letzten Jahre nicht erwähnt wird. Hiernit soll eine Möglichkeit gegeben werden, diesen scheinbar vergessenen Veränderlichen zu beobachten.

V Mon hat die Koordinaten $\alpha = 6^h 20^m$; $\delta = -2^\circ 10'$ (1950,0). Die Elemente des Lichtwechsels werden im „Atlas nieba“ von Maciej Mazur mit: Periode = 334,1^d, Größe = 6^m – 14^m und im GCVS 1976 mit Periode = 333,980, $m = (6^m - 13^m 7)$ angegeben.

Das letzte Maximum wurde von mir in der Zeit vom 24. 3. bis 14. 4. 77 (JD = 2443 227 – 248, E 20) visuell beobachtet. Es war ein helles Maximum. Wegen der ungünstigen Stellung konnte der Abstieg nicht beobachtet werden.

Max.	B-R	Epoche
2443 238	+3 ^d	+9

Die visuelle Beobachtung dieses Sterns ist schwierig, weil er kein Feldstecher-Objekt ist, sondern ein kleines Fernrohr voraussetzt.

Für den wenig geübten Beobachter ist es vorteilhaft, sich mit dem Feldstecher grob zu orientieren. Vom Stern ξ (Zeta) Orionis (der östliche der drei Gürtelsterne) sucht man in östlich-nordöstlicher Richtung, bis eine helle Sterngruppe, deren Sterne die Eckpunkte eines unregelmäßigen Fünfecks bilden, gefunden ist. Da ein schwaches Fernrohr die Doppelsterne dieses Fünfecks nicht trennt, prägt man sich diese Gruppe fest ein. (Die Umgebungskarte muß bei Verwendung eines astronomischen Fernrohrs um 180 Grad gedreht werden, so daß Süden oben ist.)

Bei azimutal montiertem Fernrohr ohne Winkelskala stellt man dieses mit der schwächsten Vergrößerung auf das Fünfeck ein. Jetzt 1° südlich und 0,5° östlich einstellen, dann hat man die pilzförmige Sterngruppe (alle etwa 8^m5) mit V Mon im Gesichtsfeld. Mit stärkerer Vergrößerung kann nun mühelos dieser Veränderliche nach der „Argeanderschen Stufenschätzmethode“ geschätzt werden.

Der Vorteil einer visuellen Beobachtung liegt darin, daß er in der Zeit des Maximums auch bei ungünstigem Mondstand geschätzt werden kann. Hierdurch ergibt sich eine Möglichkeit, das Maximum zeitlich sicher zu bestimmen, auch wenn keine fotografische Überwachung erfolgen kann. Der Amateuer kann so sinnvoll die Arbeit unserer Sternwarten unterstützen, und das sollte das Ziel der „Freizeit-astronomie“ sein. (Ergebnisse sollten der Zentrale des Arbeitskreises „Veränderliche Sterne“ im KB der DDR zugeleitet werden. Die Anschrift lautet: Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte 7302 Harta.)

ELVIRA PFITZNER

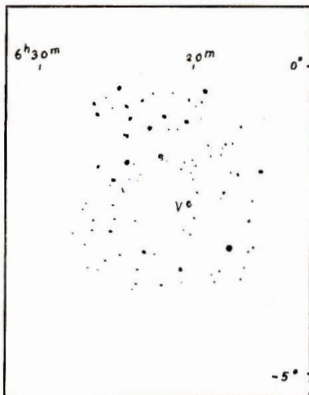


Abb. 1: Aufsuchungskarte zur Groborientierung.



Abb. 2: Umgebungskarte mit Vergleichssterne.

Wettbewerb des ZFA Astronomie, zweite Aufgabe

Gruppe A

Am Tag der Wintersonnenwende (21. bzw. 22. 12.) beträgt für 52° N die Dauer des Tages 7^h40^m. Wir haben den kürzesten Tag des Jahres, doch ein Blick auf den Kalender zeigt, daß wir an diesem Tage nicht den spätesten Sonnenaufgang und den frühesten Sonnenuntergang haben. Die Sonne geht bereits um den 12. Dezember um 15^h45^m zum möglichst frühen Zeitpunkt unter, der späteste Sonnenaufgang dagegen liegt um 8^h11^m um den 3. Januar.

Eine ähnliche Auffälligkeit ist auch bei folgendem Vergleich zu bemerken: Einen Monat nach der Wintersonnenwende (22. 1.) geht die Sonne um 16^h26^m unter, einen Monat vor der Wintersonnenwende (22. 11.) liegt der Sonnenuntergang bereits bei 15^h58^m.

Geben Sie für diese Besonderheit eine Erklärung!

Totale Sonnenfinsternis vom 23. 10. 1976 in Australien beobachtet

DIETMAR BÖHME/BILL DOWNS

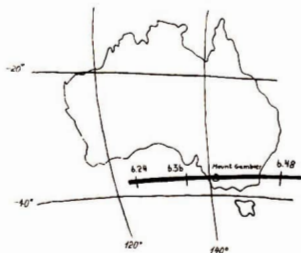


Abb. 1: Verlauf der Totalitätszone in Südastralien mit Angabe des Zeitpunktes der Totalität.

1. Allgemeine Informationen

In dieser Zeitschrift (1/77) ist eine Übersicht von Beobachtungen der Temperatur und Himmelselligkeit während der ringförmigen Sonnenfinsternis vom 29. April 1976 gegeben worden. Bei der totalen Erscheinung vom 23. Oktober verlief die Totalitätszone nur zu einem Bruchteil über Land, sie berührte die äußersten südlichen Teile von Australien (siehe Abb. 1). Eingrenzend durch den Verlauf der Totalitätszone sowie die im Frühjahr dort herrschenden meteorologischen Bedingungen kam nur ein kleines Gebiet südlich von Adelaide nahe der Küste zur Auswahl des Beobachtungsortes in Frage. Die Beobachtungen wurden von Bill Downs, Dozent an der Hochschule von Mount Gambier mit Unterstützung einer Anzahl interessierter Studenten durchgeführt. Der Hauptbeobachtungsort befand sich auf dem Gelände der Hochschule, einzelne Beobachter bezogen in den nahe der Stadt gelegenen Bergen Position. An der Beobachtung beteiligten sich 7 Dozenten und 3 Studenten der Hochschule von Mount Gambier. Vorangestellt sei noch, daß wir uns bei Planung und Auswertung darüber im Klaren waren, daß unsere Beobachtungen von keiner wissenschaftlichen Bedeutung sind. Jedoch hat uns die Arbeit an diesem Projekt große Freude bereitet und war in jeder Phase interessant, und dies ist wohl das wesentliche Kriterium für unsere Arbeit

Tabelle 1

Allgemeine Daten

Beobachtungsort: Mount Gambier, Südastralien, $140^{\circ}47'$ östl. Länge, $37^{\circ}50'$ südl. Breite, Höhe über NN 50 m. 40 km südlich des Zentrums der Totalitätszone. Breite der Totalitätszone auf der geogr. Länge des Beobachtungsortes: 169 km. Größe der Finsternis: 1,049 — Sonnenhöhe während der Totalität: 27° — Sonnenazimut während der Totalität: 277° — Kulminationshöhe der Sonne: 64° — Sonnenuntergang: 6,5 p. m.

Mount Gambier (Zonenzeit) = MEZ + 8,5 Stunden. — Erster Kontakt: $02^h58^m29^s$ p. m. P: 285° — Beginn der Totalität: $04^h06^m11^s$ p. m. P: 109° — Maximale Phase: $04^h07^m45^s$ p. m. — Ende der Totalität: $04^h09^m15^s$ p. m. P: 278° — Letzter Kontakt: $05^h10^m26^s$ p. m. P: 102°

2. Messungen der Temperatur und der Himmelselligkeit

Bedingt durch die auftretenden Bewölkungs- und Windverhältnisse ist der Einfluß der Finsternis auf diese Größen zwar sehr klar zu erkennen, wird aber doch etwas verfälscht. Genauere Angaben über die Bewölkungsverhältnisse finden sich im Himmelselligkeitsdiagramm. Mit drei Thermometern $T_{1,2,3}$ wurde parallel gemessen. Die durch T_1 gemessene größte Amplitude von rund 6 Grad steht nicht in Widerspruch zu der in Griechenland mit diesem Instrument beobachteten Amplitude von über 30 Grad. Bedenken wir, daß in Griechenland hochsommerliche Verhältnisse, völlig wolkenfreier Himmel und Windstille herrschten, läßt sich der Unterschied erklären. Da die Temperaturmessungen unmittelbar vor der Finsternis begannen und auch mit ihrem Ende abgebrochen wurden, ist es schwer möglich, die durch die Finsternis hervorgerufenen Temperaturänderungen vom täglichen Gang der Temperatur genau zu trennen. Es sollte in jedem Fall empfohlen werden, bereits am Vortage und auch einen Tag nach der Finsternis über längere Zeit Messungen vorzunehmen. Bei T_1 handelte es sich um das sogenannte „integrierende“ Thermometer (vgl. A + R 1/77). T_2 und T_3 waren 2/10 Grad-Instrumente. Alle Thermometer befanden sich 1 Meter über dem Erdboden und wurden nicht der

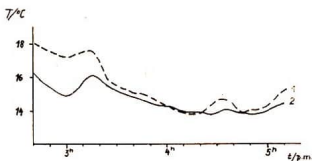
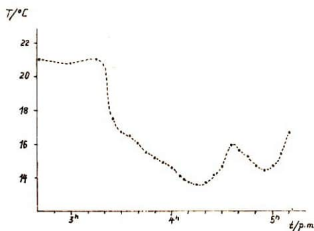


Abb. 2, oben:
Ergebnisse der Temperaturmessungen mit T_2 und T_3 . — Abb. 3, rechts: Ergebnisse der Temperaturmessungen mit T_1 .



täglichen Sonnenbewegung nachgeführt. T_1 nahm eine senkrechte, T_2 und T_3 nahmen eine waagerechte Lage ein. Während sich T_3 im Schatten befand, wurde T_2 der unmittelbaren Sonnenstrahlung ausgesetzt. Zwischen den Meßergebnissen der einzelnen Thermometer bestand eine klare Beziehung.

$$T_2 = T_1 - 0.49 (13.8 - T_1) \quad (1)$$

$$T_3 = T_2 - 0.49 (13.8 - T_2) \quad (2)$$

Die beiden Beziehungen werden sehr gut realisiert, durch Zufall sind die Parameter hier gleich. Einige wichtige Kriterien der bei den Temperaturmessungen erhaltenen Resultate sind in Tabelle 2 dargestellt.

Unter Anwendung eines präzisen Fotobelichtungsmessers verfolgte man den Gang der Himmels-helligkeit im Zenit. In Abb. 4 sind die erhaltenen Ergebnisse dargestellt. Als Bezugsgröße für die gemessene Helligkeit wurde neben den Stufen des Meßinstruments eine auf das Helligkeitsminimum bezogene Größenklassenskala gegeben. Die im Vergleich mit dem theoretisch zu erwartenden Helligkeitsabfall beobachteten Unregelmäßigkeiten resultieren aus den variablen Bewölkungsverhältnissen und den Änderungen der Sonnenhöhe. Die in Tabelle 3 gegebene absolute Kalibrierung der Messungen ist mit gewissen Vorbehalten zu betrachten.

Abb. 4a:
Beobachteter Verlauf der Helligkeit im Zenit.

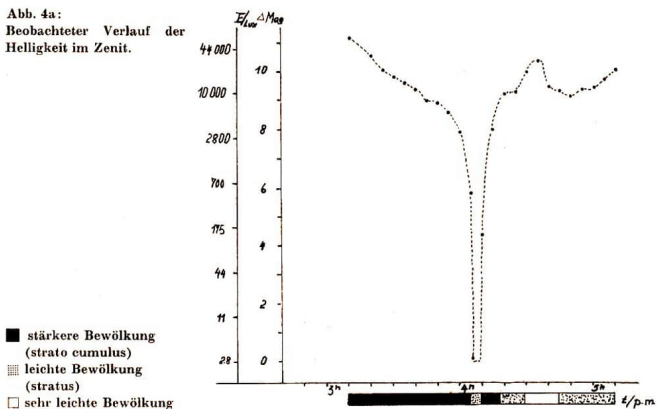


Tabelle 2

Kriterien der Ergebnisse bei den Temperaturmessungen

$T_{\min}$: beobachtetes Temperaturminimum in °C

$t_{\min}$: Zeitpunkt dieses Temperaturminimums in p. m.

Δt : Differenz zwischen $t_{\min}$ und dem Zeitpunkt der größten Phase (in Min.)

c : Koeffizient zur Charakterisierung des Einflusses der Finsternis auf den täglichen Gang (Methodik der Bestimmung siehe nachfolgend)

	T_1	T_2	T_3
$T_{\min}$ (°C)	13.6	13.7	13.7
$t_{\min}$	04 ^h 16 ^m	04 ^h 15 ^m	04 ^h 20 ^m
Δt	+8	+7	+12
c	0.73	0.86	0.94

Bestimmung von c : $c = T_a/T_b$

Tabelle 3

Absolute Kalibrierung der Beleuchtungsverhältnisse (Beleuchtungsstärke E)

zu Beginn der Finsternis: > 50 000 Lux, während der Totalität: 2,8 Lux, am Ende der Finsternis: 20 000 Lux.

Die Beleuchtungsstärke betrug während der Totalität also nur 1/6000. Unter Vorsatz von Polarisationsfiltern (Lichtverlust mindestens 1%) wurde versucht, den Gang der Polarisation im Zenit zu bestimmen. Anhand der Beobachtungen läßt sich nur feststellen, daß der Polarisationsgrad während der gesamten Finsternis im Zenit etwa 1 % betrug, eine Variation war nicht sicher. Bei günstigeren meteorologischen Bedingungen dürften auch diese Beobachtungen berechnigte Erfolgsaussichten haben.

3. Weitere meteorologische Beobachtungen

3.1. Windverhältnisse

- vor der Totalität böiger Westwind
- Anwachsen der Windstärke 30 Minuten vor der Totalität
- nach der Totalität starkes Absinken der Windgeschwindigkeit
- gegen 5^h p. m. nur noch leichter Westwind

3.2. Luftdruck

Während der gesamten Finsternis sind keine Änderungen über ± 1 mb feststellbar.

3.3. Luftfeuchtigkeit

Die Messungen sind parallel mit einem Haarhygrometer und einem Spezialinstrument (Doppelthermometer) durchgeführt worden. Die Messungen erfolgten in Fünfminuten-Intervallen und zeigten ein Anwachsen der Luftfeuchtigkeit.

4. Verhalten von Tieren und Pflanzen, sonstige Beobachtungen

Es liegen sehr umfangreiche Aufzeichnungen derartiger Beobachtungen vor. Bei den verschiedenen Tierarten wurde ein analoges Verhalten beobachtet, so daß hier nur auf einige Beispiele eingegangen werden soll.

4.1. Vögel

Mit dem Beginn der Totalität hörten sie plötzlich zu singen auf. Nach Ende der Totalität begannen sie allmählich wieder (Tonbandaufzeichnungen).

4.2. Schafe, Enten, Hunde

Unmittelbar vor der Totalität begaben sich die Tiere zu ihren Schlafplätzen. Im Verhalten der Hunde wurde eine starke Variationsbreite beobachtet.

4.3. Kühe

Farmer berichteten, daß Kühe, die normalerweise in der Dämmerung den Melkplatz aufsuchen, sich schon um 3.30 p. m. dort einfanden.

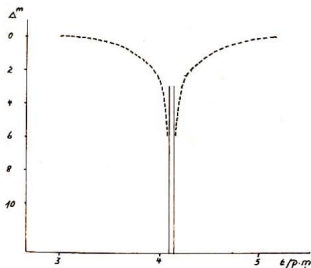


Abb. 4b: Theoretisch zu erwartender Verlauf der Helligkeit.

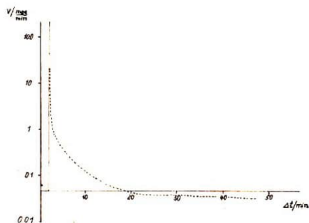


Abb. 5: Geschwindigkeit der Helligkeitsänderung Δt — Differenz Beobachtungszeitpunkt zum Zeitpunkt der maximalen Phase (nicht vorzeichenbehaftet).

Tabelle 4

Messungen der relativen Luftfeuchtigkeit (in %)

Zeit (p. m.)	Spezialinstrument	Hygrometer
2.50	66	68
3.00	—	69
3.15	—	69
3.30	—	73
3.45	—	75
4.00	73	76
4.15	—	80
4.30	78	85
4.45	—	86
5.00	—	87
5.10	—	87

4.4. Pflanzen

Cryptostemma calendulaceum begann sich 10–15 Minuten vor der Totalität zu schließen, öffnete sich nach der Totalität. Portulaca schloß sich, als die Totalität sich näherte.

4.5. Sonstige Beobachtungen

- Mount Gambiers Straßenbeleuchtung, welche über eine Fotozelle gesteuert wird, schaltete sich automatisch ein.
- Beobachter im Mount Shank (Gebirge) berichteten über die deutliche Wahrnehmung der Annäherung des Kernschattens in der Ebene.
- bestimmte Beobachter wollten die Annäherung des Schattens fühlen.
- andere Beobachter beschrieben die Annäherung an die Totalität mit dem schnellen Heranziehen eines Gewitters.
- die Dunkelheit kam mit sehr großer Geschwindigkeit (Totalität), sehr plötzlich wurde das Helligkeitsminimum erreicht.
- einige Beobachter berichteten über die Wahrnehmung der fliegenden Schatten vor der Totalität.
- das Ende der Totalität kam sehr plötzlich mit scheinbar augenblicklicher Tageshelligkeit.

Von allen Beobachtern wird die Finsternis übereinstimmend als äußerst eindrucksvolles Erlebnis geschildert.

Wettbewerb des ZFA Astronomie, zweite Aufgabe

Gruppe B

Im Kalender für Sternfreunde gelten die Angaben für die Sternbedeckungen durch den Mond für Potsdam. Für alle übrigen Orte müssen die entsprechenden Berechnungen (s. S. 21/22 im Kfst 1978) angestellt werden. Berechnen Sie Positionswinkel sowie Uhrzeit (MEZ) für den Ein- und Austritt bei der Sternbedeckung am 26. August 1978 für Gera und Stralsund! An diesem Tage wird Aldebaran (alpha Tauri) vom Mond bedeckt.

Kurzberichte

Der Große Rote Fleck (GRF) auf Jupiter 1976/77 – Bericht der Arbeitsgruppe Planeten

Während der gesamten Beobachtungsperiode 1976/77 erschien der GRF so kontrastlos, daß er nur sehr schwer erkannt werden konnte. Dies bestätigen alle Beobachter unabhängig von der benutzten Instrumentengröße. Trotzdem haben sich 10 Sternfreunde an der Beobachtung beteiligt, denen insgesamt 79 Positionsbestimmungen des GRF gelangen.

Beobachter	Ort	Instrument	Anzahl der Beobachtungen
Blasberg	Dresden	Cass. 210/3000	9
Böhme	Nessa		8
Görs	Jena	Refr. 100Ø	7
Gressmann	Falkensee	Refr. 400Ø	5
Mau	Wegeleben	Refr. 63/840	7
Mettig	Radebeul	Cond. 150Ø	4
Mosch	Meissen	Refr. 80/1200	18
Seliger	Dresden	Refr. 80/1200	20
Voigt	Coswig	Refr. 80/1200	4
	(bei Dresden)		
Ziemer	Radebeul	Cond. 150Ø	7

Obwohl die Sichtbarkeitsbedingungen so ungünstig waren, läßt sich aus den erzielten Ergebnissen die jovigraphische Längenänderung des GRF gut darstellen. Es wurden übergreifende Dreiermittel gebildet, wobei die Tageswerte, die durch mehrere Beobachter belegt sind, mit doppeltem Gewicht berücksichtigt sind. Die Kurve zeigt die so abgeleitete Positionsänderung von September 1976 bis März 1977. Die Streuung der Mittelwerte beträgt $\pm 0,83$ Grad $\pm 1,4$ Min.

Für die einzelnen Beobachter ergeben sich für die durchschnittliche Abweichung vom Kurvenverlauf (λ) und für die Streuung (σ):

Blasberg	$\lambda = +1'5$	$\sigma = \pm 1'4 = 2,3$ Min
Böhme	$+4'6$	$\pm 3'0 = 5,0$ Min
Görs	$+0'3$	$\pm 2'5 = 1,9$ Min
Gressmann	$-4'23$	$\pm 1'5 = 2,4$ Min
Mau	$+1'1$	$\pm 2'0 = 3,4$ Min
Mettig	$+0'6$	$\pm 3'8 = 6,2$ Min
Mosch	$-0'1$	$\pm 2'6 = 4,3$ Min
Seliger	$-0'9$	$\pm 1'5 = 2,5$ Min
Voigt	$+0'4$	$\pm 0'5 = 0,8$ Min
Ziemer	$+0'8$	$\pm 1'9 = 5,0$ Min

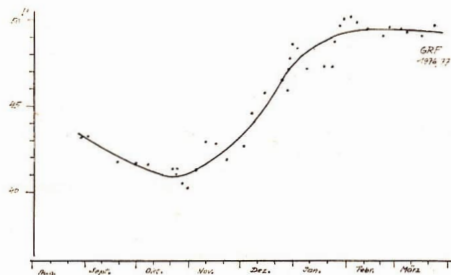


Abb. 1:
Positionsänderung des GRF von Sept. 76 bis März 77.

Das insgesamt positive Ergebnis sollte alle Beobachter ermutigen, in der kommenden Oppositionsperiode die Jupiterbeobachtungen fortzuführen. Es wird vorgeschlagen, dabei folgende einheitliche Beobachtungsregeln einzuhalten:

1. Wenn möglich vom RGF den Zentralmeridiandurchgang von Fleckanfang, Fleckmitte und Fleckende bestimmen.
2. Die Intensität des GRF nach einer zehnstufigen Skala schätzen, 1 = weiß, 5/6 = grau, 10 = schwarz.
3. Auch von beobachteten weißen ovalen Flecken (WOF-Objekte) den Zentralmeridiandurchgang bestimmen.
4. Wo die instrumentellen Voraussetzungen es zulassen, die Vorgänge in der Umgebung des GRF laufend zeichnerisch darzustellen.
5. Name, Beobachtungsort, Instrument, Vergrößerung und benutzte Filter, sowie besondere Beobachtungsbedingungen (Luftunruhe, Dunst, usw.) angeben.

Zur gemeinsamen Auswertung bitten wir, Ihre Beobachtungsergebnisse bis 31. Mai 1978 an die Zentrale der Arbeitsgruppe Planeten zu senden.

H.-J. BLASBERG

8053 Dresden, Tolkewitzer Str. 44.

Perseidenbeobachtungen im August 1977

Bereits auf der Zentralen Jugendtagung im Februar 1977 in Leipzig wurden die Meteorbeobachtungen für den Sommer besprochen. Vereinbarungen über die „Perseiden 77“ trafen Vertreter vieler Gruppen im April auf einer Zusammenkunft in Potsdam. Insgesamt waren schließlich an elf Orten Beobachtergruppen oder Einzelbeobachter stationiert. Die Programme waren den jeweiligen Möglichkeiten (Beobachterzahl, Material, Erfahrungen usw.) angepaßt und recht umfangreich. Unter anderem enthielt das Gesamtprogramm drei Doppelstationen (Grundlage für Höhenbestimmungen von Meteoriten).

Das Ergebnis (Tabelle 1) kann leider die Bemühungen der einzelnen Teilnehmer nicht widerspiegeln, da im Beobachtungszeitraum unbeständiges Wetter vorherrschte. So konnten z. B. die Sternfreunde in Sohland (Spree) nur 14 Meteore registrieren, und viele andere blieben erfolglos. Lediglich der Potsdamer Bereich scheint etwas „bevorzugt“ gewesen zu sein; die Beobachter in Potsdam und Scherzgow (rd. 20 km westlich) konnten in 4 bzw. 7 Nächten einige Beobachtungen durchführen. Teilweise handelt es sich dabei um Wolkenlücken, die ausgenutzt wurden. Das Material ist demzufolge auch sehr schwer zu bearbeiten, und die Aussagen sind recht unsicher. Die Auswertung ergab folgende Resultate:

Das Perseidenmaximum trat sehr wahrscheinlich in der Nacht vom 12. zum 13. 8. 1977 ein. Das folgt sowohl aus

der stündlichen Rate als auch aus dem Anteil der Perseidenmeteore (Tabelle 2). Die Übereinstimmung mit den Vorjahresbeobachtungen ist damit recht gut (Tabelle 3). Meteore folgender Ströme konnten registriert werden:

Perseiden – gesamte Beobachtungsdauer (Max. 12 Perseiden pro Std.)
 Cygniden – 12. 8. bis Ende; Maximum 16./17. 8. (?)
 Aquariden – bis 17. 8.
 Cepheiden – ab 15. 8.; sehr geringe Aktivität
 Aurigiden – ab 16. 8.; Anteil sehr klein (Max. erst am Monatsende)

Die Geschwindigkeitsstufen (vgl. Astr. u. Raumf., 1977/2, 8. 50) wurden bei den Perseiden durchgängig benutzt. Es zeigt sich, daß die „mittlere Geschwindigkeitsstufe“ im Laufe der Beobachtungsreihe geringfügig anwächst. Der Effekt kann aus dem wachsenden Anteil der Cygniden und Cepheiden (mit schnelleren Meteoren) herrühren. Da jedoch gerade bei den letzten (kürzeren) Beobachtungen nur wenige Meteore zugrunde liegen, ist die Aussage nicht sicher.

An dieser Stelle sei allen Teilnehmern für ihre Mühe gedankt. Die Vorbereitungen waren schließlich nicht umsonst, denn weitere Meteorstrombeobachtungen werden folgen.

JÜRGEN RENDTEL

Tabelle 1: Ergebnisse der Beobachtergruppen

Ort des Beobachters	Beobachterzahl	Beobachtungen	eff. Zeit	Meteore
Schmargow	4	7	15,5 h	531
Potsdam	2; 1	4	6,5 h	108
Himmelfort	2	1	1,0 h	25
Sohland/Spree	2	2	5,5 h	14

Tabelle 2: Stündliche Rate pro Beobachter und Anteil der Perseiden (%)

Datum	Gruppe	Schmargow	Schmargow
1977. Aug.	Potsdam		
12/13	13	15	73 %
13/14	—	10	67
14/15	5	7	47
15/16	9	10	47
16/17	—	10	37
17/18	10	—	—
20/21	—	5	14
21/22	—	7	10

Tabelle 3: Perseiden, Maxima 1975 – 77

1975 Aug. 14.0 $i_0 = 140^{\circ}3$
 1976 Aug. 12.5 $i_0 = 139^{\circ}9$
 1977 Aug. 13.0 $i_0 = 140^{\circ}0$

Kolloquium zum Hertzprung-Russell-Diagramm

Am 10. November 1977 fand an Anlaß des 100. Geburtstages von H. N. Russell (25. Okt. 1977) sowie des 10. Todestages von E. Hertzprung (21. Okt. 1977) an der Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow ein Kolloquium der Arbeitsgemeinschaft des Hauses zum Problemkreis des Hertzprung-Russell-Diagramms (HRD) statt. Die Veranstaltung, zu deren Besuch auch die interessierte Öffentlichkeit eingeladen war, stellte ein Novum in der Arbeit der Sternwarte und einen Höhepunkt im Leben ihrer Arbeitsgemeinschaften dar. Des Erfolges wegen dürfen dergleichen Veranstaltungen auch in den folgenden Jahren erwartet werden.

Den Auftakt zum nahezu dreistündigen Kolloquium bildeten zwei Kurzreferate zur wissenschaftlichen Biographie beider Gelehrter (Petra Kintzel, Oberschülerin, AG Jugend-

Urania II; Heinz Gohlke, Lehrling, AG Astronomiegeschichte). Hauptaugenmerk der aus schwer zugänglichen Quellen geschöpften Informationen galt der Persönlichkeitsstruktur der Gelehrten, die im Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Arbeitsmethodik und Lehrfähigkeit, auch hinsichtlich ihrer Beispielwirkung auf spätere Astronomengenerationen, analysiert wurde.

Der Beitrag von Dr. Dieter B. Herrmann (Direktor der Sternwarte und Leiter der AG Astronomiegeschichte) über „Die historischen Wurzeln des HRD“ gewährte einen Einblick in den Reifevorgang des HRD und offenbarte historisch interessante Mühen, Irrungen und Kommunikationen zu anderen Wissenschaften und Gelehrten, gestattete andererseits aber auch einen Blick in das „Forschungsprotokoll“ und die zeitweilig „kriminalistische“ Arbeitsweise. Dieser Vortrag war daher über seinen Gegenstand hinaus von methodologischer Bedeutung.

Ein Beispiel besonderer Fleißarbeit legte Frank Jansen (Uffz. d. NVA, Jugend-Urania I) mit der „Konstruktion eines Hertzprung-Russell-Diagramms nach Originaldaten“ vor. Ganz im Sinne der unter dem Hertzprung-Zitat „Wenn man unerbittlich arbeitet, wird man immer etwas und manchmal etwas Gutes finden“ stehenden Veranstaltung unterzog Jansen die historischen „Hertzprung-Sterne“ einer genauen Daten-Prüfung nach dem neuesten Kenntnisstand. Rund 70 Jahre nach der Entdeckung der für die moderne Astronomie nach wie vor bedeutsamen Gesetzmäßigkeit, die Hertzprung seinerzeit selbst nicht in Diagrammform gebracht hatte, stellte die in allen Details dargelegte Untersuchung im Besonderen eine Genauigkeitsbetrachtung dar und offenbarte am Rande einige zwar unbedeutende, z. Z. aber kuriose zeitbedingte Fehlleistungen Hertzprungs.

Henry Zech (Oberschüler, AG Astronomiegeschichte) legte die in Zusammenarbeit mit Dr. Herrmann gezogenen Schlüsse aus dem „Briefwechsel zwischen Hertzprung und Russell über das HRD“ dar. Der Beitrag ergänzte am konkreten Beispiel das zu Beginn des Kolloquiums entworfene Charakterbild der Wissenschaftler, ihre Rolle unter den zeitgenössischen Fachkollegen und erhellte den Reifevorgang bei der Erkenntnis der Existenz von Riesen- und Zwergsternen. Er zeigte aber auch, daß die Diskussionen der Wissenschaftler um das Zustandsdiagramm von Beginn an durch den Aspekt des Entwicklungsgedankens bestimmt waren.

„Die Veränderungen im HRD – Einst und Jetzt“ bildeten den Inhalt des Schlußvortrages (Dr. Peter Euskonatz, Dipl.-Mathematiker, Astronomische AG). Die Ausführungen umrissen die geschichtlichen Wandlungen in der physikalischen Deutung des Lichtwechsels, besonders der Pulsationsveränderlichen. Historisch interessant war die Behandlung der Rolle von Autoritäten als gelegentlich hemmender Faktor für den Fortgang der Wissenschaftsentwicklung.

Die Veranstaltung wurde durch ihr hohes fachliches Niveau und die technische Ausstattung dem Anspruch eines wissenschaftlichen Kolloquiums aus historischem Anlaß gerecht. Das bewies die Anwesenheit eines speziell interessierten und sachlich fundiert diskutierenden Publikums. Gegenwärtig wird die Herausgabe der Beiträge in der Reihe „Vorträge und Schriften“ der Archenhold-Sternwarte vorbereitet.

KLAUS FRIEDRICH

Berichtigung

zum Beitrag „Bau eines Suchers“, Heft 5/77 S. 148.

Die zweite Formel lautet richtig

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n}$$

Wir bitten den Fehler zu entschuldigen.

Aus der Literatur

Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall

I. S. SCHKLOWSKI

Aus: „Fragen der Philosophie“ („Вопросы философии“), 1976, Heft 9, S. 80–93. I. S. Schklowski, korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, ist Leiter der Abteilung Astrophysik und Radioastronomie des Instituts für Kosmosforschung der AdW der UdSSR. Die Entwicklung der Ansichten Schklowskis zu dem unter Wissenschaftlern umstrittenen Thema des vorliegenden Beitrags wird bei einem Vergleich mit seinem Artikel „Das Problem der außerirdischen Zivilisationen und seine philosophischen Aspekte“, deutsch im Heft 7/1973 „Sowjetwissenschaft – Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge“ bzw. in „Astronomie und Raumfahrt“, Heft 4/5 1976, deutlich.

Da wir in den Heften 4/5 1976 den ersten Beitrag von I. S. Schklowski zum Thema „Außerirdische Zivilisationen“ gebracht haben, halten wir es für notwendig, auch den zweiten Beitrag zum gleichen Problem unseren Lesern zur Kenntnis zu bringen, da er eine vom ersten Beitrag abweichende Auffassung bringt. Die Redaktion hat zum neuen Artikel des Autors keine einheitliche Meinung und bittet die Leser um Stellungnahmen.

Die Redaktion

Die Idee von der Vielzahl der bewohnten Welten ist so alt wie die menschliche Kultur. Sie war schon zu einer Zeit, da es die Astronomie als Wissenschaft noch nicht gab, allgemein verbreitet. Verschwommene Vorstellungen von einer Vielzahl bewohnter Welten finden sich bereits in den alten Religionen (beispielsweise im Buddhismus). Mit der Entwicklung der Astronomie erhielt diese Idee nach und nach einen konkreten Inhalt. Die überwiegende Mehrheit der griechischen Philosophen, sowohl Materialisten als auch Idealisten, vertrat die Konzeption von einer Vielzahl bewohnter Welten. So meinte Anaxagoras, einer der ersten Anhänger des heliozentrischen Weltsystems, daß der Mond bewohnt sei. Auf ihn geht auch die durch Jahrhunderte und Jahrtausende fortwirkende Idee der Panspermie zurück – der Lehre von dem im ganzen Weltall verstreuten unsichtbaren „Lebenskeimen“. Die materialistische Philosophenschule Epikurs hielt die Welten gleichfalls für bewohnt.

Ein Anhänger der Idee von der Vielzahl bewohnter Welten war auch der römische materialistische Philosoph Lucretius Carnus. In seinem Lehrgedicht „Von der Natur der Dinge“ heißt es, diese ganze sichtbare Welt sei durchaus nicht die einzige, und wir müßten annehmen, daß es in anderen Gebieten des Raumes andere Erden mit anderen Menschen und anderen Tieren gibt. [...]

In den folgenden fünfzehn Jahrhunderten herrschte in Europa uneingeschränkt das aristotelisch-ptolemäische geozentrische Weltssystem, auf das sich die christliche Religion stützte. Die große Wende in der Wissenschaft, die mit dem Namen des Nicolaus Copernicus verbunden ist, führte zum Zusammenbruch dieses Systems. Sobald die Erde in den Rang eines „gewöhnlichen Planeten“ zurückgestuft war, erhielt die Idee von der Vielzahl bewohnter Welten erneut ein wissenschaftliches Fundament.

Mit der stürmischen Entwicklung der Astronomie in den darauffolgenden vier Jahrhunderten wurde die Idee von der Vielzahl bewohnter Welten zur absolut vorherrschenden Idee. Anfangs setzte die Kirche dem heliozentrischen System heftigen Widerstand entgegen, doch allmählich paßte sie sich ihm an. Heute erkennen die Theologen die Möglichkeit der Existenz vernunftbegabter Wesen auf anderen Welten an. Deshalb ist es in unserer Zeit (ebenso wie auch in der Antike) keineswegs dieses Problem, wo die Wasserscheide zwischen Religion und Wissenschaft verläuft.

Wie entwickelte sich die Idee von der Vielzahl bewohnter Welten in der Neuzeit? Bis zur ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war die Vorstellung von der totalen Besiedlung des Kosmos allgemein verbreitet. Es sei nur darauf hingewiesen, daß Herschel (und vor ihm Newton) die Sonne für bewohnt hielt. Im 18. und 19. Jahrhundert gab es kaum Philosophen, die gegen die Konzeption von der Vielzahl bewohnter Welten aufzutreten wagten. Nur sehr wenige teilten nicht die Vorstellungen, daß Leben (und insbesondere vernunftbegabtes Leben) auf allen Planeten verbreitet sei. Wir erinnern als Beispiel an den heute vergessenen englischen Gelehrten Whewell, der den für jene Zeit (1853) ziemlich gewagten Gedanken geäußert hatte, daß die großen Planeten des Sonnensystems für das Leben ungeeignet sind, weil sie „aus Wasser, Gasen und Dämpfen“ bestehen. Auch schloß er die Möglichkeit von Leben auf dem Merkur und auf dem Mond aus. Die Einsicht, daß der Mond für das Leben ungeeignet ist, setzte sich sehr langsam durch. So behauptete noch am Ende des 19. Jahrhunderts der bekannte amerikanische Astronom Pickering, auf der Mondoberfläche fänden Massenwanderungen von Insekten statt und daraus erklärte sich die beobachtete Veränderlichkeit der Mondlandschaft. In der Mitte unseres Jahrhunderts kam es zu einer Renaissance dieser seltsamen Hypothese, und zwar in bezug auf den Mars.

Die dominierende Tendenz in der Entwicklung der Konzeption von der Vielzahl bewohnter Welten besteht im letzten Jahrhundert jedoch darin, daß die Zahl jener kosmischen Objekte, die als mögliche Heimstatt von Leben betrachtet werden, immer kleiner veranschlagt wird. Im folgenden wird gezeigt, daß sich diese Tendenz auch gegenwärtig fortsetzt.

Eine wirklich wissenschaftliche Betrachtungsweise des Problems ist erst im letzten Vierteljahrhundert möglich geworden. In dieser Zeit entfaltete sich nämlich die „zweite Revolution“ in der Astronomie mit einer großen Zahl von Entdeckungen, die unsere Vorstellungen vom Weltall wesentlich verändert haben. Allmählich begannen sich die Konturen eines evolvierenden Weltalls abzuzeichnen, in dem sich die Entwicklung vom Einfachen zum Komplizierten vollzieht. Wesentliche Fortschritte wurden insbesondere im Verständnis des Ursprungs der Sterne und ihrer Evolution erreicht. Die Erfolge der Radioastronomie ließen die Idee von der Möglichkeit einer interstellaren Radioverbindung realistisch erscheinen. Diese Idee ist in den letzten Jahren wohl zur grundlegenden Idee im Rahmen des Problems der außerirdischen Zivilisationen geworden. Dabei zeichnet sich die Tendenz ab, das allgemeine Problem von der Vielzahl bewohnter Welten durch das Problem der Kommunikation mit außerirdischen Zivilisationen zu ersetzen. Wir halten diese Betrachtungsweise für prinzipiell

*) Siehe I. S. Schklowski: Rasmyschlenija ob astronomii, jejo wsamoswjasi s fizikoi i tehnologii i wlijaniji na sowremennuju kulturu, in: „Woprossy filosofii“, 1969, Heft 5.

falsch. Eine andere bedeutende Errungenschaft der Wissenschaft im letzten Vierteljahrhundert, die auf das erörterte Problem einen wesentlichen Einfluß ausgeübt hat, war das Eindringen in das Geheimnis der Vererbung, die Entstehung der Molekularbiologie. Erst danach war es möglich, die Frage nach der Entstehung des Lebens auf der Erde korrekt zu stellen — eine Frage, die bislang noch nicht vollständig beantwortet ist. Schließlich bedeuteten die beiden letzten Jahrzehnte den Beginn der kosmischen Ära in der Geschichte der Menschheit und die ersten Schritte bei der Erschließung des nahen Weltraumes. Es entstand eine kosmische Technologie, die sich seither stürmisch entwickelt. Der Kosmos ist zu einem beherrschenden Element des Weltgefühls aller Bewohner unseres Planeten geworden. Damit trat das Problem der außerirdischen Zivilisationen und der Verbindung mit ihnen aus dem Bereich der wissenschaftlichen Phantastik heraus und wurde zu einem aktuellen Problem. Davon zeugen die wissenschaftlichen Symposien und Konferenzen der letzten Jahre, auf denen die Problematik vernunftbegabten Lebens im Weltall systematisch analysiert wurde. Besonders fruchtbar und repräsentativ war das sowjetisch-amerikanische Symposium, das im Bjurakaner Observatorium der Akademie der Wissenschaften der Armenischen SSR im Herbst 1971 stattgefunden hat. Auf diesem Symposium wurde zwar ein großer Kreis von Fragen erörtert, doch auch hier dominierte das Thema der Verbindung mit außerirdischen Zivilisationen. Wie bereits gesagt, wird sich bei einer derartigen „pragmatischen“ Einstellung das Problem kaum voranbringen lassen. Aussichtsreicher scheint uns ein allgemeines logisch-philosophisches Vorgehen zu sein, das wir im folgenden zu begründen versuchen. Als Ausgangsformel für das ganze Problem der außerirdischen Zivilisationen läßt sich wohl der einfache Ausdruck verwenden, der als „Formel von Drake“ bezeichnet wird:

$$N = n \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot t_1 / T$$

Darin bedeuten: N — die Anzahl der hochentwickelten Zivilisationen, die in der Galaxis gleichzeitig mit uns existieren; n — die Zahl aller Sterne in der Galaxis; P_1 — die Wahrscheinlichkeit, daß ein Stern ein Planetensystem hat; P_2 — die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Leben auf einem Planeten; P_3 — die Wahrscheinlichkeit, daß das auf einem Planeten entstandene Leben im Verlauf seiner Entwicklung zu vernunftbegabtem Leben wird; P_4 — die Wahrscheinlichkeit, daß vernunftbegabtes Leben in das technologische Stadium eintritt; t_1 — die durchschnittliche Dauer des technologischen Stadiums; T — das Alter der Galaxis.

Mit der Entwicklung der Wissenschaft in den letzten Jahren ist die Tendenz verbunden, die Multiplikatoren, d. h. die Faktoren der Drakeschen Formel, immer kleiner zu veranschlagen. Drake selbst versuchte noch 1961, von den uns nächsten vermutlich mit Planeten versehenen Sternen, dem Stern τ Ceti und dem Stern ϵ Eridani, künstliche Radiosignale nachzuweisen. Heute ist klar, daß dieser Versuch einfach naiv war. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Stern ein Planetensystem besitzt, ist wohl wesentlich kleiner als $\sim 0,1 - 0,01$, wie dies noch von den meisten Teilnehmern des Bjurakaner Symposiums angenommen wurde. Die spektakuläre Entdeckung eines Planetensystems um einen der sonnennächsten Sterne — den berühmten Pfeilstern Barnards — durch den amerikanischen Astronomen von de Kamp war allem Anschein nach ein bloßer Instrumenteneffekt, wie er bei Messungen an der Genauigkeitsgrenze nicht selten eintritt. Damit ist ein Hauptargument für die These von einer weiten Verbreitung von Planetensystemen kompromittiert.

Ein anderes Argument, das mit der sprunghaften Verringerung der Umlaufgeschwindigkeit bei Sternen der Spektralklasse F verbunden war, hat sich ebenfalls als nicht stichhaltig erwiesen. Aller Wahrscheinlichkeit nach resultiert diese Veränderung aus Verlusten von Stoff von der Oberfläche des Sterns, auf der zahlreiche aktive Gebiete vorhanden sind (ähnlich jenen, die auf der Sonnenoberfläche zu beobachten sind), und auch aus dem Phänomen der Mehrfach-Sternsysteme. Unlängst hat sich beispielsweise herausgestellt, daß praktisch alle Sterne vom Typ unserer Sonne zu Doppel- oder Mehrfach-Sternsystemen gehören. In solchen Systemen, sofern man von Fällen mit außerordentlich geringer Wahrscheinlichkeit absieht, kann sich kein Leben entwickeln, denn die Oberflächentemperatur der dort befindlichen hypothetischen Planeten müßte sich in unzulässigen Grenzen ändern. Unsere Sonne, dieser seltene Einzelstern, der von einer Familie von Planeten umgeben ist, bildet wahrscheinlich eine Ausnahme in der Welt der Sterne. Damit verringert sich der Faktor P_1 in der Drakeschen Formel auf ein Hundertstel.)

Je tiefer wir in die Geheimnisse des Lebens eindringen, um so schwieriger wird die Antwort auf die grundlegende Frage: Wie ist das Leben auf der Erde entstanden? Früher, vor der Entstehung der Molekularbiologie, konzentrierte sich die Aufmerksamkeit der auf diesem Gebiet arbeitenden Forscher auf die Frage nach der Entstehung der primären organischen Verbindungen auf der Erde (Zucker, Aminosäuren, Nukleinsäuren), aus denen alles Lebende aufgebaut ist. Jetzt ist dies schon kein Problem mehr — sind doch selbst in den kalten Wolken interstellarer Materie mit den Mitteln der modernen Radioastronomie molekulare Verbindungen — beispielsweise Äthyl- oder Methylalkohol — nachgewiesen worden. Die Astronomen wären nicht verwundert, wenn noch kompliziertere Verbindungen wie etwa Zucker und Aminosäuren entdeckt würden. Im so weniger problematisch dürfte das Vorhandensein der „Bausteine“, aus denen alles Lebende besteht, auf unserem Planeten gewesen sein. Heute ist jedoch allen klar, daß das Vorkommen jener „Bausteine“ das eine, die Entstehung des Lebens aber etwas anderes ist.)

Die Quellen der Entstehung des Lebens sind auf dem primitivsten präzellulären Niveau zu suchen. Aber wie sich dieser Sprung vollzogen hat, das ist heute vollkommen unklar. Man kann nur annehmen, daß für ein derartiges „Wunder“ außerordentlich günstige Umstände zusammentreffen müssen. Da dies sehr selten vorkommt, muß die Apriori-Wahrscheinlichkeit (nicht die „subjektive“ Wahrscheinlichkeit) eines solchen Ereignisses extrem klein sein. Nicht von ungefähr hat einer der Begründer der modernen Molekularbiologie, F. Crick, unlängst folgende Versuche aufgegeben, die Entstehung des Le-

²⁾ Siehe die Materialien dieses Symposiums; vgl. auch I. S. Schklowski: Das Problem der außerirdischen Zivilisationen und seine philosophischen Aspekte, in: „Sowjetwissenschaft/Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge“, 1973, Heft 7, bzw. „Astronomie und Raumfahrt“, Heft 4/5 1976.

³⁾ Nach Mitteilung von Dr. D. B. Herrmann, Direktor der Archenhold-Sternwarte Berlin, ist van de Kamp selbst weiterhin von der Existenz von Planeten beim Pfeilstern überzeugt; seine Auffassung stützt sich auf jahrzehntelange Messungen. — Red. SW/GB.

⁴⁾ Man hat festgestellt, daß alle Sterne des Spektraltyps F, G, K, M eine wesentlich geringere Rotationsgeschwindigkeit aufweisen als die „früheren“ Typen D, A, B. Dieser Befund wird so gedeutet: Die Sterne dieser „mittleren“ bis „späten“ Typen besitzen Planeten. Im Prozeß der Entstehung dieser Planeten wird der überwiegende Teil des Drehimpulses des Sterns auf die Planeten übertragen.

⁵⁾ Siehe den Beitrag von H. Abt und S. Levy in „Bulletin American Astronomical Society“, 1975, Bd. 7, Heft 2, S. 268.

⁶⁾ Siehe I. S. Schklowski: Wselennaja, shisn, rasum, 4. Auflage, Moskau 1976.

bens auf der Erde zu erklären, und der keineswegs neuen Variante der Panspermie den Vorzug gegeben.⁷⁾ Man kann also sagen, daß die Apriori-Wahrscheinlichkeit P_2 für die Entstehung von Leben auf irgendeinem geeigneten Planeten in der Galaxis sehr klein angesetzt werden kann. Dasselbe gilt für die Wahrscheinlichkeit, daß sich das auf irgendeine Weise auf einem Planeten entstandene Leben bis zu einer vernunftbegabten oder gar technologischen Stufe entwickelt. Da für die Schätzung dieser Wahrscheinlichkeit praktisch keine Grundlagen bestehen, muß der Faktor P_2 wohl als unbestimmt klein angenommen werden.

Zusammenfassend läßt sich also sagen: Während zur Zeit des Bjarakaner Symposiums die meisten Experten den Abstand zu den nächsten außerirdischen Zivilisationen (die *gleichzeitig* mit uns existieren) subjektiv auf 100–300 Parsec schätzten, muß man heute, einige Jahre danach, diesen Abstand um mindestens eine Größenordnung höher ansetzen. Aber wenn das zutrifft, dann ist die Zahl der Zivilisationen in unserem Sternsystem kaum größer als 1000, möglicherweise noch erheblich kleiner.

Wenden wir uns nun einem ganz anderen, nichtastronomischen Aspekt der Abschätzung der Zahl der Zivilisationen in der Galaxis zu. Bei der folgenden Analyse gehen wir von gesellschaftsprognostischen Gesichtspunkten aus. Die wichtigste Besonderheit der Entwicklung vernunftbegabten Lebens ist seine Tendenz zu unbegrenzter Expansion (exponentielles Wachstum aller Parameter). Bereits heute wird uns die Möglichkeit erster Krisensituationen bewußt, in die die Menschheit in ihrer weiteren Entwicklung geraten kann, weil die Ausbeute und die nichtregenerierbaren Ressourcen des Erdballs endlich sind.

Wie kann man sich angesichts dessen die weitere Entwicklung der Menschheit vorstellen? Zweifellos muß der anarchischen Entwicklung der Produktivkräfte, dem unkontrollierten Bevölkerungswachstum, der Umweltzerstörung und der barbarischen Einstellung zu den Naturressourcen ein Ende gesetzt werden. Diese wichtige Aufgabe, vor der die Menschheit steht, kann nur dann endgültig gelöst werden, wenn auf der ganzen Erde die kommunistische Gesellschaft errichtet ist. Es versteht sich von selbst, daß man auch schon vorher, solange auf unseren Planeten Staaten mit unterschiedlicher sozialer Ordnung existieren, alles in dieser Richtung möglich versuchen muß. Aus der Sicht des Themas unseres Artikels interessieren uns jedoch die ferneren Entwicklungsperspektiven der Menschheit. Zwar sind diese Probleme heute nicht so brennend wie die des Umweltschutzes oder der Bevölkerungsexplosion, nichtsdestoweniger ist ihre Analyse von prinzipieller weltanschaulicher Bedeutung.

Schon jetzt ist klar, daß das exponentielle quantitative Wachstum der Produktivkräfte unseren Planeten im nächsten Jahrhundert für das Leben ungeeignet machen kann (Überhitzung der Erdoberfläche, Zerstörung der Ozonhülle, Überbevölkerung, katastrophale Verschmutzung von Luft und Wasser u. a.). Aus diesem Grunde werden im Westen immer öfter Stimmen laut, die fordern, das Wachstum der Produktivkräfte zu stoppen und später streng zu regulieren (Konzeption des „Gleichgewichtszustands“ der Zivilisation). Kann man sich aber eine rein qualitative Entwicklung irgendeiner Zivilisation (insbesondere der irdischen) ohne quantitatives Wachstum, d. h. ohne unaufhörliche Expansion, vorstellen? Das ist offenbar nicht möglich. Wie kann man beispielsweise einer derartigen Zivilisation verbieten, sich den kosmischen Raum anzueignen und seine praktisch unbegrenzten materiellen und energetischen Ressourcen zu nutzen? Wie kann man Verlagerung umweltschädigender oder gar umweltzerstörender Technologie in den kosmischen Raum untersagen? Der in einer bestimmten Entwicklungsstufe der Zivilisation begonnene Prozeß der Eroberung des Kosmos wird nicht aufzuhalten sein, ähnlich der Eroberung neuer Länder und des Ozeans in der Epoche der großen geographischen Entdeckungen.⁸⁾

Natürlich ist die Eroberung des Kosmos ein sehr komplizierter, widersprüchlicher Prozeß. Heute kann beispielsweise niemand eine eindeutige Antwort auf die Frage geben, ob der Kosmos unsere Zivilisation vor einer drohenden Krise retten wird. Die Schwierigkeit besteht darin, daß alle globalen Prozesse (das Wachstum der Produktion und der Bevölkerung, die Verschmutzung der Umwelt) eine gewisse Trägheit („Verzögerung“) aufweisen. Die Zeit, in der das unkontrollierte Wachstum noch gebremst werden kann, nähert sich jetzt einer kritischen Grenze. Wenn man die „irdischen Dinge“ dem Selbstlauf überläßt, könnte die Zeit für die erste Eroberung des kosmischen Raums möglicherweise nicht mehr ausreichen. Die entsprechenden Schätzungen werden weiter unten angeführt. Daraus ergibt sich eine grundlegende Schlussfolgerung: Um den Kosmos wirksam erschließen zu können, muß man „im eigenen Hause“ Ordnung schaffen – also bei uns auf der Erde. Und das ist vor allem ein soziales Problem.

Zwei Gruppen sowjetischer Autoren haben die gedanklichen Grundlagen der Analyse globaler dynamischer Modelle wesentlich weiterentwickelt.⁹⁾ Vor allem haben sie mathematisch bewiesen, daß das von Meadows und Mitarbeitern vorgeschlagene „globale Gleichgewicht“ die Krise keineswegs abzuwenden, sondern nur hinauszuzögern vermag. Überhaupt erlauben die Modelle der amerikanischen Autoren keine „nichttrivialen“ Lösungen. Eine „triviale“ Lösung aber bedeutet, nichtumweltschädigend ausgedrückt, den Tod (genauer: alle Parameter des globalen Systems wie Produktion, Bevölkerung, Umweltverschmutzung u. a. nehmen den Wert Null an). Als Alternative entwickelten und berechneten die sowjetischen Autoren ein Modell, in dem der „Kollaps“ – die Katastrophe – nicht durch Anhalten des Wachstums, sondern durch vernünftige Lenkung der Investitionen vermieden wird. Zu diesem Zweck muß jedoch ein wesentlicher Teil der Investitionen (mehr als 50%) zur Regenerierung der Ressourcen und für den Umweltschutz eingesetzt werden. Im Grunde bedeutet dieses Modell, das eine „nichttriviale“ stationäre Lösung gestattet, auf unserem Planeten das Regime eines Raumschiffs herzustellen, das mit Kosmonauten auf einer unbestimmt lange Reise geschickt wird: Jedes Gramm Stoff muß regeneriert werden.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß in den letzten Jahren im Zusammenhang mit dem Problem der Vielzahl bewohnter Welten westliche Autoren immer öfter davon sprechen, daß die Zivilisation in der ferneren Perspektive ihrer Entwicklung in kritische Situationen geraten könnte, die zu grundlegenden Veränderungen ihrer „Strategie“ führen würden. Die Epoche der unbegrenzten Expansion (zuerst in den Grenzen des „eigenen“ Planeten und dann im Kosmos) könnte durch eine Epoche des „Interessenverlustes“ und einer Art „inneren Polynesiens“ (eines stationären „lokalen Paradieses“) abgelöst werden.¹⁰⁾

Dazu ist erstens zu sagen, daß man einen derartigen Entwicklungsweg keineswegs als für sämtliche Zivilisationen unvermeidlich annehmen darf.

Zweitens gibt es keine Garantie dafür, daß die Strategie des „Gleichgewichts“ nicht ein Jahrhundert später wiederum durch eine Strategie der unbegrenzten Expansion abgelöst wird.

Wir können folglich den Schluß ziehen, daß zumindest für einen Teil der gleichzeitig mit uns existierenden außerirdischen Zivilisationen die Strategie des unbegrenzten Wachstums („Expansion“) das normale Verhalten darstellen wird. Unbe-

⁷⁾ Siehe den Beitrag von F. H. Crick und J. E. Orgell in „*Icarus*“, 1973, Be. 19, S. 341; siehe auch „*Chimija i shisn*“, 1974, Heft 9, S. 7.

⁸⁾ Siehe den Beitrag von W. A. Gelowani u. a. in: „*Doklady Akademii nauk*“, 1975, Bd. 220, Heft, 3, S. 536; W. A. Jegorow, Preprint IPM Nr. 65 (1975).

⁹⁾ Siehe z. B. „*Communication with Extraterrestrial Intelligence*“, Cambridge, Mass., 1973, S. 68.

grenzte Expansion bedeutet aber vor allem Hinaustreten in den Kosmos und Eroberung zuerst seiner nächstliegenden und später auch seiner entfernteren Teile. Eine solche Situation sah schon am Anfang unseres Jahrhunderts K. E. Ziolkowski voraus.

Ungestört enormer Schwierigkeiten verläuft der Prozeß der Aneignung des Kosmos sehr schnell. Die kosmische Ära auf der Erde hat erst vor etwa zwanzig Jahren begonnen. In dieser Zeit sind jedoch eine Vielzahl wissenschaftlich-technischer Aufgaben gelöst worden. Automatische interplanetare Stationen befanden sich mehrmals in der Umgebung der inneren Planeten des Sonnensystems. Künstliche Satelliten wurden auf Umlaufbahnen um den Mars und um die Venus gebracht. Mit der Erforschung der äußeren Planeten Jupiter und Saturn ist begonnen worden. Was noch vor kurzem phantastisch erschien, ist Wirklichkeit geworden: Astronauten weilten auf dem Mond. Schließlich sind automatische Stationen auf dem Mond, der Venus und dem Mars wohl gelandet. Es wurde begonnen, den Kosmos in den Dienst des Menschen zu stellen. Revolutionäre Wandlungen vollzogen sich in den weltweiten Nachrichten- und Fernsichtsystemen. Eine bedeutende Entwicklung nimmt die Erkundung der Ressourcen unseres Planeten aus dem Weltraum. Grundlegend umgestaltet wurde der internationale meteorologische Dienst.

Aber das ist erst der Anfang. Wesentlich größere Projekte stehen bevor. Als Beispiel sei ein Projekt erwähnt, das in Princeton von einer Gruppe von Physikern und Ingenieuren unter Leitung von O'Neill ausgearbeitet wurde.¹⁹ Diese Gruppe entwickelte sehr detailliert einen Plan zur Errichtung einer gewaltigen Weltraumkolonie. Die erste Stufe des Projektes sieht vor, im Gebiet des sogenannten Librationspunktes des Erde-Mond-Systems (d. h. eines der beiden Punkte der Mondbahn, die von den Mittelpunkten der Erde und des Mondes gleich weit entfernt sind) eine Weltraumstation mit einem Durchmesser von 1,5 km aufzubauen. Durch die Drehung dieser Station wird eine künstliche Schwerkraft erzeugt, die der irdischen gleich ist. Im Innern der Station werden Gemüse und Obst wachsen und wird es eine Viehzucht geben. Auch Industrieerträge sollen dort eingerichtet werden. Die fertige Station wird ein System sein, das sich selbst versorgt. Auf ihr können bis zu 10000 Menschen unter komfortablen Bedingungen als auf der Erde leben. Die Wahl des Ortes für die Errichtung der Station (des Librationspunktes) ist von himmelsmechanischen Erwägungen diktiert: In der Nähe solcher Punkte kann ein beliebiges Körper unbestimmt lange verweilen, wobei er sich auf der Mondbahn um die Erde bewegt.

Dieses detailliert ausgearbeitete technische Projekt beruht nur auf der gegenwärtigen Technologie. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Projektes ist z. B. der Einsatz sogenannter „Fähren“, d. h. mehrmals verwendbarer Raumschiffe, beim Aufbau der Station. Solche „Raumfähren“ werden in den nächsten zwei bis drei Jahren in die amerikanische Kosmonautik eingeführt. Ein großer Teil des Baumaterials für die Errichtung dieser kosmischen Kolonie soll durch „Raumfähren“ vom Mond hertransportiert werden – eine Möglichkeit, die K. E. Ziolkowski scharfsinnig vorausgesehen hatte.

Die Kosten für die Errichtung einer solchen Kolonie werden auf 100 Md. Dollar geschätzt, die Dauer des Baues auf 15 bis 20 Jahre. Zum Vergleich: das amerikanische „Apollo“-Projekt zur Landung des Menschen auf dem Mond kostete knapp 30 Md. Dollar; der jährliche Militärbudget der USA übersteigt 100 Md. Dollar; der verheerende Vietnamkrieg kostete das amerikanische Volk etwa 130 Md. Dollar.

Die Errichtung der oben beschriebenen Weltraumkolonie verspricht enormen Nutzen. Abgesehen von den einzigartigen Möglichkeiten für naturwissenschaftliche Grundlagenforschungen, deren Resultate gar nicht abzuschätzen sind, kann eine derartige Station zu einer wesentlichen Quelle für die Energieversorgung der Erde werden. Die durch ein System von rund um die Weltraumstation angebrachten Spiegeln aufgefangene Sonnenenergie wird in Mikrowellenstrahlung umgewandelt und mittels spezieller Reflektoren zur Erde übertragen. Der Wirkungsgrad eines solchen Systems ist außerordentlich hoch und beträgt etwa 70%. Man hat berechnet, daß auf diesem Wege mehr Energie übertragen würde als durch die projektierte gigantische Erdölleitung Alaska – USA. Bei den derzeitigen Brennstoffpreisen würden die jährlichen Einnahmen aus dieser Energiequelle nicht weniger als 10 Milliarden Dollar betragen. Damit hätte sich die Weltraumkolonie in weniger als zehn Jahren amortisiert.

Auf der Basis der oben beschriebenen Weltraumstation kann man, wie Berechnungen zeigen, zur Errichtung wesentlich grandioserer Anlagen übergehen. Es ist die Rede von Objekten, auf denen unter komfortablen Bedingungen 40–50 Millionen Menschen leben könnten, d. h. die Bevölkerung eines Landes wie Frankreich. Der Aufbau solcher Stationen würde viele Dutzende von Jahren erfordern.

Wir sind also Zeugen der Entstehung eines neuen Gebietes der Technik – des kosmischen Ingenieurwesens. Schon jetzt zeichnen sich auch die Konturen der künftigen kosmischen Architektur ab – vielleicht einer der wichtigsten Künste der kommenden Jahrhunderte.

Bisher läßt sich nicht sagen, ob der USA-Kongreß beschließen wird, diesen grandiosen Bau in den nächsten Jahren in Angriff zu nehmen (natürlich geht es dabei zunächst nur um die erste Stufe des Projektes der Princeton-Gruppe). Bekannt ist nur, daß die NASA dieses Projekt aufmerksam studiert. Das Projekt hat jedoch unabhängig von den konkreten Terminen des Baubeginns für unser Thema prinzipielle Bedeutung, denn es zeugt von der Realität der Vorstellung, daß nicht nur einzelne heroische Kosmonauten, sondern die Menschheit als solche die Grenzen der Erde zum Zwecke schöpferischer Arbeit überschreiten und so in der Perspektive drohenden Krisensituationen entgehen kann. Das hohe Niveau der technischen Durcharbeitung dieses Projekts in Verbindung mit dem offensichtlichen gesellschaftlichen Bedürfnis ist die Garantie dafür, daß mit seiner Realisierung, wenn nicht in den nächsten Jahren, so doch in den nächsten ein bis zwei Jahrzehnten begonnen wird.

Welche Ressourcen an Stoff und Energie könnte unsere irdische Zivilisation bei ihrer Expansion in das Sonnensystem nutzen? Wenn man von den Ressourcen absieht, die im Stoff der Sonne enthalten sind (ein Teil dieses Stoffes kann im Prinzip ebenfalls genutzt werden), dann sind auf den Planeten mindestens 10^{24} Gramm an schweren Elementen vorhanden. Natürlich kann sich heute kaum vorstellen, wie der Stoff der großen Planeten für die kosmischen Bauwerke verwendet werden wird. Prinzipiell (d. h. aus Naturgesetzen resultierende) Schwierigkeiten sind hier jedoch nicht abzusehen. Es sei bemerkt, daß der Stoff der Asteroiden (im Gegensatz zu einer Vermutung Ziolkowskis) für die künftige Umgestaltung des Sonnensystems durch die Menschheit inhaltlich nicht ausreicht. Die Gesamtmasse aller Asteroiden ist nicht größer als 10^{24} Gramm. Wenn man annimmt, daß zur Schaffung einer komfortablen künstlichen Biosphäre die Oberflächendichte nicht geringer als einige Dutzend Kilogramm pro Quadratzentimeter sein darf, dann ergibt sich, daß die Gesamtoberfläche der aus dem Stoff der Asteroiden errichteten kosmischen Kolonien die bewohnte Oberfläche der Erdoberfläche um nicht mehr als das Tausendfache übersteigen wird. Diese Fläche ist natürlich sehr groß, aber die Nutzung des Stoffes der Asteroiden wird nur die erste Etappe auf dem Weg zur vollständigen Umgestaltung des Sonnensystems sein.

Wenn dagegen die Stoffvorräte der großen Planeten genutzt werden, dann kann die Oberfläche der künstlichen Biosphäre im Sonnensystem die Oberfläche der Erdoberfläche das Hunderttausendfache übertreffen. Dabei werden etwa 10^{-3} der Sonnenenergie aufgefangen und umgewandelt, d. h. in einer Größenordnung von $3 \cdot 10^{23}$ erg/sec. Hunderte milliardenfach mehr als der gegenwärtige Energieverbrauch auf der Erde. Im Prinzip kann die Oberfläche der künstlichen Biosphäre um die Sonne noch hundertmal größer sein, wenn man berücksichtigt, daß die Kerne der leichten Elemente Wasserstoff und

¹⁹ Siehe den Beitrag von G. K. O'Neill in „Nature“, 1974, Bd. 250, S. 636; siehe auch „Physics Today“, 1974, Bd. 27, S. 32.

Helium (die den Hauptteil der Masse der großen Planeten und der Sonne ausmachen) für die Synthese schwerer Kerne (des „Baumaterials“ der Biosphäre) unter Freisetzung eines enormen Quantums therm nukleärer Energie in nutzbarer Form verwendet werden können. Man kann also von der Schaffung einer künstlichen Biosphäre um die Sonne sprechen, deren Oberfläche Hunderte millionenmal größer sein wird als die Fläche der natürlichen irdischen Biosphäre, wobei die Energieressourcen mit der Stärke der Sonnenstrahlung vergleichbar sein werden (die sogenannte Dyson-Sphäre, benannt nach einem amerikanischen Physiker, der im Jahre 1959 ein ähnliches Projekt vorgeschlagen hatte.)

Zeit ist es sehr wichtig, die Zeitskala einer solchen Entwicklung abzuschätzen, die, wie leicht einzusehen ist, exponentiell sein muß. Nimmt man als Verdopplungszeit für den Zahlenwert der Parameter 15 Jahre an, was der für Realisierung des Princeton-Projekts erforderlichen Zeit entspricht, dann kann man damit rechnen, daß für die Errichtung von Weltraumkolonien für eine Bevölkerung von 10 Milliarden Menschen etwa 250 Jahre erforderlich sein werden. Diese Zeit ist mindestens doppelt so lang wie jene Frist, die uns einigen Autoren zufolge bis zum Eintritt einer kritischen Situation verbleibt. Die Zeit für die Aneignung aller materiellen Ressourcen des Sonnensystems beträgt bei einem derartigen exponentiellen Wachstum etwa 500 Jahre. Selbst wenn man mögliche Verzögerungen in der Entwicklung berücksichtigt, die mit der Einführung neuer Technologie verbunden sind, und ein langsames Wachstum von 1 % pro Jahr annimmt, wird die erforderliche Zeit für die Erschließung des Sonnensystems trotzdem nicht mehr als 250 Jahre betragen.

Heute ist es natürlich weder möglich noch notwendig, von den Bedingungen des Lebens in einer solchen „Super-Biosphäre“ zu sprechen. Offenbar wird sich jedoch eine derartige Zivilisation von unserer gegenwärtigen qualitativ unterscheiden. Ungefähr nach tausend Jahren Entwicklung wird dann vor einer solchen Zivilisation vom Typ II in Grunde das gleiche Problem stehen, mit dem heute die irdische Zivilisation vom Typ I¹⁾ konfrontiert ist: die Begrenztheit der Ressourcen eines endlichen Systems bei exponentiellem Wachstum der Parameter seiner Entwicklung. Zur Überwindung dieses Widerspruchs wird die Zivilisation vom Typ II mit ihrem gewaltigen technologischen Potential unausweichlich die Ressourcen zunächst der näheren Gebiete der Galaxis und danach auch unseres gesamten Sternsystems erschließen müssen. Dann beginnt ein Prozeß der „Diffusion“ der Zivilisation vom Typ II in die Galaxis, der mit einer rationalen Umgestaltung der Sterne und besonders des interstellaren Mediums einhergeht. Übrigens wäre es treffender, diesen Prozeß nicht als „Diffusion“ zu bezeichnen, sondern als Ausbreitung einer „starken Stoffwelle“ der Vernunft in die nichtlebende Materie.

Ein gutes Modell eines solchen Prozesses ist das bekannte Schema von Huygens, das die Ausbreitung einer Kugelwelle des Lichtes beschreibt. Jeder Punkt des Raumes, zu dem eine Erregung vorgedrungen ist, wird zu einem Zentrum für sekundäre Kugelwellen. In unserem Fall spielt die Rolle eines derartigen „Punktes“ ein geeigneter Stern, in dessen Umgebung die eingetroffenen Kolonisten mit Hilfe lokaler Ressourcen eine künstliche Biosphäre – eine Dyson-Sphäre – errichten. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Erregung wird von der Größenordnung $v \approx R/t_2$ sein; dabei ist $t_2 \approx 1000$ Jahre die charakteristische Zeit für die Errichtung einer Dyson-Sphäre und $R \approx 10$ Lichtjahre die mittlere Entfernung bis zu geeigneten Sternen (beispielsweise zu Sternen der Spektralklasse G). Daraus folgt, daß $v \approx 3000$ km/sec ist, d. h. 1 % der Lichtgeschwindigkeit c . In diesem Fall wird unter Berücksichtigung der maximalen Größe der Galaxis (etwa 100 000 Lichtjahre) die Zeit für die Kolonisation und Umgestaltung des ganzen Sternsystems insgesamt nur 10 Millionen Jahre betragen. Diese Größe kommt der Dauer der Evolution des Menschen auf der Erde nahe und ist sehr klein im Vergleich mit den kleinsten charakteristischen Zeiten in der Galaxis. Beispielsweise beträgt die Periode des Umlaufs der Sonne und der ihr benachbarten Sterne um den Kern der Galaxis etwa 200 Millionen Jahre, während das Alter der Galaxis 10 Milliarden Jahre übersteigt. Vermerkt sei, daß in dieser Entwicklungsphase die Charakteristika der Zivilisation nicht mehr nach dem Exponentialgesetz mit der Zeit t wachsen (dem steht die Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit entgegen), sondern nach einem Potenzgesetz, zunächst proportional zu t^2 , danach auch langsamer – im Verhältnis zu t^2 –, ein Umstand, dessen Beweis keine Schwierigkeiten bereitet.

Mit aller Bestimmtheit kann man sagen, daß die gegenwärtige Entwicklung der Naturwissenschaften und auch die in den 20 Jahren der kosmischen Ära gesammelte Erfahrung auf keinerlei natürliche Ursachen hindeuten, die eine derartige Entwicklung prinzipiell unmöglich machen könnten. Das oben beschriebene Bild widerspricht keinem einzigen der bekannten Naturgesetze. Im Gegenteil, es ergibt sich aus diesen Gesetzen. Das bedeutet natürlich nicht, daß jede Zivilisation nach dem oben beschriebenen Schema entwickeln muß. Für einen Teil der Zivilisationen, die in unserer Galaxis im Verlauf der Milliarden Jahre ihrer Evolution entstanden sind, mußte eine derartige Entwicklung jedoch zwingend erfolgen, denn sie ist die Alternative zur „stationären“ Zivilisation mit unveränderlicher „Verhaltensstrategie“.

Schon K. E. Ziolkowski hatte zu Beginn unseres Jahrhunderts die unbegrenzten „kosmischen“ Möglichkeiten der Vernunft vorausgesagt. Die reale Bewertung der Möglichkeiten und Entwicklungsperspektiven der modernen Wissenschaft und Technologie begründet voll und ganz diese geniale Idee.

Eine galaktische Zivilisation vom Typ III mit ihren Stoffressourcen in der Größenordnung von 10^{42} Gramm und den entsprechenden „astronomischen“ Ressourcen an Energie kann zur planmäßigen Erschließung und Umgestaltung der Metagalaxis übergehen. Hier stoßen wir erstmals auf eine neue Situation: Die charakteristische Zeit dieser Erschließung kann auf jeden Fall nicht kleiner sein als das Alter der Metagalaxis, die wir hier mit dem expandierenden Weltall identifizieren.

Es gibt also logische Gründe für die Annahme, daß zumindest ein Teil der Zivilisationen im Prozeß ihrer Entwicklung, die zunächst nach einem Exponential- und dann nach einem Potenzgesetz erfolgt, zu einem Faktor kosmischen Charakters werden muß, indem sie sich mit ihrer umgestaltenden Tätigkeit die einzelnen Planetensysteme, die Galaxien und sogar die Metagalaxis erschließen. In diesem Fall aber wäre zu erwarten, daß Erscheinungen dieser vernünftigen kosmischen Tätigkeit zu beobachten sind. Seinerzeit (1962) haben wir solche Erscheinungen „kosmische Wunder“ genannt. Nun wollen wir zwei empirische Tatbestände erörtern, die für unser Thema von entscheidender Bedeutung sind:

1. Von der Gesamtheit der derzeitigen astronomischen Beobachtungen werden, soweit man heute urteilen kann, „kosmische Wunder“ ausgeschlossen.
2. Die vorliegenden Ergebnisse aller Wissenschaften von der Erde (die biologischen Wissenschaften und die Gesellschaftswissenschaften eingeschlossen) schließen die Möglichkeit aus, daß unser Planet von Vertretern außerirdischer Zivilisationen besucht oder kolonisiert worden ist.

Gehen wir nun zu einer detaillierteren Analyse dieser Tatsachen über. Selbstverständlich finden sich immer Menschen und unter ihnen auch Wissenschaftler (denn Wissenschaftler sind ebenfalls Menschen), die geneigt sind, diese oder jene bislang nicht verstandene Erscheinung für ein „kosmisches Wunder“ zu halten. Das vielleicht historisch erste Beispiel der Interpretation einer Naturerscheinung als ein „kosmisches Wunder“ ist die Hypothese des englischen Wissenschaftlers Haldane, der zufolge die Novaexplosionen nukleäre Katastrophen sein sollten, die den „Schlußpunkt“ unter die Entwicklung irgendwelcher Zivilisationen der Galaxis setzten. Es ist bemerkenswert, daß es zu der Zeit, als diese Hypothese ausgesprochen wurde (1924), noch keinen Hinweis auf die Möglichkeit der Gewinnung von Kernenergie gab (beispielsweise war noch nicht

¹⁾ Wir folgen der im Jahre 1964 von N. S. Kardaschow vorgeschlagenen Klassifikation der Zivilisationen. Siehe „Astronomicheskii zhurnal“, 1964, Bd. 41, S. 282.

einmal das Neutron entdeckt). Die Entwicklung der Astronomie hat unwiderlegbar den natürlichen Charakter der Nova-Explosionen nachgewiesen. Dennoch erweckt der Weltblick des englischen Wissenschaftlers Bewunderung, mit dem er die gewaltige potentielle Gefahr der von Menschen entfesselten Naturkräfte voraussah. Ein anderes Beispiel für die Illusion eines „kosmischen Wunders“ ist die Anfangsetappe der Forschungen über die im Jahre 1967 entdeckten Pulsare.

Wir wollen noch ein Beispiel anführen. Das vielleicht komplizierteste Problem der modernen Astronomie ist das der Galaxienkerne und ihrer erstaunlichen Aktivität. Ungeachtet der zahlreichen Beobachtungsdaten, die den ganzen Bereich der elektromagnetischen Wellen von der Radiostrahlung bis zur Gammastrahlung erfassen, sind wir bisher von einem Verständnis dieser eigenartigen Objekte noch weit entfernt. Dieses Problem ist vor etwa zwei Jahrzehnten aufgetaucht und erweist sich als sehr schwierig, besonders wenn man die enorme Entfernung der Galaxienkerne und ihre geringen Ausmaße berücksichtigt. Ich bin wie auch einige andere Spezialisten der Ansicht, daß die Galaxienkerne gigantische „schwarze Löcher“ mit Massen von Tausenden bis zu vielen Milliarden Sonnenmassen sind, die sich in den zentralen Teilen verschiedener Galaxien in ihrem Evolutionsprozeß auf ganz natürliche und gesetzmäßige Weise gebildet haben. Es gibt auch andere Hypothesen, die diese Erscheinung auf andere, aber gleichfalls natürliche Art zu erklären suchen. Man kann jedoch, wenn man will, freilich ohne jeglichen ernsthaften Grund, auch annehmen, daß eben die „Galaxienkerne“ das lang erwartete „kosmische Wunder“ sind.

Viele Hoffnungen setzen die Verfechter „kosmischer Wunder“ auf die sich in den letzten Jahren schnell entwickelnde Infrarotastronomie. Allerdings gibt es hier erst zu nehmende logische Argumente. In der Tat, eine Zivilisation vom Typ II, die um ihr Zentralgestirn eine künstliche Biosphäre errichtet hat, muß zwangsläufig Infrarotstrahlung aussenden, entsprechend ihrer Temperatur, die etwa der mittleren Temperatur der Erdoberfläche gleichkommt. Deshalb müßte eine derartige Zivilisation durch die Astronomen als eine punktförmige Quelle von Infrarotstrahlung zu beobachten sein. Wenn die Dyson-Sphäre nicht in sich abgeschlossen ist oder eine beträchtliche Durchlässigkeit aufweist (und das ist die wahrscheinlichste Situation), dann müßte eine derartige Quelle mit einem unserer Sonne mehr oder weniger ähnlichen Stern verbunden sein.

Heute sind ziemlich viele Infrarotquellen bekannt, doch bei keiner gibt es Anzeichen eines nichtnatürlichen Ursprungs. Man kann allerdings annehmen, daß mit wachsender Empfindlichkeit der Infrarotempfänger die Anzahl der beobachteten Quellen beträchtlich steigen wird und daß sich unter ihnen vielleicht auch künstliche befinden werden. Ich bin jedoch der Meinung, daß man allein aus dem Vorhandensein überschüssiger Infrarotstrahlung bei irgendeinem auf den ersten Blick mehr oder minder normalen Stern keine sicheren Schlüsse auf die mögliche Existenz eines „künstlichen“ Phänomens ziehen kann. Letztliches Kriterium der Wahrheit in der Astronomie ist die *Praxis der astronomischen Beobachtungen* und vor allem die Möglichkeit, auf der Basis einer Theorie neue, mitunter ganz unerwartete Beobachtungsergebnisse vorauszusagen. Nur eine derartige Praxis garantiert die normale Entwicklung unserer Wissenschaft und bewahrt sie vor Irrtümern. Eben durch Beobachtungen ist beispielsweise die „natürliche“ Beschaffenheit der Pulsare nachgewiesen worden: Die Pulsare haben sich als magnetisierte, schnell rotierende Neutronensterne herausgestellt. Der Verfasser zweifelt nicht daran, daß Gleiches früher oder später auch mit den Galaxienkernen oder irgendwelchen anderen kosmischen „Quasi-Wundern“ geschehen wird. Auf dem Symposium in Bjurakan habe ich deshalb das Prinzip begründet, wonach jedes kosmische Signal als natürlich zu betrachten ist, solange nicht das Gegenteil erwiesen ist.

Fortsetzung und Schluß im Heft 3/78

Buchbesprechungen

Neue unterhaltsame Astronomie

Wer glaubt, in diesem Buch auf unterhaltsame Weise, worauf der Titel deutet, systematisch mit der Astronomie und ihren heutigen Erkenntnissen vertraut gemacht zu werden, der irrt, wobei der „Irrtum“ sich vor allem auf den Begriff „systematisch“ bezieht.

Der Leser muß sozusagen schon ein bestimmtes astronomisches Grundwissen haben, er muß viele Zusammenhänge kennen und, das ist wesentlich, auch über den neuesten Stand der Kenntnisse, die zum Teil auf revolutionierenden Entdeckungen durch den Einsatz von Raumflugkörpern beruhen und auch mit den neuesten erdgebundenen und raumflugtechnischen Forschungsmethoden wie den radioastronomischen Forschungen, den Untersuchungen im Bereich der Infrarotstrahlung, der ultravioletten Strahlung, der Röntgen- und Gammastrahlung bekannt sein. Mit Begriffen wie z. B. „Schwarze Löcher“ muß er zumindest etwas anfangen können. Letzteres mag nur ein Beispiel sein.

Philosophische Betrachtungen spielen eine wesentliche Rolle in den Ausführungen, wobei der Autor mitunter sogar einige Kapitel lang Wissenschaftler und Philosophen (z. T. mit verschiedenen weltanschaulichen Grundauffassungen) theoretisch Streitgespräche über „theoretische“ Probleme führen läßt. Auch wissenschaftlich-phantasische Erzählungen werden eingestreut. Wenn der Autor in seinem Vorwort schreibt: „In der modernen Astronomie vollzieht sich ein Prozeß, der sich sehr intensiv schon früher in der Physik abgespielt hat“, so müßte man ihn fragen, ob er zur Zeit nur die „moderne Astronomie“ und nicht mehr die „moderne Physik“ betrachtet. Meint er, daß nun auch in der Astronomie (nachdem die Physik damit fertig ist!) grundsätzlich neue Erkenntnisse gewonnen werden?

Es gibt, so meine ich, viele Übersetzungen in den Äußerungen, die der Autor anonymen Personen in den Mund legt. Es ist aber doch ein Versuch zum Denken anzuregen, den man loben muß.

Im Ganzen gesehen kann man sagen, es handelt sich bei diesem Buch um eine philosophische Deutung der heutigen Erkenntnisse über den Kosmos, die lesenswert ist und so hoffe ich, einen breiten Leserkreis vor allem bei der jüngeren Generation finden wird. Es lohnt sich auch einmal weitergehendere Gedanken zu machen, Gedanken, die über das spezielle Fachwissen hinausgehen und viele Fakten im Zusammenhang zu sehen. Auch wenn der eine oder andere mit den Auffassungen der vom Verfasser geäußerten Gedanken an dieser oder jener Stelle nicht konform geht, ist dieses Buch in jedem Falle empfehlenswert.

KARL-HEINZ NEUMANN

Komarow, V. N. Neue unterhaltsame Astronomie (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Bd. 37). Übersetzung aus dem Russischen. 315 S. mit 36 Abb., kartoniert 16,50 M.

Der Sternhimmel

Immerhin hat dieses Büchlein mit seinen ersten beiden Auflagen bereits schon rund 40000 Leser erreicht und erfreut; die nun vorliegende dritte wird sicher auch nicht lange in den Buchhandlungen liegen bleiben. Es ist eben alles in allem ein sehr populärwissenschaftlich geschriebenes Werk, das aber um astronomisch-wissenschaftliche Termini und exakte Definitionen belleibige keinen Bogen macht.

Hervorzuheben ist nach wie vor (vgl. die Beschreibung der 2. Auflage in „Astronomie und Raumfahrt“ Heft 6/1975) die nahezu ideale Anschaulichkeit in der Einheit von Text und Abbildungen. Sowohl der, der überhaupt erst einmal etwas über Astronomie erfahren möchte als auch der, der mehr wissen will, kommt auf seine Kosten. Und obwohl der Autor bei der Beschreibung von 19 der bekanntesten Sternbilder wohlwunderweise — im Gegensatz zur 2. Auflage — nicht mehr so weit in die Mythologie eindringt, bleibt noch genügend „historischer Stoff“, um die Namen der Bilder und Sterne zu belegen.

Die Einteilung in die Kapitel „Sternhimmel und Weltraum — Materie und Weltraum — Viel Raum und wenig Substanz — Unsere Nachbarschaft — Die Bewegung der Erde“ ist geblieben, auch gibt es wieder die Hinweise zur Himmelsbeobachtung und den Ausflug unter die Sternenhimmel anderer Länder.

KLAUS BÖHMERT

Dr. Klaus Lindner: Der Sternhimmel. „akzent“-Taschenbuchreihe, 3. verbesserte Auflage 1977. 128 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Broschur, 4,50 M, URANIA-Verlag Leipzig, Jena, Berlin.

PZV 31052

Unsere Autoren:

Dr. D. Möhlmann, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5
Karl-Heinz Neumann, 1297 Zepernick, Heißenstraße 90
Prof. Dr. M. Waldmeier, CH — 8006 Zürich, Schmeltzbergstraße 25
Dietmar Böhme, 4851 Nessa Nr. 11
Peter Schmiedeberg, 27 Schwerin, Werderstraße 17A
Wolfgang Roloff, 3511 Birkholz, Dorfplatz 9
Ing. Wolfgang Schwinge, 86 Bautzen, Jägerstraße 24
Manfred Schrötter, 7208 Regis-Breitlingen, Str. der FDJ 44
Elvira Pätzner, 2331 Uders (Rügen), Post Granskevitz
Bill Downs, 130 Jubilee HWY, West, Mount Gambier 5290, South Australia
H.-J. Blasberg, 8053 Dresden, Tolkewitzer Straße 44
Jürgen Rendtel, 15 Potsdam, Fichtestraße 5
Klaus Friedrich, 1193 Berlin, Alt Treptow 1
Klaus Böhmert, 12 Frankfurt (Oder), Otto-Nuschke-Straße 34

3¹⁹⁷⁸ Astronomie und Raumfahrt



INHALT

Die Rotationsbewegungen der Sonne · Dr. D. Möhlmann	65
Definitive Sonnenfleckenrelativzahlen für 1977 · Prof. Dr. M. Waldmeier	67
Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen 1978, Januar und Februar · Prof. Dr. M. Waldmeier	68
Der Einfluß der Berliner Urania-Sternwarte auf die Entwicklung des jungen Bürgel · Arnold Zenkert	68
Via EKRA direkt zum Fernsehbildschirm · Dipl.-Ing. H. D. Naumann	71
Über das Komplexexperiment mit Salut 6 · Martin Bork	72
Thematische Arbeitsgruppen für astronomische Beobachtungen	76
Sonnenbeobachtungen durch Amateure · Dr. S. Marx	78
Hinweise für die Beobachtung der Mondfinsternis 1978 Sept. 16 · Heinz Albert	79

Bildseiten

5 Abb. zum Beitrag „Bau und Betrieb einer kleinen Schmidt-Kamera“	I-IV
---	------

Amateure beobachten und berichten

Bau und Betrieb einer kleinen Schmidt-Kamera 150/210/270 · Wolfgang Roloff	83
Versuche es selbst! Auflösung aus Heft 5/77	88
Dritte Wettbewerbsaufgabe des ZFA Astronomie, Gruppe A	89
Dritte Wettbewerbsaufgabe des ZFA Astronomie, Gruppe B	90

Junge Amateure

Die Sonnenfleckenentwicklung der 21. Periode · Michael Liemen	90
Komet 1977 m (Kohler) · Hans-Jörg Mettig	91

Kurzberichte

15. Astronomietagung des Bezirkes Karl-Marx-Stadt	91
Seminar des Arbeitskreises „Sonne“ – Tätigkeitsbericht der Fachgruppe Astronomie des Kreises Nauen in Falkensee	92
Keine Raumsonde zum Halleyschen Kometen – Apollo-Mondstationen beendeten Tätigkeit – Zum Thema „Uranusinge“ – Der Krebsnebel vergrößert sich	93

Aus der Literatur

Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall (Fortsetzung und Schluß)	94
Präzisierung des Uranusdurchmessers – Streifen auf der Phobosoberfläche – Galaxien gezogen – Energetische Elektronen vom Jupiter im interplanetaren Raum	95
Bekommt Jupiter einen künstlichen Satelliten? – Zwei neue Programme der ESA – Nova Oph 1977 – Kowals merkwürdig langsames Objekt	96
Bedeckung von Japetus durch die Saturnringe – Meteoritenfall – SS Cygni und der schnelle Burst – Io sendet starke Radiostrahlung – Die Röntgenografie des Weltalls	3. Umschlagseite

Buchbesprechung

Kosmische Weiten	4. Umschlagseite
----------------------------	------------------

Redaktionschluß: 15. 3. 1978

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur, Astronomie), 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium; OL Heinz Albert (Amateure beobachten und berichten), 063 Crimmitschau, Straße der Jugend 8; Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17; Bernd Zill (Junge Amateure), Pionier- und Volksternwarte 0412 Schneeberg; Karl-Heinz Neumann (Raumfahrt), 1297 Zepernick, Heinestraße 90; Artur Hockauf (verantwortlicher Redakteur), 1157 Berlin, Marksburgstraße 13. Redaktionssitz: 104 Berlin, Hessische Straße 11/12. Fernsprecher 283 07 44.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Manuskripte werden nur in doppelter Ausfertigung (mit Durchschlag) angenommen.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena.

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1978 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 1490/78 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.

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

Das Interesse an Untersuchungen der relativ komplizierten Phänomene der Sonnenrotation ist in den vergangenen Jahren deutlich angewachsen, da man hofft, aus der Kenntnis des Rotationsverhaltens der solaren Photosphäre Rückschlüsse auf Struktur und Bewegungen des Sonneninneren ziehen zu können. In der vorliegenden Überblicksarbeit werden die auf den ersten Blick zweifellos überraschenden Eigenheiten in der Rotation einzelner Erscheinungen in der Sonnenatmosphäre und ihr möglicher Bezug zu den physikalischen Prozessen im Sonneninneren dargestellt.

1. Allgemeine Eigenschaften der gegenwärtigen Sonnenrotation

Die mittlere Rotationsgeschwindigkeit der Sonne beträgt am Äquator nahezu 2 km/s. Damit ist die Sonne im Vergleich zu den Sternen der Stadien O, B, A und frühes F ein relativ langsamer Rotator (Kraft, 1969). Da es überdies deutliche Hinweise darauf gibt, daß mit der Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit der F- und G-Sterne das stellare Magnetfeld ebenfalls schwächer wird (Skumanich, 1972), können die Untersuchungen des Rotationsverhaltens der F- und G-Sterne wesentliche Hinweise auf das Verhalten des Drehmoments eines Sterns im Laufe seiner Entwicklung (möglicherweise auch im Zusammenhang mit der Entstehung von Planetensystemen) bringen.

Die Photosphäre der Sonne rotiert nicht als starrer Körper. Sie zeigt dem Beobachter eine differentielle, zum Sonnenäquator hin zunehmende, Rotationsgeschwindigkeit. Diese Tatsache ist seit den systematischen Untersuchungen von Carrington in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts bekannt. Seit jener Zeit ist die differentielle Rotation der Photosphäre Gegenstand von Beobachtungen mit verschiedensten Techniken. Eines der überraschenden Ergebnisse dieser verfeinerten Beobachtungen ist, daß das photosphärische Plasma und die in der Photosphäre sichtbaren Magnetfeldkonfigurationen selbst noch wieder unterschiedlich differentiell rotieren (Ward, 1964; Howard, Harvey, 1970). Dabei rotieren die magnetischen Flecken mit einer größeren Geschwindigkeit als das sie umgebende Plasma. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, daß langlebige (großräumigere) magnetische Feldverteilungen (z. B. aktive Gebiete) wiederum im Vergleich zu den Sonnenflecken schneller rotieren. Alle diese Beobachtungsergebnisse können übrigens relativ zwanglos verstanden werden, wenn man annimmt, daß die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne mit abnehmendem Radius zunimmt, daß also neben der photosphärischen noch eine radial differentielle Rotation vorhanden ist, denn die Magnetfelder gelangen aus tieferen Schichten (sowohl als Folge der Diffusion als auch des magnetischen Auftriebs) in die Photosphäre, und sie können demzufolge dort noch eine größere Rotationsgeschwindigkeit aufweisen. Da größere Magnetfeldkonfigurationen notwendigerweise mit tieferen Schichten des Sonneninneren gekoppelt sind, ist auch zu erwarten, daß sie vergleichsweise schneller rotieren als kleinere (flachere) Magnetfelder. Übrigens können diese relativen Bewegungen von Magnetfeldern und Plasmen zum Aufbau solarer elektrischer Felder führen.

Die Untersuchungen des Rotationsverhaltens der oberen Sonnenatmosphäre (Chromosphäre und Korona) haben die theoretischen Erwartungen insofern bestätigt, als auch in diesen Gebieten (bis in die untere Korona) die differentielle Rotation nachgewiesen werden konnte (Simon, Noyes, 1972) und auch eine aus früheren Beobachtungen gefolgerte zusätzliche Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit mit der Höhe letztlich nicht bestätigt wurde. Physikalisch ist dies leicht zu verstehen, da die in Chromosphäre und Korona dominierenden Kraftfelder die aus der Photosphäre stammenden Magnetfelder sind. Diese Felder übertragen ihr Rotationsverhalten auf die höheren Schichten.

Infolge der enormen Aufheizung der unteren Sonnenkorona entsteht bekanntlich ein ständig von der Sonne abfließender Plasmastrom, der Sonnenwind. Messungen mit Sonden in diesem interplanetaren Phasenstrom haben nun ergeben, daß dieser in einer Entfernung von 1 AE von der Sonne eine azimutale Geschwindigkeit von ungefähr 10 km/s hat. Der Vergleich mit der (azimutalen) Rotationsgeschwindigkeit am Sonnenäquator von etwa 2 km/s zeigt, daß der Sonnenwind im Zusammenhang mit seiner radialen Expansion auch noch azimutalen Kräften ausgesetzt ist. Dieses Problem der azimutalen Beschleunigung des Sonnenwindes ist bis heute noch nicht zufriedenstellend geklärt, vor allem deswegen, da hier insgesamt ein mathematisch schwer zu behandelndes dreidimensionales Problem vorliegt und fundiertere Untersuchungen dieser dreidimensionalen Struktur des Sonnenwindes erst Gegenstand der Forschungen der nächsten Jahre sein werden.

Der mit dem ständigen Abfluß des Sonnenwindes verbundene Verlust an Drehimpuls kann übrigens durchaus für die Entwicklung des solaren Rotationsverhaltens von Bedeutung sein.

2. Die differentielle Rotation der Photosphäre

Die differentielle Rotation des photosphärischen Plasmas und der in ihm eingebetteten Magnetfeldkonfigurationen ist seit etwas mehr als zehn Jahren Gegenstand verstärkter Untersuchungen, da die Erwartung besteht, aus einem Verständnis der zu dieser „Superrotation“ führenden physikalischen Prozesse, Informationen über Struktur und Dynamik des Sonneninnern, wenigstens aber der Konvektionszone, zu erhalten. Hinzugekommen ist in den letzten Jahren die Erkenntnis, daß nicht nur die Sonnenatmosphäre sondern auch die Atmosphäre von Erde, Jupiter und Saturn eine ähnliche Superrotation aufweisen. Damit wurde das Problem der differentiellen Rotation von Atmosphären sehr verallgemeinert und von einem speziellen Problem der Sonnenphysik zu einem der Hydrodynamik rotierender Atmosphären.

Eine näherungsweise analytische Darstellung der Breitenabhängigkeit der differentiellen Rotation wird zumeist in der Form

$$\omega = a + b \cos^2 \theta + c \cos^4 \theta$$

versucht, wobei θ die Polardistanz darstellt und die Konstanten die Werte $a = 2,78 \cdot 10^{-6}$ rad/s, $b = -3,51 \cdot 10^{-7}$ rad/s und $c = -4,43 \cdot 10^{-7}$ rad/s haben (nach Howard, Harvey, 1970). Diese Darstellung sagt aus, daß die (siderische) Rotationsperiode am Äquator bei nahezu 25 Tagen liegt, daß für mittlere Breiten ($\theta = 45^\circ$) Werte zwischen 28 Tagen und 29 Tagen charakteristisch sind, und daß in Polnähe die Rotationsdauer bei 37 Tagen liegt.

Physikalische Modelle der solaren differentiellen Rotation, die, indem sie die wesentlichsten zur Superrotation führenden physikalischen Prozesse und ihre Ablaufkette zusammenfassen, eine quantitative Beschreibung ermöglichen, sind sehr kompliziert. Es gibt zur Zeit noch kein allgemein akzeptiertes Modell der differentiellen Rotation. Qualitativ besteht jedoch soweit Übereinstimmung, daß die differentielle Rotation eine Folge des Einflusses der allgemeinen Rotation der Sonne auf die Konvektion ist.

Aus dem bisher erwähnten mag der Eindruck entstanden sein, daß die differentielle Rotation ein stabiles und ständig präsent Phänomen ist. Dies wurde auch bisher angenommen. Neuere Untersuchungen von Eddy et al. (1976) haben nun gezeigt, daß die differentielle Rotation während des 17. Jahrhunderts bis um einen Faktor 3 stärker war als heute. Dies folgt aus den Auswertungen der Beobachtungen des Danziger Astronomen Johannes Hevelius (1611–1687), dessen Sonnenbeobachtungen im Anhang seines Buches über den Mond, die Selenographie, enthalten sind. In diese Zeit fiel das sog. Maunder-Minimum (1645–1717), während dessen die Sonnenaktivität nahezu ruhte. Aus den sehr sorgfältig aufgezeichneten Beobachtungen der (spärlichen) Sonnenflecken konnten nun Eddy et al. (1976) auf die Bewegungen dieser Sonnenflecken und daraus auf die im Vergleich zur heutigen sehr verstärkte differentielle Rotation schließen.

In diesem Zusammenhang muß auf die bereits erwähnte radial differentielle Rotation Bezug genommen werden. Gemäß den modernen Vorstellungen von der Entstehung solarer (Wechsel-) Magnetfelder durch sogenannte Wechselfeldindynamos (Krause, Rädler, 1971) muß die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne nach innen zunehmen ($d\omega/dr < 0$). Es ist nun möglich, daß vor bzw. während des Maunder-Minimums ein starker Drehimpulstransport von innen nach außen bis in die Photosphäre erfolgte und somit der Betrag der Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit nach innen verkleinert wurde und in der Folge davon die Dynamowirkungen abgeschwächt wurden, so daß praktisch kaum Sonnenflecken beobachtbar waren.

3. Die Abplattung der Sonne

Die bereits erwähnte vermutete schnellere Rotation des Innern der Sonne führt automatisch zu der Frage nach der Abplattung der Sonne. Diese Fragestellung hat nun in den letzten Jahren eine besondere Bedeutung bei der experimentellen Überprüfung der Theorien von Einstein und Brans-Dicke erhalten. Diese Theorien fordern unterschiedliche Werte für die Periheldrehungen der Planeten. Die Interpretation der gemessenen Periheldrehungen kann aber dadurch verfälscht werden, daß Abweichungen von der kugelsymmetrischen Gestalt und Massenverteilung der Sonne, insbesondere der zentralen massereichen Regionen, ebenfalls zu Periheldrehungen der Planetenbahnen führen können. Es ist üblich, diese z. B. durch die Sonnenrotation bedingten Abweichungen mit dem Quadrupolmoment der Sonne zu charakterisieren. Da auch dieses Quadrupolmoment aus Beobachtungen der Sonnenabplattung bestimmt werden kann, sind in den letzten Jahren sehr sinnreiche Experimente durchgeführt worden, um diese Abplattung der Sonne zu messen. Die Auswertungen dieser Experimente weisen darauf hin, daß die Abplattung der Sonne, wenn sie vorhanden ist, sehr gering ist. Dies spricht gegen eine sehr schnelle Rotation des Sonneninnern. Andererseits ist dieses negative Ergebnis eine Bestätigung der ursprünglichen Einsteinschen Theorie.

Mit dem von Hill et al. (1975) zur Messung der Abplattung der Sonne gebauten Teleskop wurden übrigens nahezu gleichzeitig mit Severny et al. (1976) auf der Krim und mit Brooks et al. (1976) auf dem Pic-du-Midi Oszillationen der Sonne entdeckt, deren Physik noch umstritten ist, die aber möglicherweise, analog den seismischen Wellen der Erde, Aussagen über die Struktur des Sonneninneren liefern können.

Literatur:

R. P. Kraft, 1969, in *Stellar Astronomy*, Kap. IV-1, Gordon & Breach, New York. — A. Skumanich, 1972, *Astrophys. Journal*, 171, 565. — F. Ward, 1964, *Pure Appl. Geophys.* 58, 157. — R. Howard, J. Harvey, 1970, *Solar Physics*, 12, 23. — G. W. Simon, R. W. Noyes, 1972, *Solar Physics*, 26, 8. — J. A. Eddy, T. A. Gilman, D. E. Trotter, 1976, *Solar Physics*, 46, 3. — F. Krause, K.-H. Rädler, 1971, in *Ergebnisse der Plasmaphysik und Gaselektronik II*, Akademie-Verlag, Berlin. — H. A. Hill, R. T. Stebbins, 1975, *Astrophys. J.*, 200, 429. — A. B. Severny, V. A. Kotov, T. T. Tsap, 1976, *Nature*, 259, 87. — J. R. Brooks, G. R. Isaak, H. G. van der Raay, 1976, *Nature*, 259, 99.

Definitive Sonnenfleckenzahlen für 1977

Tag	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1	20	15	0	7	15	44	42	17	22	43	44	20
2	32	19	8	11	14	43	45	15	20	37	40	20
3	25	19	8	10	22	43	42	24	29	47	25	31
4	25	16	8	7	23	49	39	19	25	47	22	47
5	24	18	8	7	18	40	40	23	20	48	25	58
6	13	7	9	8	16	39	40	26	26	55	27	58
7	0	7	8	7	12	41	25	28	25	57	34	55
8	0	26	20	0	19	38	20	25	18	52	27	45
9	0	21	20	0	25	33	17	30	30	47	31	58
10	0	25	19	0	29	29	23	25	40	38	25	75
11	14	28	19	8	34	27	9	23	45	28	26	71
12	22	48	14	12	35	22	8	29	51	33	27	62
13	23	68	8	16	26	20	10	40	48	53	28	44
14	22	61	7	22	33	25	7	40	47	48	31	37
15	24	45	0	29	26	8	0	42	53	54	39	41
16	18	49	0	31	25	8	0	38	56	53	49	39
17	30	47	8	32	20	8	0	36	53	51	51	29
18	26	37	0	29	12	21	0	40	60	50	54	33
19	7	25	0	22	0	33	7	35	59	54	52	40
20	0	14	0	12	11	21	8	33	60	54	38	23
21	15	9	0	20	14	28	8	33	58	42	32	23
22	24	9	10	19	7	40	23	38	42	35	28	17
23	34	9	9	18	7	57	30	15	41	30	24	23
24	35	8	7	8	7	60	38	19	48	29	18	31
25	20	8	14	0	0	74	42	25	46	28	10	35
26	14	8	8	14	7	71	42	34	49	30	9	41
27	0	0	9	8	13	74	37	38	54	38	14	50
28	13	0	16	11	16	65	26	36	61	37	9	45
29	11	16	10	20	50	16	40	64	42	10	58	
30	8	8	9	30	45	10	36	60	45	23	64	
31	10	8		40		8	31		52		67	
M =	16.4	23.1	8.7	12.9	18.6	38.5	21.4	30.1	44.0	43.8	29.1	43.2

jährliches Mittel = 27.5

Prof. Dr. M. WALDMEIER

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1978, Januar und Februar

Tag	Jan.	Febr.	Tag	Jan.	Febr.
1	84	128	16	23	64
2	88	120	17	24	56
3	102	131	18	14	55
4	102	138	19	8	53
5	73	137	20	7	52
6	69	129	21	20	63
7	42	121	22	30	74
8	36	89	23	43	69
9	36	94	24	37	78
10	15	96	25	32	94
11	18	95	26	47	86
12	26	92	27	69	79
13	26	93	28	79	88
14	36	82	29	90	
15	30	59	30	104	
			31	118	

Mittel Januar = 49.3

Mittel Februar = 89.8

Prof. Dr. M. WALDMEIER

Der Einfluß der Berliner URANIA-Sternwarte auf die Entwicklung des jungen Bürgel

Aus Anlaß des 30. Todestages von Bruno H. Bürgel am 8. Juli 1978

ARNOLD ZENKERT

Der junge Bürgel sah sich zu Beginn der 90er Jahre einer aussichtslosen Notlage gegenüber, nachdem sich die Hoffnungen vieler Arbeiter nach der Aufhebung des Sozialistengesetzes i. J. 1890 nicht erfüllt hatten. Die Widersprüche in der Gesellschaft führte Bürgel auf die mangelhaften Bildungsmöglichkeiten des arbeitenden Volkes zurück. In seiner Biographie schreibt er: „... so ist das alte System mit seiner schlechten Aufklärung und Schulung des Arbeiters schuld daran, daß jetzt unser Wirtschaftsleben unter unerfüllbaren Forderungen zusammenzubrechen droht. Nur Wissen kann hier helfen, den Klagen und Ermahnungen der Arbeitgeber und Besitzenden setzt der Arbeiter mit Recht sein Mißtrauen entgegen ... mir war es unfäßbar, wie man etwas anderes sein konnte als Sozialdemokrat!“ Die Arbeitslosigkeit traf ihn hart. Wie so viele junge und unverheiratete Menschen erhielt auch er die Entlassungspapiere. In ergreifenden Worten schildert er die verzweifelte Lage: „... Woche um Woche, Monat um Monat lief ich hungrig und frierend, abgerissen und verzweifelt in dem ungeheuren Berlin umher. Es war Herbst, es wurde Winter, der Frühling kam ... nichts, nichts, nichts! ... des Morgens früh ging ich, mit einigen Schmalzbröten in der Tasche, nach Berlin hinein. ... als der Winter kam, wurde es noch schlimmer ... Im ganzen war ich dreißig Wochen ohne Arbeit!“ In der Weihnachtszeit stand er mit selbst zusammengeklebten und modellierten bunten Lampenschirmen unter dem Stadtbahnbogen Alexanderplatz und wurde so ohne Händlerschein von der Polizei verjagt. Die Bücher von H. George „Fortschritt und Armut“, A. Bebel „Die Frau und der Sozialismus“, E. Bellamy „Rückblick aus dem Jahre 2000“ und E. Zola „Germinal“ hatten auf Bürgel eine starke und nachhaltige Wirkung ausgeübt.

In diesem Zusammenhang muß auf eine Unstimmigkeit in Bürgels Lebenserinnerungen „Vom Arbeiter zum Astronomen“ (1919) verwiesen werden. Bürgel erwähnte mehrmals das Jahr 1895, in dem er Not litt und Arbeit suchte. Auch das folgende Jahr zählt mit dazu, wenn er schreibt: „Der Winter ging, und wir waren bereits im April, aber eine dauernde Beschäftigung hatte ich noch nicht finden können ...“ Demnach mußte er im Frühjahr 1896 noch ohne Beschäftigung gewesen sein, wenn man von einigen Gelegenheitsarbeiten absieht. Die inzwischen in den Besitz der Bürgel-Gedenkstätte Potsdam gelangte und später noch zu erwähnende Bescheinigung der Urania-Sternwarte nennt allerdings den 1. Oktober 1894 als den Beginn der Tätigkeit in dieser Einrichtung. Diese große zeitliche Differenz von mehr als 1½ Jahren ist vermutlich dadurch zu erklären, daß Bürgel seine Lebenserinnerungen über 20 Jahre später niedergeschrieben und sich dabei geirrt hat. Kennzeichnend für seine Jugendjahre war seine Vorliebe für Bücher über alle Wissensgebiete sowie die schöne Literatur. Er bezeichnete sich als „Helfühngiger im Labyrinth der Erkenntnis“ und nutzte jede Gelegenheit zu lesen und sich weiterzubilden. Das von M. W. Meyer (1863–1910) verfaßte Reclam-Bändchen „Auf der Sternwarte, oder wie der Astronom zu den Resultaten seiner Forschung gelangt“ übte auf Bürgel einen sehr großen Eindruck aus und lenkte sein Interesse mehr auf das Gebiet der Astronomie. Er schreibt darüber: „Wenn ich auch nach und nach in alle möglichen Wissensgebiete eindrang, so blieb doch die Himmelskunde mein Spezialfach. Hier griff ich langsam zu immer ernsteren Werken, und vor allem fing ich an, selbst Himmelsbeobachtungen zu machen. Ich baute mir mit bescheidenen Mitteln Meßinstrumente, und nach langem

Sparen konnte ich mir endlich ein kleines Fernrohr, das ich im Schaufenster eines Trödlers entdeckt hatte, anschaffen ... Jahrelang habe ich so als Arbeiter mit großer Gewissenhaftigkeit statistische Aufzeichnungen über Sonnenflecken und Sternschnuppenfälle gemacht, veränderliche Sterne beobachtet und kleine Berechnungen angestellt, und dabei mancherlei entdeckt, was – wie ich später erfuhr, als ich diese Arbeiten auf der Sternwarte vorlegte – längst bekannt war, aber doch bewies, daß ich richtige Schlüsse aus meinen Beobachtungen gezogen hatte...“ Das Büchlein von Meyer war für ihn „der Baedeker für seine Lebensreise“ und gab ihm die Anregung zu einem beinahe tollkühnen Gedanken: Eine Anstellung auf der Berliner Urania-Sternwarte zu bekommen! Hatte doch der Autor die Möglichkeit erwähnt, Hilfsarbeiter in einer solchen Einrichtung zu beschäftigen. Bürgel faßte daraufhin den Entschluß, an Meyer zu schreiben und ihm seine Hilfe für kleinere Arbeiten auf der Sternwarte anzubieten. Vom jugendlichen Feuereifer gepackt, hegte er nur noch den einzigen Wunsch, diese Tätigkeit zu erhalten. „Wenn du auch nur ebensoviel Lohn bekommst, daß du dich sattessen kannst – so sagte ich mir – wirst du glücklich sein, denn du wirst der Wissenschaft, wirst den Sternen nahe sein.“

Meyer lud ihn zu sich, um sich ein Bild von dem jungen Enthusiasten machen zu können und er hatte wohl auch bald erkannt, daß eine Förderung dieses jungen und begabten Menschen eine menschliche Pflicht war. Über die erste Begegnung mit dem Urania-Meyer berichtete Bürgel: „Ich war natürlich außerordentlich befangen, denn ich trat zum ersten Male in meinem Leben einem bekannten Manne in einflußreicher Stellung gegenüber, der mich noch dazu einer gewissen Prüfung unterziehen wollte. Aber die so liebenswürdige und herzliche Art des Gelehrten gab mir schnell mein Gleichgewicht zurück. Meine Arbeiten gefielen ihm ... er war bereit, mir zu helfen, schenkte mir einige astronomische Werke, die mich weiterbilden sollten, gab mir Freikarten zum Besuch der wissenschaftlichen Vorträge und ermutigte mich in jeder Weise...“

Meyer verschaffte ihm die Anstellung eines Saaldieners für ein monatliches Gehalt von 50,- Mark. Für Bürgel eröffnete sich damit der Zugang zu den Vorträgen, den Experimenten, der umfangreichen Bücherei und zur Sternwarte. Es war ihm gestattet worden, auf der Sternwarte unter Anleitung von Fachleuten zu arbeiten und Studien zu treiben. Mit begeisterten Worten berichtet er über seine ersten Eindrücke: „Ich erinnere mich noch deutlich des Tages, an dem ich zum ersten Male die Sternwarte betrat.

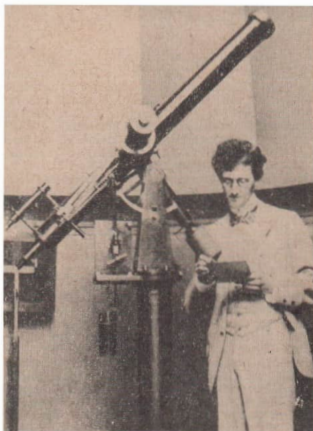


Abb. 1: Bürgel in der URANIA-Sternwarte.

Es war ein seltsam feierliches Gefühl ... Vor mir tat sich die mächtige Kuppel auf, das Riesenfernrohr mit seinen blinkenden Hebeln, Kreisen, Schrauben, Lupen stand vor mir, ich befand mich an der Pforte zur Unendlichkeit, von der aus der kleine Mensch hineintritt in die Sternräume, von wo er mit seinem Lichtstümpfen, „Wissen“ genannt, hineinzuleuchten sucht in die aschgraue Unermeßlichkeit.“ Bürgel war „zu einem dienenden Bruder im Tempel der Himmelsgöttin“ geworden. Für ihn bedeutete diese Tätigkeit eine nicht zu unterschätzende Förderung seiner Begabung. Neben den Gelehrten, Fachkräften und Referenten, die dort tätig waren bzw. Vorträge hielten, waren es

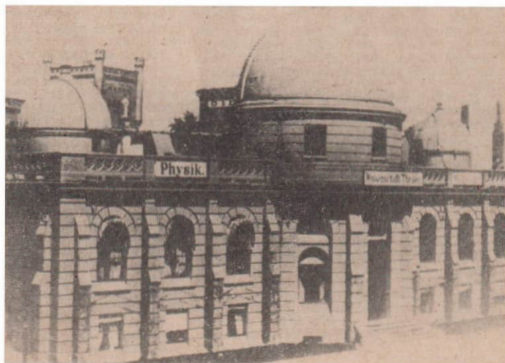


Abb. 2:
Die Berliner
URANIA.

aber auch die zahlreichen wissenschaftlich interessierten Besucher, mit denen er zusammenkam und diskutieren konnte.

Die Berliner URANIA-Sternwarte

Mit der Bezeichnung URANIA ist das Bestreben verbunden, breite Schichten des Volkes im 19. und 20. Jahrhundert auf naturwissenschaftlichem Gebiet zu bilden. Die raschen Fortschritte aller Naturwissenschaften, die eine Fülle an Entdeckungen und neuen Erkenntnissen brachten, veränderten das wissenschaftliche Weltbild und das Denken der Menschen. Auch die Astronomie hatte dafür wesentliche Beiträge geliefert, und das öffentliche Interesse am Gegenstand ihrer Forschungen nahm besonders in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts rasch zu. Mehrere namhafte Forscher und Fachleute trugen diesen Bestrebungen Rechnung, indem sie populärwissenschaftliche Darstellungen der Himmelskunde verfaßten, die eine weite Verbreitung fanden. In diesem Zusammenhang sind besonders Littrow (1781–1840), Mädler (1794–1874), Diesterweg (1790–1866) und auch A. v. Humboldt (1769 bis 1859) zu erwähnen.

Mit der Eröffnung der Berliner URANIA i. J. 1880 kam Dr. Max Wilhelm Meyer nach Berlin – eine Persönlichkeit, der die populäre Astronomie sehr viel zu verdanken hat. Mit seinen fachlichen und organisatorischen Fähigkeiten verstand er es, die URANIA über die Belange der Astronomie hinaus zu einem Mittelpunkt allgemein-naturwissenschaftlicher Unterweisungen zu erweitern. Die in ganz Deutschland vorbildliche Einrichtung war auf diesem Gebiet zweifellos eine echte Sensation. Ein Novum war, daß die Besucher zum Experimentieren aufgefordert und zum Nachdenken angeregt werden sollten. Der Vorsitzende des Aufsichtsrates war kein Geringerer als Wilhelm Foerster (1832–1921), Direktor der Berliner Sternwarte und der eigentliche Initiator dieser einmaligen „astronomischen Schaustätte“. Sein Werk war ganz im Sinne von Humboldt: Alles allen erkennbar machen! Mit drei Refraktoren, darunter einem Zwölfföhrer, und einem Passageinstrument war die instrumentelle Ausstattung sehr reichhaltig.

Die Veranstaltungen fanden unter der Bevölkerung eine sehr große Resonanz, bereits im 1. Halbjahr wurden 60000 Besucher gezählt. Zu den Mitarbeitern von Meyer zählten auch Archenhold und Körber, 1893 kam Witt hinzu, der 1895 zum Abteilungsvorsteher aufrückte und durch die Entdeckung des Planetoiden Eros (1898) bekannt geworden ist. Zu den Fachleuten der Sternwarte gehörte auch Dr. K. Graff (1878–1895), später Direktor der Sternwarten Hamburg und Wien. In einem Brief an Prof. D. Wattenberg i. J. 1948 gibt er seine Erinnerungen an den jungen Bürgel wieder: „An der Urania-Sternwarte hatte ich damals die Hilfskraft Bruno Bürgel, den ich außerordentlich schätzte, und der mir wissenschaftlich und menschlich ... näher stand ... Ich habe es sehr bedauert, daß diesen vortrefflichen Menschen zu Lebzeiten keine Auszeichnung (zu teil) wurde ...“

Auch Meyer berichtete i. J. 1910 in einem Zeitungsartikel über die Tätigkeit Bürgels in der URANIA: „Als ich noch die Berliner URANIA leitete, kam einmal ein junger Mann von etwa 18 Jahren zu mir, der erzählte, daß der Stiefsohn eines Schuhmachers sei und ganz glücklich sein würde, namentlich seit er sein Brot in der Fabrik, wo er bisher arbeiten mußte, nicht mehr fände, wenn er irgendwo in der URANIA angestellt werden könnte. Er wurde Saakdiener. Er hat dann inständigst, gelegentlich auf der Sternwarte Handlangerdienste tun zu dürfen. Ich gab ihm Bücher zu lesen. Die Leidenschaft packte ihn, – heute nach 15 Jahren überschreibe ich die Briefe an ihn, „Lieber Freund und Kollege!“, wenn er auch in übertriebener Bescheidenheit mich immer noch seinen „Meister“ nennt. Er hat letzthin ein schönes illustriertes Buch herausgegeben „Aus fernen Welten“, das mit echtem poetischen Schwung und aus vollem Herzen kommende Begeisterung geschrieben, eine ganz treffliche Einführung in das erhabene Reich der Sterne ist. Den Namen dieses Mannes will ich nennen, denn er wird noch manchen Freunde der Sternkunde begegnen: Es ist Bruno H. Bürgel.“

Bürgel, der mit Besuchern aus den verschiedensten Schichten der Bevölkerung zusammentraf, hatte in dieser Zeit viel über die Bildung des Volkes nachgedacht. „Es reizte mich als früherer Arbeiter, gerade zu Arbeitern in Wort und Schrift über Fragen solcher Art zu sprechen“, schreibt er in seiner Biographie und berichtet über das Zusammentreffen mit Frau A. Dawidowa, der Herausgeberin der russischen populärwissenschaftlichen Zeitschrift „Mir Boshi“ („Gottes Welt“) in St. Petersburg (heute Leningrad). Bürgel erhielt den Auftrag, für diese, der jungen russischen Arbeiterbewegung nahestehende Zeitschrift eine längere illustrierte Arbeit zu liefern. Im Jahrgang 6 (1897), Nr. 12 (Dezemberheft), Seite 48 bis 57 der Zeitschrift „Mir Boshi“ erschien dann Bürgels erste publizistische Arbeit unter dem Titel „Altes und Neues über den Planeten „Mars““. Er hatte damit ein höchst aktuelles Thema ausgewählt, denn 20 Jahre zuvor hatte Schiaparelli die „Kanäle“ und Halli die beiden winzigen Marsmonde entdeckt. Bereits in diesem Beitrag erwies sich Bürgel als ein Meister des anschaulichen Vergleiches sowie der populären Darstellungsweise. Damit war aber auch ein echtes Erfolgserlebnis verbunden, das sich auf seinen späteren Entwicklungsgang entscheidend auswirkte.

In diese Zeit fällt auch die zweite Arbeit Bürgels, die ihm noch Wilhelm Liebknecht abnahm. Über die Begegnung mit diesem Arbeiterführer schreibt Bürgel: „In seiner geraden, biederen Art tat er das mit den Worten: „Junger Mann, die Gedanken sind gut, und alles ist klar und verständlich, aber mit der Orthographie hapert es noch da und dort. Na, das wird schon besser werden. Hier sind 20 Mark. Sie wollten uns die Arbeit umsonst zur Verfügung stellen, da sie für die Parteipresse bestimmt ist, aber mir scheint, Sie können die paar Mark noch nötiger brauchen als wir. Also nehmen Sie, und lassen Sie recht bald wieder was von sich hören!“ Diese Arbeit über die Sonne erschien am 15. 12. 1897 (Nr. 292, Beilage „Unterhaltungsblatt“) im „Vorwärts“.

Am 24. April 1896 wurde das neue Gebäude der URANIA in der Taubenstraße 48/49 eröffnet, der Schwerpunkt der Veranstaltungen verlagerte sich immer mehr in die Innenstadt, während die URANIA-Sternwarte am Gelände des Landesausstellungsparkes in der Invalidenstraße in den Hintergrund zu treten begann. Gewiß dürfte auch die Installierung des Riesenfernrohrs i. J. 1896 in Treptow dabei eine Rolle gespielt haben, indem dadurch viele Besucher angelockt wurden. Mangelhaftes Verständnis der Behörden sowie eine Verwaltungskrise veranlaßten Meyer am 24. 9. 1897 zu seinem Rücktritt, so daß die URANIA ihres Mitbegründers und ihrer wesentlichen Triebkraft beraubt war.

Bürgels Tätigkeit in der URANIA wurde von Witt mit folgenden Worten bescheinigt: „Herrn Bruno Bürgel wird hierdurch auf seinen Wunsch bescheinigt, daß er während seiner Tätigkeit an der URANIA zu Dienstleistungen auf der Sternwarte der Gesellschaft URANIA in der Zeit vom 1. Oktober 1894 bis zum heutigen Tage herangezogen worden ist und sich im Umgang mit den Besuchern des Instituts wie in der Behandlung der Instrumente die volle Zufriedenheit seiner Vorgesetzten erworben hat.“ Berlin, den 28. Februar 1900. (Man beachte: Das Jahr 1900 hatte gemäß der gregorianischen Kalenderreform keinen Schalttag!)

Das schönste Zeugnis stellte ihm ohne Zweifel Meyer in einem Briefe aus, den er kurz vor seinem Tode i. J. 1910 an Bürgel richtete und darin seine Sorge um den Fortbestand der URANIA ausdrückte: „Mein lieber Freund und Kollege! Unter den modernen Schriftstellern unserer Art kenne ich keinen, dem ich mich so kongenial fühle wie Ihnen. Und, wenn ich auch leider sagen muß, daß ich persönlich nur einen so geringen Einfluß auf Sie nehmen konnte, so bin ich doch davon überzeugt, daß meine Lebensarbeit ganz im Allgemeinen mit befriedigend auf Sie wirkte und so bin ich glücklich, Sie meinen hervorragenden Schüler zu nennen.“

Nun müssen Sie auch die Idee der URANIA fortführen. Es kann kein anderer wie Sie. Ruhen Sie nicht. Machen Sie noch etwas viel, viel Schöneres als ich es vermochte. Sie können es. Was ich zu helfen vermag, tue ich gern ... Sie

sind noch jung. Sie werden erreichen, was Sie wollen, wenn Sie die Augen aufhalten und – warten. Wenn ich's nicht mehr erlebe, so schadet's nicht viel. Die URANIA-Idee hat einen Jünger in Ihnen ...

Inzwischen herzlichste Grüße von Ihrem stets getreuen alten Freunde Dr. Meyer“

Fünfundzwanzigjährig verließ Bürgel die Sternwarte, um bei verschiedenen Verlagen als redaktioneller Mitarbeiter tätig zu sein. Bis zur Herausgabe seines Hauptwerkes „Aus fernen Welten“ vergingen noch 10 Jahre. W. Foerster ebnete ihm später den Weg als Gasthörer auf der Berliner Universität.

Die Jahre auf der Berliner URANIA zählen zweifellos mit zu den schönsten in Bürgels Leben. In diese Zeit fällt der Beginn seiner erfolgreichen schriftstellerischen Tätigkeit, die zu seinem Lebensinhalt werden sollte. Stets war es sein Ziel, mit seinen Beiträgen, Büchern und Vorträgen die Bildung der breiten Volksmassen zu heben. Für Bürgel waren die Jahre in der Sternwarte – um mit Gorki zu

sprechen – seine Universitäten und „die große Wendung“ in seinem Leben. Sein autodidaktisches Streben sich zu bilden, fand in dieser vorzüglich ausgestatteten Einrichtung weitgehend Erfüllung. Zu dem umfangreichen Wissen und den praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die er sich dort aneignen konnte, wuchsen auch noch Selbstsicherheit, Urteilsfähigkeit und Menschenkenntnis. Nicht zuletzt haben auch die vielen Erfolgsergebnisse dazu beigetragen, daß seine Persönlichkeit sich voll entfalten konnte.

Literatur:

B. H. Bürgel: Vom Arbeiter zum Astronomen. Berlin 1919 u. 1935. – D. Wattenberg: Bruno H. Bürgel, Berlin-Treptow 1965. – D. Wattenberg: Die Berliner Urania und die Urania-Sternwarte. Vortrag am 22. 2. 1966 in Treptow. – Archivmaterial der Bürgel-Gedenkstätte Potsdam.

Via EKRAN direkt zum Fernsehbildschirm

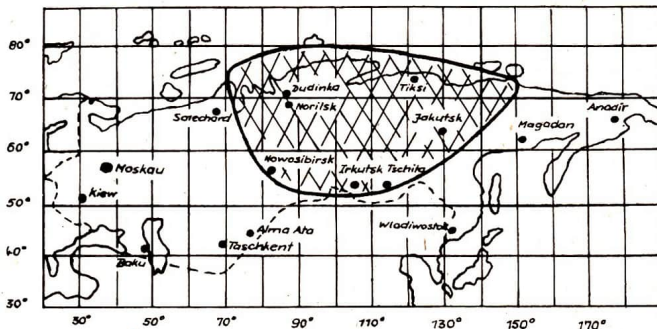
Dipl.-Ing. H. D. NAUMANN

Seit mehr als zehn Jahren befindet sich in der Sowjetunion das regionale Nachrichtensatellitensystem „Orbita“ in Betrieb. Rund 80 Erdefunkstellen mit 12 m – bzw. 25 m-Antennenanlagen senden und empfangen die Satellitensignale und verteilen sie an nahezu 30 Millionen Menschen. Über 10 „Intersputnik“-Stationen außerhalb der Sowjetunion bilden das System, darüber hinaus die Grundlage des Internationalen Fernschreib- und Fernsprechverkehrs sowie Fernsehprogrammaustausch zwischen den sozialistischen Staaten einschließlich Kubas. Die „kosmische Basis“ bilden bisher rund 70 auf stark elliptische oder geostationäre Bahnen gebrachte Erdsatelliten der Typen „Molnija“ 1, 2, 3 und 1 S sowie „Raduga“.

Seit 1976 befindet sich nun ein zweites Nachrichtensatellitensystem der UdSSR im Aufbau, das das „Orbita“-

System nicht ablösen, sondern ergänzen soll und als neue Qualität in der Entwicklung der sowjetischen Nachrichtensatellitentechnik anzusehen ist. Das als „EKRAN“, übersetzt „Bildschirm“, bezeichnete System ist den Rundfunksatellitendiensten zuzuordnen, worunter gemäß Definition der Internationalen Fernmeldeunion ITU anlässlich der Weltfunkverwaltungs-konferenz 1971 Satellitensysteme zu verstehen sind, die den individuellen Empfang der Satellitensendungen durch das Empfangsgerät des einzelnen Teilnehmers oder den Gemeinschaftsempfang durch Gruppen in einem bestimmten Ort oder über ein Verteilungssystem mit Hilfe von Kabelzuführungen in einem begrenzten Gebiet erlauben [1]. In die letzte Kategorie sind die „EKRAN“-Satelliten einzuordnen, von denen bisher zwei am 26. 10. 1976 und 20. 9. 1977 gestartet wurden, die beide im Synchronorbit über dem Indischen Ozean bei 9° 0,1 L stationiert sind. Sie dienen der Übertragung der zentralen sowjetischen Fernsehprogramme in solche Teile der UdSSR, in denen wegen der geringen Bevölkerungsdichte der Aufbau großer „Orbita“-Erdefunkstellen und der daran angeschlossenen terrestrischen Relaisnetze unökonomisch ist. Das System erlaubt deshalb vorwiegend die Gebiete östlich

Abb. 1: Versorgungsbereich des Nachrichtensatelliten EKRAN I (nach [3]).



des Urals und des mittleren Sibiriens, insgesamt etwa 10 Mio. km². Es erweitert die Zahl der sowjetischen Fernsehzuschauer, die die Möglichkeit des Empfangs der zentralen Programme haben, um 18 bis 20 Millionen und erhöht den Anteil des mit dem zentralen Programm versorgten Territoriums von bisher 1/5 auf 2/5 [3].

Die „Ekran“-Satelliten sind so leistungsfähig, daß der Empfang ihrer Signale mit einfachsten Anlagen möglich ist, die sich nur noch wenig von konventionellen Fernsehempfangsanlagen unterscheiden. Sie gehören zu den leistungsfähigsten Nachrichtensatelliten, die heute in Betrieb sind. Die etwa 3000 kg schweren Raumflugkörper haben zylindrische Gestalt, sind 3,5 m lang und verfügen über mehr als 10 m große Solarzellenausleger [2]. Das Antennensystem besteht aus 96 einzelnen Spiralantennen mit insgesamt 33,5 dB Antennengewinn. Die gesamte Antennenfläche ist 2,3 × 5,5 m groß. Die Fernsehsignale gelangen von Ostankino zu einer bei Moskau gelegenen Erdefunkstelle, deren 12-m-Antenne sie dem Satelliten bei 6,2 GHz zustrahlt. Die Abstrahlung durch den Satelliten erfolgt im UHF-Bereich bei 702–726 MHz mit 300 W Sendeleistung. Durch die Nutzung des UHF-Bereichs erübrigt sich eine Frequenzumwandlung am Boden.

Die Empfangsanlagen erfordern nur geringen finanziellen Aufwand (im Vergleich zu den „Orbita“-Stationen) und sind damit auch für kleinere Ortschaften vertretbar. Im Einsatz sind zwei Typen [3].

— Eine Gemeinschafts-Empfangsanlage mit einem Versorgungsradius von 10 bis 20 km. Die Elektronik ist

in einem Schrank von etwa 60 kg Gewicht mit den Abmessungen 139 × 70 × 34 cm untergebracht. Die Empfangsantenne besteht aus 32 Yagi-Antennen von 3,5 m Länge. Jede dieser Antennen hat 30 gekreuzte Direktoren, einen Strahler und einen 2,1 m langen Reflektor. Die Antenne ist vierfach gestockt und hat einen Gewinn 30 dB.

— Eine Gemeinschafts-Empfangsanlage mit einem Versorgungsradius von 3 bis 5 km. Die Elektronik ist in diesem Fall in einem 5 kg schweren Zusatzgerät mit den Abmessungen 17 × 24 × 44 cm untergebracht. Die Antenne besteht aus vier Yagi-Antennen und ist zweifach gestockt. Ihr Gewinn beträgt 20 dB. Diese Antenne kann auf dem Dach von Wohnhäusern montiert werden.

Bis 1977 waren 100 Empfangsanlagen installiert, u. a. auch in Wohnsiedlungen für die Arbeiter an der Baikal-Amur-Magistrale. Bis 1980 sind insgesamt 1000 Stationen geplant.

Damit ist das „Ekran“-System das erste kommerziell genutzte Rundfunksatellitensystem unseres Erdballs.

Literatur:

[1] Götze, H.: Rundfunksatellitendienste. Deutsche Post 17 (1972) 6, S. 169–172. — [2] — Le Bourget 1977. Fliegerrevue, (1977) 9, S. 388–390. — [3] Schamschin, W.: Mit „Ekran“ zum Fernsehbildschirm. Radio, (1977) 5, S. 1–3.

Über das Komplexexperiment mit Salut-6

MARTIN BORK

Das in der bisherigen Raumfahrtgeschichte umfangreichste Komplexexperiment mit der sowjetischen Orbitalstation Salut-6, den drei bemannten Raumschiffen Sojus-26, -27, und -28 sowie dem unbemannten Transportraumschiff Progress-I hat seinen vorläufigen Abschluß gefunden. Einige Aspekte dieses Unternehmens tragen für die Zielstellung der sowjetischen Kosmonautik richtungsweisenden Charakter. In diesem Beitrag sollen die wichtigsten Ergebnisse und die durchgeführten Experimente zusammengefaßt werden.

Ablauf des Komplexexperimentes

Am 29. September 1977 gelangte die 6. sowjetische Orbitalstation auf eine Erdumlaufbahn. Zehn Tage später, am 9. Oktober, folgte ihr das Raumschiff Sojus-25 mit den beiden Kosmonauten Wladimir Kowaljonok und Waleri Rjumin, deren Anlegemanöver jedoch aus Sicherheitsgründen vorzeitig abgesetzt werden mußte. Zwei Monate später, am 10. Dezember, unternahmen die beiden Sojus-26-Kosmonauten Juri Romanenko und Georgi Gretscho einen erneuten Versuch, mit der Station zu koppeln. Diesmal verlief alles planmäßig, die Besatzung legte am 11. Dezember an den Kopplungsstutzen am Heck von Salut-6 an und stieg in die Station um. Nach erfolgter Entkonservierung von Salut-6 begab sich am 20. Dezember Georgi Gretscho für 88 Minuten in einem neuartigen Raumanzug in den Weltraum, um die Station von außen zu inspizieren. Besonderes Interesse galt dabei dem Bugkopplungsstutzen. Gretscho konnte der Bodenstation die völlige mechanische Unversehrtheit des Kopplungsstutzens melden, so daß die vermeintliche Kollision von Sojus-25 mit Salut-6 offensichtlich ohne Folgen geblieben ist. Damit war grünes Licht für die Sojus-27-Kosmonauten Wladimir Dshanibekow und Oleg Makarow gegeben, die am 11. Januar 1978 am Bug der Station anlegten. Ein umfangreiches fünftägiges gemeinsames Forschungsprogramm wurde von den vier Kosmonauten absolviert.

Am 16. Januar kehrten die beiden Sojus-27-Kosmonauten mit Sojus-26 zurück, so daß der Heckkopplungsstutzen für das unbemannte Transportraumschiff Progress-I frei wurde, das am 22. Januar

dort anlegte und dessen rund 2300 kg schwere Ladung (Treibstoff, wissenschaftliche Geräte, Nahrungsmittel, Luftvorrichte sowie Austauschbaugruppen für verschlossene Bordapparaturen, insgesamt mehr als 100 verschiedene Posten) innerhalb von 10 Tagen gelöscht wurde. Nach dem Abtrennen von Progress-I am 6. Februar und seinem gezielten Verglühen am 8. Februar über dem Stillen Ozean, liefen bereits die Vorbereitungen für den Start von Sojus-28 an. Dieses Unternehmen krönte schließlich das bis dahin schon so erfolgreich verlaufene Komplexexperiment.

Zum erstenmal in der Geschichte der Raumfahrt hatte dabei ein Staatsbürger einer dritten Raumfahrtnation die Möglichkeit, selbst den Schritt in den Kosmos zu tun. Der ÖSSR-Forschungskosmonaut Vladimir Remek, Sohn des stellvertretenden Verteidigungsministers der ÖSSR, und sein sowjetischer Kollege Alexei Gubarew kamen am 2. März mit Sojus-28, um die Langzeitkosmonauten Romanenko und Gretscho zu ihrem Dauerflugrekord zu beglückwünschen. Nach Durchführung eines siebentägigen gemeinsamen Forschungsprogramms kehrten die Sojus-28-Kosmonauten am 10. März wohlbehalten zur Erde zurück. Romanenko und Gretscho folgten dann wenig später, nachdem sie die Salut-Orbitalstation wieder konserviert hatten. Damit fand das bisher umfangreichste Komplexprogramm in der Geschichte der bemannten Kosmonautik seinen Abschluß. Es trug wesentlich zur Klärung zahlreicher Grundlagenprobleme bei und eröffnete zugleich das Zeitalter der internationalen bemannten Kosmonautik.

Die Orbitalstation Salut-6 und das Transportraumschiff Progress

Bei Salut-6 handelt es sich um eine konstruktiv weiterentwickelte Einheit. Dabei sind die Erfahrungen der Kosmonauten und Techniker mit den zuvor eingesetzten Salut-Stationen und die neuesten Erkenntnisse der Raumfahrtmediziner weitgehend berücksichtigt worden. Die auffälligste Modifikation ist die Neukonzeption der Anordnung des zweiten Kopplungsstutzens am Heck von Salut-6, für dessen Realisierung die Gerätesektion eine maßgebliche Änderung erfahren mußte. So war es erforderlich, das Bahnkorrekturtriebwerk der vorhergehenden Stationen in Form eines Ringdüsen-systems auszuführen. Darüber hinaus mußte durch den notwendigen Übergangstunnel die Gerätezelle in einen Hohlzylinder umgewandelt werden, was räumliche Einsparungen und eine Optimierung der Packungsdichte erforderlich machte. Als notwendiger Kompromiß mußte dabei ein geringerer Treibstoffvorrat für das Bahnkorrektursystem in Kauf genommen werden. Dieser Nachteil ließ sich aber durch die Anhebung der durchschnittlichen Bahnhöhe um etwa 80 bis 90 km weitgehend kompensieren. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß Salut-6 bereits die zweite Station mit zwei Kopplungsstutzen ist. Bereits bei Salut-5 waren zwei derartige Einrichtungen vorhanden. Da jedoch die Bahn bei Salut-5 wesentlich niedriger lag und die Station trotzdem eine Lebensdauer von 412 Tagen hatte, ist anzunehmen, daß die Anordnung des zweiten Kopplungsstutzens ohne Veränderung der Gerätesektion erfolgte und somit nur experimentellen Charakter trug.

Ein weiterer bemerkenswerter Aspekt ist der Einsatz des ersten Versorgungsraumschiffes Progress-I gewesen. Bei der Konstruktion dieses neuen Raumflugkörpertyps stützten sich die sowjetischen Experten auf die bewährte Sojus-Konzeption. Durch die Beschränkung der notwendigen Ausrüstungen auf das Notwendigste und die maximale Auslastung des vorhandenen Nutzvolumens konnte ein effektives Transportsystem in relativ kurzer Zeit entwickelt werden.

Äußerlich ist Progress mit dem Sojus-Transportraumschiff identisch. Die drei bekannten Einheiten Geräte-, Kommando- (bei Progress Treibstoffsektion) und Orbitalsektion (bei Progress Laderaum für Stückgut) sind beibehalten worden. Weggefallen sind jedoch das zusätzliche Meteoriten- und Strahlungsschutzschild, das Hitzeschutzschild der Kommandokapsel für den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre, die hermetisch verschließbare Luke zwischen Kommando- und Orbitalsektion, das Lebenserhaltungssystem, das Fallschirmsystem und die Lande-Bremstriebwerke der Kommandosektion, die Nahrungsmittelvorräte, ein Teil der Sprechfunk-, Datenübertragungs- und Speichereinheiten sowie die Kontensessel der Kosmonauten. Dadurch war es möglich, eine Nutzlast von rund 1000 kg Treibstoff und 1300 kg Stückgut mit diesem insgesamt 7020 kg schweren Raumschiff zur Station zu transportieren. Die Systeme des Rendezvousmanövers, der Bahnverfolgung, der Lageorientierung und der Bahnkorrektur wurden speziell für den automatischen Betrieb ausgelegt und verfeinert. So verfügte Progress über 14 kleine Korrekturtriebwerke (Schub je 10 kp) für die Kopplung und für Orientierungsmanöver sowie über 8 Triebwerke mit je 1 kp Schub für die Präzisionsmanöver. Das Annäherungsmanöver an die Station konnte sowohl mit den Außenbordkameras von Salut-6, als auch mit den zwei Fernsehkameras von Progress-I überwacht werden.

Der beim Ausstieg von Gretscho am 20. Dezember 1977 benutzte Raumanzug ist eine Weiterentwicklung der bekannten Sojus-Raumanzüge. Er besteht aus einer Kombination von Kunstfasern, Metallfäden und Stahlgeweben. Wesentliche Neuerung dabei war, daß jeder Kosmonaut den Raumanzug selbst innerhalb kürzester Zeit ohne fremde Mithilfe anlegen kann, daß er über ein verbessertes

autonomes Lebenserhaltungssystem verfügt, für das die Elektroenergie über die Sicherheitsleine zugeführt wird, und daß die Verschleißbaugruppen (Kohlendioxidabsorber, Atemluftbehälter) leicht ausgewechselt werden können.

Raumfahrttechnische Experimente

In den ersten zwei Wochen ihres Fluges waren die Kosmonauten Romanenko und Gretscho ein Drittel ihrer Arbeitszeit mit Orientierungsmanövern beschäftigt. Ihre Aktivitäten galten besonders den zwei Navigationssystemen Kaskad und Delta.

Bei Kaskad handelt es sich um ein optisch-elektronisches System, bei dem die Sensoren ständig auf den Erdhorizont gerichtet sind. Von einem Impulsgenerator in einer Bodenstation wurden während des Sichtkontaktes zu ihr 10 Mikrometer lange Rubin-Laserimpulse ausgesandt. Die am Außenkörper von Salut-6 befindlichen Winkelreflektoren warfen die Impulse zur Bodenstation zurück. Durch eine Laufzeitmessung und eine Winkelkorrektur gegenüber dem Zenit der Bodenstation konnte somit die momentane Bahnhöhe der Station genau bestimmt werden. Von Nachteil war hierbei jedoch, daß der Höhenwert nur während der Zeit des Sichtkontaktes zur Bodenstation zu ermitteln war.

Mit dem System Delta konnte der Zeitraum für die Bahnvermessung wesentlich erweitert werden. Solange sich die Station auf der Tageseite der Erde befand, wurde die Realbahn vermessen. Dieser Zeitraum reichte aus, eine hinreichend genaue Vorausberechnung für die Schattenseite vorzunehmen. Das System war astroorientiert und verfügte über einen Höhenmesser, den Computer Salut-2 für die Bahnberechnungen und den Typenschreiber Stroka (d. h. Zeile), der die Bahnwerte in lesbarer Form ausdruckte. Nach eingehender Überprüfung wurde dieses System am 22. Dezember 1977 in die ständig wirkenden Systeme der Station aufgenommen.

Ein weiteres Experiment erfolgte mit dem Ionisator Sweshest (d. h. Frische), der mit Progress-I zur Station befördert und am 16. Februar an das Lebenserhaltungssystem angeschlossen wurde. Dieses Gerät ist im Luftfahrttechnischen Institut Kasan (KAI) entwickelt worden. Das Gerät dient der Anreicherung der Kabinenatmosphäre mit negativen Ionen. In den bisher eingesetzten Raumschiffen wurde ein Mangel an negativen Ionen festgestellt. Diese Tatsache hatte besonders für Langzeitflüge negative psychische Auswirkungen auf die Besatzungen. Irdische Untersuchungen haben ergeben, daß der Grad der Konzentration von negativen Ionen in der Atmosphäre erhöhten Einfluß auf das psychische Wohlbefinden des menschlichen Organismus hat. Deshalb, so hoffen die Wissenschaftler, wird das System Sweshest dazu beitragen, die psychische Problematik eines Langzeitfluges zu mindern.

Weiterhin wurden Experimente mit einer Anlage zur Regenerierung von Wasser aus dem Wasserdampf der Kabinenatmosphäre vorgenommen, die Systeme der manuellen und automatischen Steuerung überprüft, der Einfluß von Mikrometeoriten auf die optischen Eigenschaften der 27 Bullaugen der Station untersucht, der Einfluß von Schwingungen auf die Konstruktionselemente der Station eingeschätzt und Veränderungen der Kabinenluft-Zusammensetzung studiert.

Medizinisches Experimente

Da es sich bei dem Salut-6-Komplexexperiment um eine Langzeitmission handelte, waren von Anfang an die medizinischen Untersuchungen ein Programmschwerpunkt. Die beiden Sojus-26-Kosmonauten Romanenko und Gretscho waren schon zu Beginn ihrer Mission in ausgezeichnete körperlicher Verfassung. Bereits am siebenten Flugtag hatten sie die anfänglichen Anpassungsschwierigkeiten in Form von Blutandrang zum Kopf, Übelkeit und Kopfschmerzen völlig überwunden. Nach zwei Wochen Flugzeit stellten die Mediziner fest: die vollständige Anpassung an die Schwerelosigkeit ist erfolgt.

Die Kontrolle der Kosmonauten erfolgte kontinuierlich. Neben täglichen Berichten durch die Kosmonauten selbst, wurden alle zwei bis drei Tage mit dem Gerät Beta-3 Elektrokardiogramme und Seismokardiogramme aufgenommen sowie die Atemfrequenz gemessen. Alle 5 bis 6 Tage erfolgte eine umfangreiche medizinische Untersuchung mit Hilfe des Gerätes Polynom-2M. Mit diesem Gerät wurden die physiologischen Werte der Kosmonauten bestimmt. Entwickelt wurde dieses Gerät im Institut für angewandte Kybernetik Kiew unter Leitung von Professor Gluscho. Die gewonnenen Daten wurden zur Bodenkontrollstation übertragen und dienten den Ärzten zur Beurteilung der körperlichen Verfassung der Besatzung. Die Pulsraten und die Körpertemperatur konnten von den Kosmonauten zu jeder beliebigen Zeit an dem medizinischen Kontrollpult der Station abgelesen werden.

Mit dem Experiment Sauerstoff – hierbei handelte es sich um ein in der ÖSSR entwickeltes Oxyometer, das die Kosmonauten von Sojus-28 mit auf die Station gebracht hatten – konnte die Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes bestimmt werden. Dabei wurde eine Blutprobe in einer Kuvette mittels einer

Lichtquelle durchleuchtet und die Lichtabsorption mit einem Photozellen-Detektor gemessen. Da der Grad der Absorption in bestimmten Wellenlängenbereichen vom Gehalt an Oxyhämoglobin abhängt, konnte die Sauerstoffsättigung des Blutes gemessen werden.

Neben diesen Experimenten wurden u. a. die Funktion des Blutkreislaufes bei völliger Ruhe und bei unterschiedlicher Körperbelastung, der Zustand der wenig belasteten Muskelpartien sowie die Verteilung des Blutes im Organismus untersucht. Mehrfach erfolgte die Abnahme von Blutproben und ihre anschließende Untersuchung.

Wesentlich für den Erfolg der Langzeitmission war das ausgedehnte tägliche Körpertraining, das die Kosmonauten am Veloergometer, dem Laufband und mit Hilfe des Vakuumanzuges Tschibis absolvierten.

Biologische Experimente

Mit dem Raumschiff Sojus-27 wurden u. a. die Geräte und biologischen Proben für das sowjetisch-französische Gemeinschaftsexperiment Zytos in die Orbitalstation gebracht. Mit diesem Experiment wurden mit 160 Zellkulturen (Pantoffeltierchen und *Proteus Vulgaris*-Bakterien) die Auswirkungen der Schwerelosigkeit und der kosmischen Strahlung auf die Entwicklungsprozesse lebender Zellen untersucht. 123 der Zellkulturen wurden von dem Labor für Biomedizin der Medizinischen Fakultät Toulouse zur Verfügung gestellt. Zur eindeutigen Fixierung des Zeitraumes, in dem die Zellteilung unter kosmischen Bedingungen stattfindet, wurden die biologischen Objekte im Zustand der Anabiose (bei $+8^{\circ}\text{C}$) gehalten. Als das Experiment am 12. Januar begonnen wurde, erfolgte eine Temperaturerhöhung auf $+25^{\circ}\text{C}$. Bis zum 15. Januar ist ständig die tägliche Zellteilung und das Wachstum der Proben durch die Kosmonauten beobachtet worden. Über den gleichen Zeitraum wurden in irdischen Labors Vergleichsproben beobachtet. Vor der Rückkehr des Probenbehälters erfolgte wiederum eine Abkühlung der Proben auf $+8^{\circ}\text{C}$. Ziel dieser Untersuchungen war die Klärung des Problems, wie sich die Zellen unter den Weltraumbedingungen verändern und ob ihr Vermehrungsrhythmus forciert oder vermindert wird.

Weitere biologische Experimente galten den Problemen der Wachstumsgeschwindigkeit von *Chlorella*-Algen (biologische Fabrik) über einen langen Zeitraum hinweg. Mit dem ČSSR-UdSSR-Gemeinschaftsexperiment *Chlorella*, dessen Algen Sojus-28 mit in die Station gebracht hat, ist die Verwendbarkeit verschiedener Algenarten für den Einsatz in biologischen Systemen der Lebenssicherung untersucht worden. Dabei wurden die unterschiedlichen Vermehrungsaktivitäten sowie die Menge des produzierten Sauerstoffs registriert.

Im Biolabor ist die Keimung von Pflanzensamen beobachtet worden. Dieses Experiment gehört bereits seit den Anfangsjahren der sowjetischen Kosmonautik zum Repertoire der bemannten Unternehmen.

Neben diesen Experimenten führten die Kosmonauten noch eine Reihe genetischer Untersuchungen mit verschiedenen Insekten- und Amphibienarten durch.

Experimente der Werkstofftechnologie

Mitte Februar begannen die Kosmonauten mit den technologischen Experimenten. Dazu benutzten sie den Elektroschmelzofen Spław (d. h. Legierung), der mit Progress-1 an Bord der Station gebracht wurde. Der computergesteuerte Ofen wiegt 23 kg und benötigt 300 W elektrische Leistung. Das Gesamtsystem besteht aus drei separaten Kammern, einem Steuerpult und einem Computer für die Regelung der erforderlichen Temperatur mit einer Genauigkeit von 5 grd.

In der einen Kammer können die Proben bis auf 1100°C aufgeheizt werden. In der zweiten Kammer wird in einem Temperaturbereich von 600 bis 700°C gearbeitet. Die dritte Kammer verfügt über ein Gebiet mit einem Temperaturgradienten, in dem sich die Temperatur je nach Lage der Probe linear ändert. Die Stirnseite des Ofens zeigt in den Kosmos, so daß die überschüssige Strahlungswärme dorthin abgestrahlt wird und sich die Innenseite des Ofens in der Station auf nur maximal 40°C erhitzt.

Während der Versuche wurden alle Triebwerke des Orientierungssystems abgeschaltet, damit keine dynamischen Störimpulse die Versuchsergebnisse verfälschen konnten. Die Versuche dienten dem Studium der Diffusionsprozesse in geschmolzenen Metallen. Durchgeführt wurden Schmelzversuche mit Aluminium und Antimon, Wolfram und Aluminium, Molybdän und Gallium, Kupfer und Indium, Indium und Antimon sowie Aluminium, Magnesium und Indiumantimonat.

Ein weiterer Komplex waren die Untersuchungen zum Studium des Kristallwachstums unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit mit Proben aus Silber- und Bleichlorid sowie Kupfer- und Bleichlorid für die Belange der elektrooptischen Industrie. Dieses Experiment gehörte zu den insgesamt sechs ČSSR-Experimenten, die die Sojus-28-Kosmonauten durchführten.

Erderkundungsexperimente

In Salut-6 wurde die Multispektralkameras MKF-6M aus der DDR eingesetzt. Hierbei handelte es sich äußerlich um die gleiche Kamera, wie sie bei Sojus-22 zum Einsatz kam. Sie wurde jedoch für den Einsatz in der Orbitalstation dahingehend modifiziert, daß die wichtigsten mechanischen und elektronischen Baugruppen doppelt vorhanden waren. Die 178 kg schwere Kamera ist für eine Betriebszeit von etwa zwei Jahren ausgelegt. Sie besitzt ebenso wie ihre Vorgängerin sechs Kanäle (vier im sichtbaren und zwei im IR-Bereich) mit einer Bandbreite von je 80 nm (außer Kanal 6, der zum Infraroten hin offen ist), die ihr Maximum bei 480, 540, 600, 660, 720 und 840 nm haben. Die Belichtungszeit ist zwischen 7 und 56 msec. einstellbar. Da Salut-6 eine größere Bahnhöhe als Sojus-22 hatte, vergrößerte sich das aufgenommene Gebiet auf 155 mal 225 km. Durch einen einstellbaren Überdeckungsgrad von 20 bis 80 % können die Aufnahmen für eine spektroskopische Auswertung genutzt werden, was den Informationsgehalt der Bilder wesentlich erhöht.

Während die MKF-6 von Sojus-22 vorwiegend experimentellen Charakter trug und zur Erarbeitung einer Methodik für die Erderkundung und für die Bildinterpretation diente, wurde beim Salut-6-Unternehmen die Kamera zu 90 % für volkswirtschaftliche Aufgaben und zu 10 % für wissenschaftliche Zwecke eingesetzt.

Mit der MKF-6M wurden u. a. Aufnahmen von Gebieten Mittelasien, Kasachstans, des Altaigebirges, des Wolgagebietes, der zentralen Schwarzerdezone, des Südrals, der Ukrainischen SSR sowie der Baikäl-Amur-Magistrale (BAM) gewonnen. Über dem Gebiet der DDR erfolgten Aufnahmen des südlichen Gebietes zwischen Eisenach und Görlitz.

Neben den Experimenten mit der MKF-6M wurden noch visuelle Beobachtungen von Gletschern, der Schneebedeckung einzelner Gebiete der Erdoberfläche, die Beobachtung von Nordlichtern, die Vermessung von Meeresströmungen, die Feststellung des Grades der Verschmutzung der Ozeane, die Untersuchung von Schelfgebieten der sowjetischen Küste, Untersuchungen des Bermuda-Dreiecks und des peruanischen Plateaus sowie die Ermittlung von Planktonzonen auf den Weltmeeren vorgenommen. Im Zusammenhang mit den operativen Katastrophenmeldungen wurden Beobachtungen von Waldbränden in Afrika und Australien, die Größe und Driftrichtung von Eisbergen und die Entstehung, Größe und Bewegungsrichtung von Sturmzyklonen durchgeführt. Ebenso konnte die Auswirkung der Kollision zweier amerikanischer Tanker vor der Küste Südafrikas beobachtet werden.

Schlußbetrachtung

Mit dem zurückliegenden Komplexexperiment haben die sowjetischen Wissenschaftler und Techniker einen bedeutsamen Schritt voran getan. Durch den rund 97tägigen Aufenthalt der beiden Sojus-26-Kosmonauten konnten die Mediziner neue, bisher unbekannte Daten über die Auswirkungen des kosmischen Milieus auf den menschlichen Organismus erhalten. Die vierfache Kopplung der Transportraumschiffe hat bewiesen, daß mit dem gewählten Prinzip eine Montage mehrerer Raumflug-einheiten zu einem zusammenhängenden System mit der heutigen Technik problemlos gemeistert werden kann. Die Durchführung von zahlreichen Experimenten mit der ČSSR, Frankreich, der DDR und der UdSSR erweiterte den Aufgabenbereich von Salut-6 wesentlich. Damit hat das Interkosmos-Programm eine beträchtliche Stimulation erfahren. Der Einsatz des ersten Interkosmonauten ist ein Gipfelpunkt der bislang schon so erfolgreichen Kooperation der sozialistischen Staatengemeinschaft. Mit der Meldung, daß noch in diesem Jahr Kosmonauten aus der DDR und der VR Polen zum Einsatz kommen werden, deutet sich eine Wende für die Nutzung der sowjetischen Orbitalstationen an. Mit gemeinsamen Unternehmen werden sowjetische Kosmonauten und Kosmonauten aus den befreundeten sozialistischen Ländern den Weg für eine umfangreichere Nutzung des Kosmos ebnen.

Thematische Arbeitsgruppen für astronomische Beobachtungen

Um die astronomische Beobachtungstätigkeit der Sternfreunde in der DDR zu fördern und zu unterstützen, wurden vom Zentralen Fachausschuß Astronomie des Kulturbundes der DDR thematische Arbeitsgruppen gegründet. Die folgenden Hinweise sollen interessierte Sternfreunde und Amateurastronomen, Schülerarbeitsgemeinschaften und einzelne an der Astronomie besonders interessierte Schüler mit den Zielen und der Tätigkeit dieser Arbeitsgruppen bekannt machen. Alle Interessenten sind zur Mitarbeit aufgerufen; sie wenden sich bitte direkt an die Leitstelle der jeweiligen Arbeitsgruppe.

Arbeitsgruppe „Sonne“

Die Beobachtung der optischen Erscheinungen der Sonnenaktivität ist seit langem ein bevorzugtes Arbeitsgebiet der astronomisch Interessierten, gleich welcher Berufsgruppe oder Altersstufe sie angehören. In immer stärkerem Umfang wenden sich auch die astronomischen Schülerarbeitsgemeinschaften der systematischen Reihenbeobachtung dieser Erscheinungen zu, da durch die Auslieferung des Sonnenprojektionsschirmes zum Schülerfernrohr „Telemotor“ gute technische Voraussetzungen gegeben sind.

Um solche Beobachtungen auch einer sinnvollen Auswertung zuzuführen, bedarf es des Vergleichs mit Ergebnissen anderer Beobachter. Aus diesem Grund haben sich die Sonnenbeobachter im Kulturbund der DDR zu einer Arbeitsgruppe „Sonne“, zusammengeschlossen, deren Konsultationspunkt die Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ in Crimmitschau ist. Dorthin reichen die Beobachter ihre Beobachtungsergebnisse (in Monatsübersichten zusammengefaßt) ein; von dort erhalten sie die dazu benötigten Formulare, die Ergebnisse der anderen Beobachter und die vorläufigen Relativzahlen der Eidgenössischen Sternwarte Zürich, die als Zentralstelle in der internationalen Zusammenarbeit der Sonnenbeobachter tätig ist. Neben diesen Vergleichsmaterialien gibt die Pionier- und Jugendsternwarte Crimmitschau Anleitungen für die Verbesserung der Beobachtungsmethoden heraus. Jährlich werden die ausgewerteten Ergebnisse aller Beobachter veröffentlicht.

Einzelbeobachter oder astronomische Arbeitsgemeinschaften, die sich das Ziel gesetzt haben, langfristig Sonnenbeobachtungen in Angriff zu nehmen und an der Mitarbeit in der Arbeitsgruppe „Sonne“ interessiert sind, wenden sich an die Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“ 963 Crimmitschau, Straße der Jugend 8.

Arbeitsgruppe „Planeten“

Von den vielen Himmelskörpern, die einem Amateurfernrohr zugänglich sind, zählen die gut sichtbaren Planeten unseres Sonnensystems zu den reizvollsten Beobachtungsobjekten. Bedingt durch ihre verhältnismäßig geringe Entfernung erscheinen sie im Fernrohr als Scheibchen mit, je nach der verwendeten Vergrößerung, mehr oder weniger Einzelheiten. Schon das macht sie eindrucksvoller als ein Stern, der stets punktförmig erscheint. Auch die Wahrnehmung der Phasengestalt und der Monde macht die Planeten zu lohnenden Fernrohrbeobachtungsobjekten. Ein weiterer Vorzug ist ihre große scheinbare Helligkeit, so daß sie auch am lichtüberfluteten Großstadthimmel ohne wesentliche Beeinträchtigung gut sichtbar bleiben.

Seit langem werden die Vorgänge auf dem Planeten Jupiter besonders eifrig von Sternfreunden und Arbeitsgemeinschaften beobachtet. Um diese und die anderen Planetenbeobachtungen zu koordinieren und gemeinsam auszuwerten, wurde die Arbeitsgruppe Planeten“ gebildet. In der nächsten Zeit konzentriert sich das Interesse der Beobachter besonders auf den Großen Roten Fleck (GRF) und die weißen ovalen Flecken (WOS-Objekte) auf dem Jupiter. Solche Beobachtungen sind mit Fernrohren ab 80 mm Öffnung sicher, bei guten Bedingungen teilweise auch schon mit Öffnungen ab 63 mm, möglich. Es sollen möglichst viele Längenbestimmungen des GRF und von WOS-Objekten gewonnen werden, und zwar durch die Beobachtung des Zentralmeridiantdurchganges der betreffenden Objekte. Weiterhin ist von Wert, die Vorgänge in der Umgebung des GRF laufend zeichnerisch darzustellen. So gewonnene Zeichnungsreihen können Aufschluß über die Bewegung von Materie um den GRF und ihre gegenseitige Beeinflussung geben.

Leitstelle der Arbeitsgruppe „Planeten“ ist der Bezirksfachauschuß Astronomie Dresden, Hans-Joachim Blasberg, 8053 Dresden, Tolkeritzer Str. 44.

Arbeitsgruppe „Sternbedeckungen“

Die Bestimmung der Ein- und Austrittszeiten bei Sternbedeckungen durch den Mond (im Sonderfall auch durch Planeten) ist eine Aufgabe von wissenschaftlicher Bedeutung, an der Sternfreunde ohne aufwendige Hilfsmittel gut mitarbeiten können. Da es sich in der Regel um Einzelmessungen handelt, erfordert die Mitarbeit an dieser Aufgabe keine langzeitliche Verpflichtung zu einem ständigen Arbeitsprogramm. Jede Einzelmessung ist nützlich und sollte daher erfaßt werden; allerdings ist eine häufigere Beobachtung und Messung dieser Erscheinungen Voraussetzung für die Erhöhung der Sicherheit und für den Erwerb umfangreicher Erfahrungen.

Neben einer genauen Kenntnis der geographischen Koordinaten des Beobachtungsplatzes (auf eine Bogensekunde genau) erfordert die Mitarbeit am Programm, daß Zeitmessungen mit einer Genauigkeit von 0,1 s möglich sind. Das kann durch eine gute, am Rundfunkzeichen orientierte Stoppuhr realisiert werden. Instrumentell werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Bereits Feldstecher und kleine Fernrohre eignen sich zur Beobachtung einer Sternbedeckung. Die zu beobachtenden Ereignisse sind jährlich im „Kalender für Sternfreunde“ verzeichnet; weitere Beobachtungstermine können angefordert werden.

Als Leitstelle der Beobachtung von Sternbedeckungen wurde für alle Sternfreunde und Arbeitsgemeinschaften der DDR die Volks- und Schulsternwarte „Juri Gagarin“, 728 Eilenburg, Am Mansberg festgelegt. Weitere Anfragen sowie alle Meßergebnisse werden dorthin erbeten.

Arbeitsgruppe „Veränderliche Sterne“

Die im Jahre 1973 gegründete Arbeitsgruppe „Veränderliche Sterne“ hat sich die Aufgabe gestellt, allen interessierten Sternfreunden und Arbeitsgemeinschaften Hilfe und Anleitung für die Beobachtung Veränderlicher Sterne zu geben. Sie sammelt geeignete Beobachtungsergebnisse und stellt sie jährlich zusammengefaßt den Fachastronomen zur Weiterverbreitung zur Verfügung. Mitglied der Gruppe kann jeder Veränderlichenbeobachter werden, der wenigstens von einem Stern jährlich Beobachtungen einsendet. Die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt in den „Mitteilungen für Veränderliche Sterne“ der Sternwarte Sonneberg und in anderen wissenschaftlichen Publikationen mit internationaler Verbreitung. Jeder Beobachter erhält einen Sonderdruck.

Jährlich findet ein Zusammenkunft der Arbeitsgruppe in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha statt, um die Beobachtungen auszuwerten und den direkten Kontakt zwischen den Beobachtern zu pflegen. Diese Zusammenkünfte dienen auch der Weiterbildung der Mitglieder. Seit Mai 1977 gibt die Arbeitsgruppe ein Informationsblatt heraus, das einen schnellen Informations- und Erfahrungsaustausch ermöglicht. Die Gruppe umfaßt zur Zeit etwa 50 Mitglieder aus der gesamten DDR. Leitstelle ist die Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte, 7302 Hartha, Gellberg.

Arbeitsgruppe „Meteore“

Mehr als 30 Beobachter beteiligen sich gegenwärtig aktiv an dem Programm, das die Beobachtung der Meteorströme der Persiden, Geminiden und Quadranten als Schwerpunkte enthält. Solche Strombeobachtungen umfassen die gesamte Nacht. Darüber hinaus sind bei jeder Gelegenheit „Stichproben“ der Aktivität von Interesse, um ein Gesamtbild der Meteortätigkeit zu erhalten; dazu sind Beobachtungen von mindestens zwei Stunden Dauer nötig.

Wenn auch der instrumentelle Aufwand sehr gering ist, so stellt die Meteorbeobachtung doch recht hohe Anforderungen in bezug auf Übung und Beharrlichkeit an die Ausführenden. Das gilt besonders für das erste Jahresdrittel (im Mittel 2 bis 4 Meteore pro Stunde)! Seit 1975 werden in die Auswertung auch die Beobachtungsergebnisse vieler einzeln beobachtender Sternfreunde eingearbeitet. So lassen sich Lücken in Beobachtungsreihen schließen und interessante Vergleiche anstellen. Während die Meteorbeobachtungen lange geplant und sorgfältig vorbereitet werden, sind Sichtungen von Feuerkugeln (Meteore ab -4^m) nicht programmierbar. Mit der Auswertung von Feuerkugelbeobachtungen beschäftigen sich andere Amateure in der Arbeitsgruppe. Sie sind auf die Mitteilung aller derartigen Sichtungen angewiesen. Leiteinrichtung der Arbeitsgruppe „Meteore“ ist das *Astronomische Zentrum „Bruno H. Bürgel“*, 15 Potsdam, Neuer Garten.

Arbeitsgruppe „Kometen“

Diese Arbeitsgruppe befindet sich derzeit im Aufbau. Ihre Leiteinrichtung ist die *Schulsternwarte Rodewisch*, 9706 Rodewisch, Rützengrüner Str. 41a. An der Kometenbeobachtung interessierte Sternfreunde und Arbeitsgemeinschaften wenden sich bitte direkt an diese Einrichtung.

Zentraler Fachausschuß Astronomie

Sonnenbeobachtungen durch Amateure

In Heft 4/1976 gab H. Künzel vom Zentralinstitut für Solar-Terrestische-Physik in Beantwortung einer Leseranfrage Hinweise für die heute übliche Zählweise von Sonnenflecken zur Bestimmung der Relativzahl.

Jetzt stellte er der Redaktion freundlicherweise eine ganze Liste von Beobachtungsaufgaben für Amateure zur Verfügung. Es sind Programme, die über das normale Sonnenflecken zählen hinausgehen und im Hinblick auf den begonnenen neuen Aktivitätszyklus von Bedeutung sind:

1. Breitenverteilung der Sonnenflecken und ihre Veränderung im Laufe des Zyklus.
2. Häufigkeit der verschiedenen Fleckengruppentypen nach Waldmeier.
3. Mögliche Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung von Flecken auf der Nord- und auf der Südhalbkugel der Sonne.
4. Entwicklungszeit und Lebensdauer für Flecken verschiedener Typen.
5. Breitenwanderung der Flecken.
6. Eigenbewegungen der Flecken in den Fleckengruppen.
7. Markante Strukturänderungen der Fleckengruppen, besonders in Verbindung mit Flares, deren Positionen aus der Literatur zu entnehmen sind.
8. Größe, Helligkeit und Verteilung der Fackelgebiete.
9. Positionsbestimmung und Häufigkeitsverteilung der Protuberanzen.
10. Längenausdehnung und maximale Höhe der Protuberanzen.
11. Vermessung besonders markanter einzelner Stellen in den Protuberanzen.

Die Bearbeitung der Aufgaben 9 bis 11 verlangt aber schon einen besonderen technischen Aufwand. Die Redaktion möchte Herrn Künzel im Namen aller Sonnenbeobachter für die zahlreichen Hinweise danken und allen Beobachtern viel Erfolg wünschen.

Dr. S. MARX

Zentrale Tagung für Amateurastronomie

Der Zentrale Fachausschuß Astronomie wird am 21. und 22. Oktober 1978 in der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow eine zentrale Tagung für Amateurastronomie veranstalten. Vorgesehen sind Referate, Aussprachen und Zusammenkünfte der thematischen Arbeitsgruppen. Interessenten fordern bitte eine Einladung vom Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie, 104 Berlin, Hessische Str. 11/12 an.

Hinweise für die Beobachtung der Mondfinsternis 1978 Sept. 16

Dieser Beitrag verfolgt das Ziel, unseren Fachgruppen Astronomie sowie den Einzelamateuren einen Überblick zu geben, welche Möglichkeiten für sie bei Finsternisbeobachtungen sinnvoll sind. Zugleich hoffen wir, daß uns alle Beobachter ihre Beobachtungsergebnisse für eine zentrale Auswertung zur Verfügung stellen. Die Ergebnisse dieser Auswertung werden wir in einem Heft des Jahrgangs 1979 veröffentlichen.

Zentraler Fachausschuß Astronomie

1. Einleitung

Die Beobachtung einer Mondfinsternis ist auch heute noch nicht nur ein schönes Naturschauspiel, das zu erleben von Interesse ist, vielmehr gibt sie der Wissenschaft Gelegenheit, interessante Aufschlüsse über die Erdatmosphäre in globalem Maßstab zu erhalten, wenn das durch die Refraktion in den Kernschatten der Erde gelangende Licht untersucht wird. Da durch Witterungsungunst viele Beobachtungen ausfallen, ist eine hohe Beteiligung der Amateure erwünscht, um (zusammen mit den von Orbitalstationen gewonnenen Daten) ein umfangreiches Beobachtungsmaterial zu sammeln.

Wegen fehlender Spezialinstrumente scheiden für die meisten Amateure einige Beobachtungsmöglichkeiten aus (z. B. Spektralaufnahmen und lichtelektrische Photometrie oder spektralphotometrische Aufnahmen), zudem sind die Auswertarbeiten auf diesen Gebieten mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Trotzdem sollten auch die Amateurastronomen sich bemühen, sich künftig mehr und mehr an den Problemen dieser Arbeiten zu versuchen.

2. Zur Phänomenologie der Mondfinsternisse

Infolge der Refraktion gelangt Sonnenlicht noch in den Kernschatten der Erde, da die sehr dicht am Erdrand vorbeigehenden Lichtstrahlen durch die Atmosphäre eine Lichtbrechung mit einer Ablenkung von etwa $10^{\circ}26'$ zum Schattenzentrum hin erfahren. So erklärt sich, daß das Schattengebiet, in welches kein Licht gelangt, nur etwa 0,25 Mill. km lang ist, während der geometrische Erdschatten 1,4 Mill. km lang wäre. Somit wandert der Mond durch das infolge Refraktion aufgehellte Kernschattengebiet. Deshalb unterscheidet man verschiedene Schattengebiete, die nach der hier benutzten Nomenklatur mit I bis III bezeichnet werden sollen.

In das Schattengebiet I gelangt Sonnenlicht, das durch Atmosphärenschichten oberhalb von 40 km hindurchgeht. Es reicht im Halbschatten von 4' außerhalb der Kernschattengrenze bis zu ihr hin. Die Aufhellung im Schattengebiet II, welches vom Kernschattenrand bis 14' in Richtung Kernschattenzentrum reicht, wird durch Licht erzeugt, das die Atmosphäre zwischen 10 und 40 km Höhe passiert. In das innere Schattengebiet III gelangendes Licht geht zwischen 0 und 10 km Höhe durch unsere Atmosphäre. Demnach wird unsere Erdatmosphäre bei einer Mondfinsternis gewissermaßen in ihrem Schattenbild stark vergrößert „abgebildet“, weshalb die Veränderungen, die das Licht beim Durchgang durch die einzelnen Atmosphärenschichten erleidet, großräumig beobachtbar werden und sich daraus gewisse Rückschlüsse über den Zustand unserer Atmosphäre ziehen lassen. Das Schattengebiet II ist dabei von besonderer Bedeutung, weil in Höhen zwischen 10 bis 50 km die Ozonschicht unserer Atmosphäre liegt, dagegen liefern die Beobachtungsbefunde im Schattengebiet III Aufschlüsse über den Trübungsgrad der Troposphäre. Weil sich in dieser untersten Atmosphärenschicht sehr viele kleinste schwebende Teilchen befinden, erscheint dieses Schattengebiet III in zum Zentrum zunehmender Rötung, wie dies nach der wellenlängenabhängigen Streuung an den Luftmolekülen gemäß des Rayleighschen Streuungsgesetzes zu erwarten wäre. Vielmehr bewirken die Wolkenfelder und Staubeilchen eine differenzierte Verfärbung bis zu schmutzig-braunen und graubraunen Tönen. Dagegen lassen anormale Trübungen im Schattengebiet I Schlüsse auf die Anwesenheit von Meteorstaub und Vulkanasche in der Hochatmosphäre zu.

3. Finsternisbeobachtungen mit den Mitteln des Amateurs

Der Einzelamateur wird sich zwangsläufig auf eines der hier genannten Ziele beschränken müssen. Dagegen sollten Fachgruppen versuchen, die gesamte Breite der Beobachtungsmöglichkeiten zu nutzen. Als solche werden empfohlen:

- Schattenantrittsbeobachtungen
- Photometrie der Gesamthelligkeit des Mondes (Silberkugelphotometrie)
- Messung des Helligkeitsverlaufs der Finsternis mit einer lichtelektrischen Zelle
- Visuelle Farbbeobachtungen

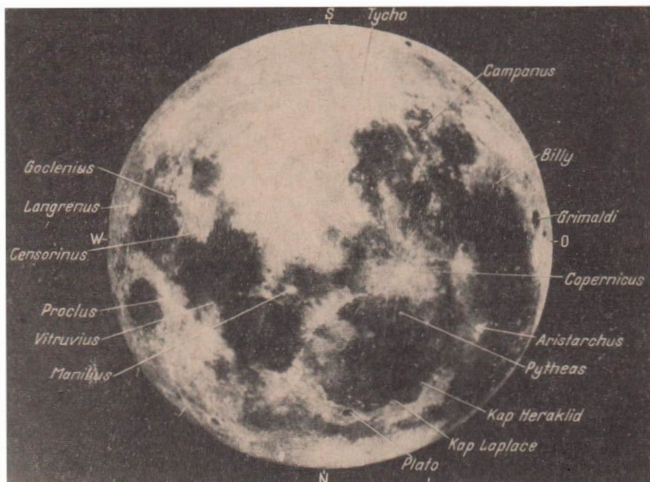


Abb. 1: Mond, „Berliner System“. Aus: G. D. Roth, Handbuch für Sternfreunde.

Die sogenannte „Silberkugelphotometrie“ soll in diesem Beitrag nicht erläutert werden, da sie in [1] und [2] bereits beschrieben ist. Die bei der Auswertung dazu benötigten Extinktionswerte findet man in [3], S. 56.

3.1. Schattenantrittsbeobachtungen

Außer den im „Kalender für Sternfreunde 1978“ von P. Ahnert (S. 74/75) bereits veröffentlichten Daten seien zur totalen Mondfinsternis am 16. September 1978 noch folgende Werte mitgeteilt, die für die Beobachter von Interesse sind:

Kernschattenhalbmesser in Mondentfernung: 2685''

Halbschattendurchmesser in Mondentfernung: 4633''

Geschwindigkeit des Mondes relativ zum Erdschatten: 33°7 pro Std.

scheinbarer Mondhalbmesser: 16'16"0

Um die zu erwartenden Beobachtungsbedingungen schon vorher richtig einschätzen zu können, seien für einen Ort mit 50° geographischer Breite und 15° ö. Länge die Horizontkoordinaten des Mondes genannt:

MEZ	Azimut	Höhe
19 ^h	282°	6°
20 ^h	295°	14°
21 ^h	307°	24°
22 ^h	323°	32°
23 ^h	338°	37°

Obwohl im gesamten Gebiet der DDR der Eintritt in den Halbschatten nicht und der Eintritt in den Kernschatten nur unter äußerst günstigen Bedingungen zu beobachten sein werden, sollten die Austrittszeitpunkte aus dem Kern- bzw. Halbschatten beobachterisch erfaßt werden. Ebenso interessieren die An- bzw. Austrittszeiten (auf 0,1 Min. genau) ausgewählter Objekte auf der Mondoberfläche, weil sich daraus die scheinbare Vergrößerung des Erdschattens berechnen läßt. Diese Ver-

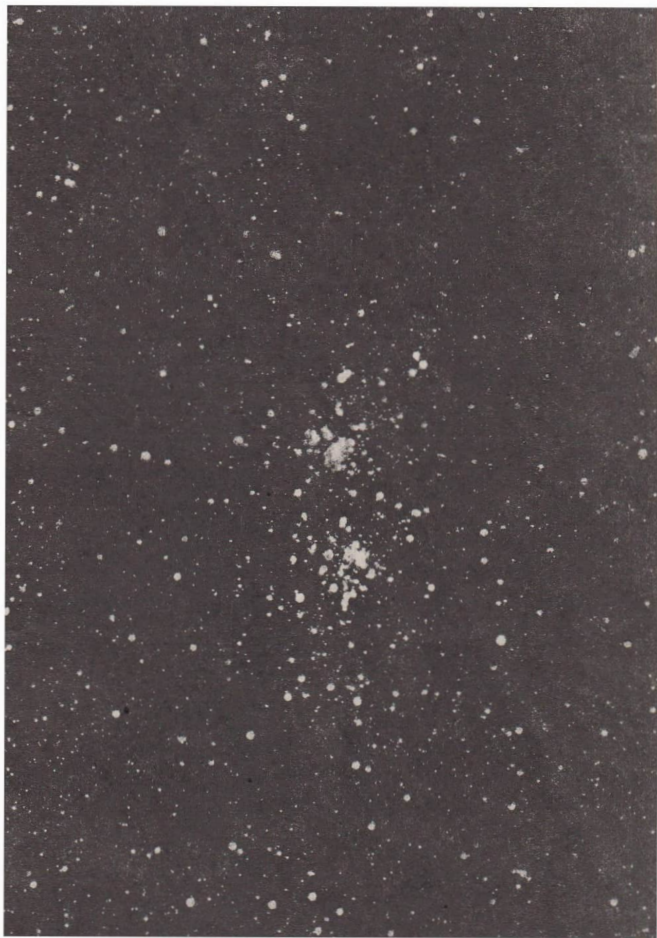


Abb. 3: Die offenen Sternhaufen h und χ Persei. 1977 November 05., 22.30 – 23.00 MEZ, SK 150/210/270 auf Ib-Mont. mit Korrektionsgabel. Kleinbildfilm DK 5 entwickelt in A71 6 min. bei 25 °C. Vergrößerung 13 $\times$ auf Vergrößerungspapier hart. Zum Beitrag S. 83.

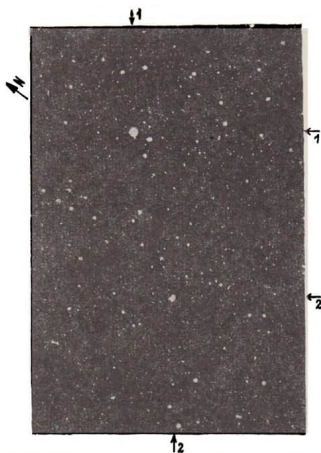


Abb. 4: Zur spektralen Empfindlichkeit des Dokumentenfilms DK 5. Stern 1: 20 η Lyrae, Spektraltyp B 5 – Stern 2: 21 θ Lyrae, Spektraltyp G 9. SK 150/210/270 auf Ib-Montierung mit Korrektionsgabel. Kleinbildfilm DK 5, 30 min. belichtet, entwickelt in A 71 6 min. bei 25 °C. Zum Beitrag S. 83.

Abb. 6, unten: M 42, M 43 Orionnebel. 1978 Januar 31. 20.30 – 20.45 MEZ. SK 150/210/270 auf Ib-Montierung mit Korrektionsgabel. Kleinbildfilm DK 5 entwickelt in RO 9 1. + 40 10 min. bei 25 °C. Vergrößerung 19 $\times$ auf Vergrößerungspapier hart. Zum Beitrag S. 83.





Abb. 5: NGC, 2237-39, Rosetta-Nebel, . 1978 Januar 31. 23.00 – 24.00 MEZ. SK 150/210/270 auf Ib-Montierung mit Korrektionsgabel. Kleinbildfilm DK 5 entwickelt in R 09 1 + 40 10 min. bei 25°C Vergrößerung 13× auf Vergrößerungspapier hart. Zum Beitrag S. 83.



Abb. 7: M 33. 1978 Januar 31. 18.45—19.30 MEZ. SK 150/210/270 auf Ib-Mont. mit Korrektionsgabel. Kleinbildfilm DK 5 entwickelt in R 09 1 + 40 10 min. bei 25 °C. Vergrößerung 19× auf Vergrößerungspapier hart. Zum Beitrag S. 83.

größerung des Erdschattens hängt wesentlich vom Zustand unserer Hochatmosphäre in etwa 100 km Höhe ab, wo starke Anreicherungen mit Vulkanasche und Meteorstaub diese Schattenvergrößerung verursachen. Deshalb sind auch heute die Wissenschaftler an den Schattenantrittsbeobachtungen der Amateurastronomen interessiert. Diese Beobachtungen erfordern lediglich kleine bzw. mittlere Fernrohre mit geringer Vergrößerung und eine genau kontrollierte Uhr mit Sekundenzeiger (Anschluß an das Zeitzeichen im Rundfunk). Die Vergrößerung sollte keinesfalls das 30fache übersteigen: Je stärker die Vergrößerung, desto schwieriger die Festlegung der einzelnen Zeitpunkte. Als Objekte für die Beobachtung der An- und Austrittszeiten empfehlen wir die des „Berliner Systems“ (vgl. Abb.). Diese Objekte sind (mit Ausnahme von Censorinus und Goelenius) auch in der Mondkarte in [3] enthalten, während sich die im Lehrbuch Astronomie Klasse 10 enthaltene Karte infolge ihrer Kleinheit wenig bei der Beobachtung eignet. Als Zeitpunkt sollte der Moment festgehalten werden, wenn der Kernschattenrand die Mitte des ausgewählten Objektes erreicht hat. Es hat sich bewährt, wenn innerhalb einer Beobachtergruppe mehrere Mitglieder parallel beobachten. Auf diese Weise lassen sich gelegentliche „Ausrutscher“ eines Beobachters leicht erkennen und bei der Auswertung eliminieren. Entscheiden sich für diese Beobachtungsaufgabe solche Amateure, die in der Orientierung auf der Mondoberfläche noch nicht genügend Sicherheit besitzen, sollten sie diese unbedingt in den vorhergehenden Lunationen, spätestens aber 1–3 Tage vor der Finsternis zu erlangen versuchen, falls es die Witterungsbedingungen zulassen.

Für nachfolgende Objekte werden die vorausberechneten Schattenaustrittszeiten gegeben, die Jean Meus, Belgien, zur Verfügung stellte, wofür wir ihm danken. (Alle Zeiten in MEZ).

Formation	Austritt	Formation	Austritt
Grimaldi	20 ^h 49 ^m	Timocharis	21 ^h 04 ^m
Aristarchus	20 ^h 50 ^m	Autolyceus	21 ^h 10 ^m
Kepler	20 ^h 55 ^m	Aristoteles	21 ^h 10 ^m
Plato	21 ^h 01 ^m	Tycho	21 ^h 15 ^m
Copernicus	21 ^h 03 ^m	Messier	21 ^h 38 ^m

Obwohl nicht für alle im Berliner System aufgeführten Objekte vorausberechnete Zeiten genannt sind, sollten die Beobachtungen doch auf alle dort genannten Formationen (vgl. Abb.) ausgedehnt werden. Natürlich können die hier mitgeteilten Zeiten nur Anhaltspunkte sein, müssen also von den wirklichen etwas abweichen.

3.2. Messung des Helligkeitsverlaufes der Finsternis

Auf ein Verfahren zur Messung des Helligkeitsverlaufes einer Finsternis, das unter Amateuren weniger als die Silberkugelfotometrie bekannt ist, hat M. Waldmeier bereits 1952 aufmerksam gemacht [4], das auch mit den Mitteln des Einzelamateurs, erst recht natürlich mit denen der gut ausgerüsteten Volks- bzw. Schulsternwarten zu realisieren ist.

Bei den auf dem Observatorium Arosa durchgeführten Beobachtungen während der Mondfinsternis am 5. August 1952 lenkte ein Coelostat das Mondlicht in horizontaler Richtung auf ein visuelles Objektiv mit den Dimensionen 150/2240, das ein Mondbild von 22 mm Durchmesser erzeugte. Das Bild traf eine Selenzelle von 38 mm Durchmesser, die mit einem Galvanometer verbunden war, dessen Vollausschlag einen Strom von 2 Mikroampère anzeigte. Etwa jede Minute läßt sich so eine Messung durchführen.

Dort wo ein solches Objektiv nicht zur Verfügung steht, ist ein Parabolspiegel von gleicher Öffnung ebenso geeignet. Auf den Coelostaten könnte verzichtet werden. Auch die mechanische Nachführung ist im Prinzip entbehrlich, da es einige Minuten dauert, bis das etwa 10 mm große Mondbild den größeren Durchmesser der Fotozelle überstrichen hat. Die Fotozelle wird lediglich im Fokus des Spiegels befestigt. Erst nachdem das Mondbild die Fotozelle passiert hat, wird das Fernrohr nachgestellt und ein neuer Meßvorgang beginnt.

Ein fehlendes Galvanometer kann sicher aus dem Unterrichtsmittelbestand unserer Oberschulen kurzzeitig ausgeliehen werden. Vor Beginn und nach Abschluß der Messungen ist die Feststellung des Galvanometer-Nullpunktes unerlässlich. Um die Fotozelle voll und gleichmäßig auszuleuchten, sollte man den Mond extrafokal auf der Zelle zur Abbildung bringen. Die Messungen sollten auch nach diesem Verfahren im Prinzip bereits mit dem Eintritt in den Halbschatten und dem Austritt aus diesem beginnen bzw. enden. Wie bei der Silberkugelfotometrie sind alle Meßwerte mit der genauen Zeit zu protokollieren und zu vermerken, wann die Beobachtung durch vorbeiziehende Wolken gestört wurde.

Bei langsamen Veränderungen der Helligkeit wählt man als Beobachtungszeitpunkt am besten die volle Minute, während bei rascheren Änderungen der Zeitpunkt fixiert werden sollte, da der Meßzeiger einen Skalenstrich erreicht hat.

3.3. Visuelle Farbbeobachtungen

Visuelle Farbbeobachtungen sind nicht unbedingt an ein Fernrohr gebunden. Recht gute und verwertbare Ergebnisse werden schon mit dem Feldstecher erzielt. Optische Instrumente, die mit Farbfehlern behaftet sind (z. B. Brillenglasfernrohr u. ä.), eignen sich nicht für diese Zielstellung. Für die Zeitmessung ist eine genaue und kontrollierte Taschenuhr ausreichend.

Bei den Farbschätzungen geht es darum, in den einzelnen Schattengebieten die auftretenden Farbänderungen zeitlich und örtlich möglichst genau festzuhalten.

Auf die Schattengrenze, an der infolge Ozonabsorption ein grüner Saum auftritt, ist besonders zu achten, um schon geringfügige Farb- und Helligkeitsänderungen längs der Schattengrenze erfassen zu können. Der grüne Saum kurz nach Beginn (vor Ende) der Totalität kann besonders gut erkannt werden.

Farbtönung und Ausdehnung des grünen Saumes hängen (nach Paetzold [5]) von der Menge und der vertikalen Verteilung des Ozons entlang des Erdterminators ab. Liegt bei hohem Ozongehalt das Dichtemaximum oberhalb einer Höhe von 20 km, muß der grüne Saum stärker blau-grün getönt sein. Dagegen erscheint diese Zone mehr gelb-grün, wenn eine flache Verteilung und niedriger Ozongehalt vorliegen. Um diese Details im grünen Saum sicher erfassen zu können, sollte mit Fernrohren bei etwa 50facher Vergrößerung beobachtet werden.

Darüber hinaus sind die Verläufe im Kernschattengebiet zwischen dem zweiten und dritten Kontakt von Interesse, da sie über die meteorologischen Verhältnisse entlang des Erdterminators Aufschluß geben und von diesen direkt abhängen. Auch hier gilt: Jede festgestellte Helligkeits- oder Farbbänderung ist mit dem lokalen Ort auf der Mondscheibe und dem Beobachtungszeitpunkt zu fixieren.

Für die auftretenden Farbnancen hat E. Mädlow 1953 vorgeschlagen, die Nomenklatur philatelistischer Farbkataloge zu benutzen [6].

Schließlich sei erneut darauf hingewiesen, daß die benutzten Uhren am besten an einem festen Ort liegen sollten und auch nach Beendigung der Beobachtungen mit dem Zeitzeichen verglichen werden sollten. Unter allen Umständen aber sind die Uhren vor auftretenden Temperaturunterschieden zu schützen.

Wir bitten alle Beobachter, ihre Ergebnisse zur Auswertung zur Verfügung zu stellen und bis Ende Oktober 1978 an die Redaktion der Zeitschrift – Amateure – einzusenden.

Dieser Aufruf entstand auf Anregung und unter Benutzung von Vorarbeiten von Dietmar Böhme (Nessa) sowie in Anlehnung an eine 1964 als Manuskript versandte Beobachtungsanleitung des ZFA Astronomie (Autor: K.-H. Neumann, Berlin).

HEINZ ALBERT

Literatur:

- [1] Albert, H.: Partielle Mondfinsternis ... fotometriert. In: *Astronomie und Raumfahrt* 1975/1 S. 171.
- [2] Guhl, K.: Die Silberkugelfotometrie und ihre Anwendung. In: *Astronomie und Raumfahrt* 1977/6, S. 188ff.
- [3] Ahnert, P.: Kleine praktische Astronomie. J. A. Barth, Leipzig 1974.
- [4] Waldmeier, M.: Der Helligkeitsverlauf während der Mondfinsternis vom 5. August 1952. In: *ORION* 1952/37.
- [5] *Naturwissenschaften* 38 (1951), 544/45.
- [6] Mädlow, E.: Hinweise zur Beobachtung der totalen Mondfinsternis. In: *AN d. Archengold-Sternwarte* 5 (1953), Nr. 2.

Berichtigung

In Heft 6/77 muß es auf Seite 188 in 2. Formel nach Dr. Güttler richtig lauten: $+ 51g \frac{r}{a}$ und nicht $+ 51g \frac{a}{r}$.

Wir suchen

Materialien, wie Bilder, Briefe, Dokumente aus dem Leben Bruno H. Bürgels zum Ankauf oder zur Anfertigung von Fotokopien.

Bürgel-Gedenkstätte im Astronomischen Zentrum
15 Potsdam, Neuer Garten, Tel. 2 24 47

Verkaufe: Abbe-Komparator, Bestzustand 400, – M
H. Mierendorf, 8057 Dresden
28 – 31

Amateure beobachten und berichten

Bau und Betrieb einer kleinen Schmidt-Kamera 150/210/270

WOLFGANG ROLOFF

Nach mehrjährigen Versuchen und Erfahrungen, mit handelsüblichen Linsenobjektiven lernt man Vorzüge und Mängel dieser Systeme bei der Aufnahme von Sternfeldern kennen. Trotz der mit einigen Objektiven erreichbaren guten Bildqualität ist doch ein Mangel offenbar: Die Lichtstärke dieser Objektivs geht mit zunehmender Brennweite beträchtlich zurück und zur Abbildung lichtschwacher Objekte, wie z. B. Nebel, werden unverhältnismäßig lange Belichtungszeiten erforderlich. Der Einsatz hochauflösender, niedrigempfindlicher Aufnahmematerialien ist so gut wie sinnlos, obwohl gerade diese bei den kleinen Abbildungsmaßstäben der üblichen Fotoobjektive anzustreben wären. Eine Alternative zu den Linsenobjektiven ist der Selbstbau einer Schmidt-Kamera mit für den Amateurgebrauch zweckmäßigen Größen.

Planung und Entwurf

Nach reiflicher Überlegung aller zu erwartenden Schwierigkeiten entschloß ich mich, den Eigenbau durchzuführen. Die Optik erwarb ich zu günstigen Bedingungen von der Werkstätte für Astro-Optik „Michael Großmann“ in Falkensee/Finkenkrug. Bei der Wahl der optischen Kenngrößen waren die örtlichen Beobachtungsbedingungen, die technologischen Probleme, der Abbildungsmaßstab und die Montierungsmöglichkeit ausschlaggebend. Der Bau einer Schmidt-Kamera ist ohne systematisches Herangehen an diese Aufgabe schlecht möglich. Ich begann mit der Beschaffung und dem Studium der erreichbaren Literatur, wobei mir Sternfreunde behilflich waren. Nachdem die äußeren Abmessungen und Gewichte der beiden optischen Teile, Korrekptionsplatte und Spiegel, bekannt waren, konnten die Abmessungen des Kamerakörpers festgelegt werden. Alles mußte bei voller Stabilität so leicht wie möglich sein, um die Verwendung der Kamera an der Ib-Montierung zu sichern.

Das Konzept entwickelte ich aus den Überlegungen heraus, die Funktionstüchtigkeit des Instruments, bei größtmöglicher Einfachheit der Konstruktion, zu gewährleisten, sowie nur praktisch durchführbare Technologien der Herstellung einzuplanen. Der letztere Punkt ist von entscheidender Bedeutung, und man sollte sich ganz darüber im klaren sein, welche technischen Arbeitsgänge erforderlich sein werden. Wer nicht die Möglichkeit hat, alles selber herzustellen, muß der Mithilfe findiger Handwerker wie Klempner, Schlosser und Dreher sicher sein.

Bau der Kamera

Die Kamera entstand, bis auf die Optik, im Eigenbau, da eine entsprechend eingerichtete Werkstatt zur Verfügung stand. Eine detaillierte Schilderung aller Arbeiten wäre hier zu umfangreich, auch werden die jeweiligen technischen Möglichkeiten überall anders sein. Die perspektivische Schnittdarstellung der Kamera und der Kassettenthalterung soll hier weitere Auskunft geben. Lediglich die Spiegelbefestigung ohne Fassung sei kurz erklärt. Im Schwerpunktkreis des Spiegels bei 0,7 D wurden in Klebetechnik (Mökodur) drei kreisrunde Messingstücke aufgebracht. In diesen befinden sich Bohrungen mit Gewinde M 6. Die Bohrungen enden noch im Metall. Mit diesen Messingstücken liegt der Spiegel auf Hartgummunterlagen und wird durch 3 Zugschrauben an der Grundplatte, die gleichzeitig den Tubusabschluß bildet, gehalten. Die 3 Zugschrauben dienen auch der Justierung, denn durch unterschiedliches Festziehen gelingt es in Grenzen, den Spiegel zu neigen. Diese Art der Befestigung ist äußerst einfach und hat sich bewährt. Anfangs befürchtete Verspannungen des Spiegels treten bei einem Instrument dieser Größe nicht auf, wenn durch Genauigkeit beim Bau bereits gute Grobjustierung erreicht wird.

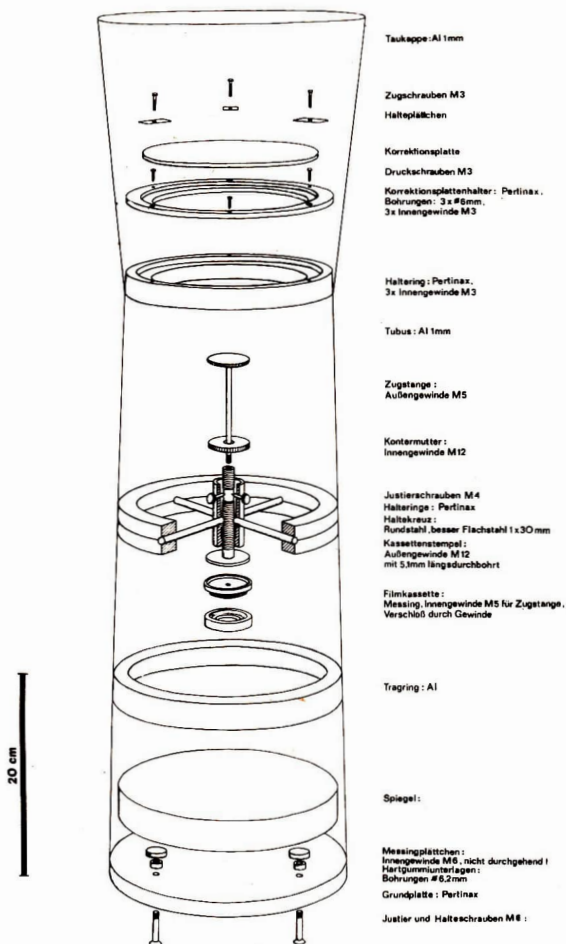
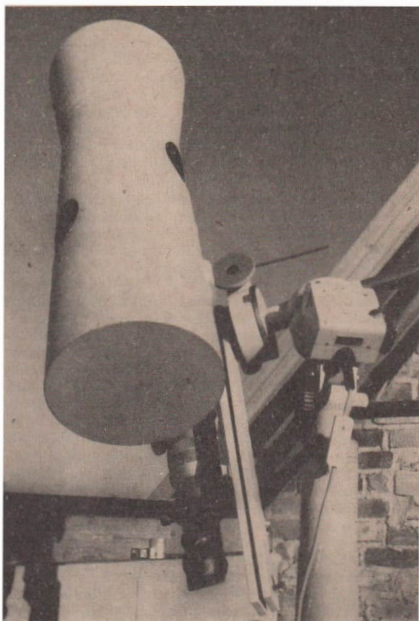


Abb. 1: Eigenbau-Schmidt-Kamera 150/210/270. Teilweiser Explosionsschnitt.

Abb. 2:

**Schmidt-Kamera 150/210/270
und Refraktor 80/840 auf Ib-
Montierung mit Korrektionsgabel.**



Die Justierung

Ein Kugelspiegel bildet Objekte, die sich im Unendlichen befinden, wie die Sterne, in der einfachen Brennweite f ab. Dort befindet sich bei einer Schmidt-Kamera das Bildfeld, welches im übrigen sphärisch durchgebogen ist. Demgegenüber werden Objekte, die sich im Krümmungsmittelpunkt des Kugelspiegels befinden, auch wieder an dieser Stelle scharf abgebildet. Dies ist bei $2f$ und die Stelle, an der sich die Korrektionsplatte befindet.

Entsprechend der Bauweise der Kamera erfolgt die Justierung der Optik auf einfache Weise. Die Bedingungen einer richtig justierten Schmidt-Kamera sind durch die genau fixierte Lage der Bauelemente Korrektionsplatte, Bildfeldkassette und Spiegel zueinander gekennzeichnet.

1. Die optische Achse des Spiegels geht durch die Mitte der Bildfeldkassette und weiter durch die Mitte der Korrektionsplatte.
2. Gedachte Ebenen, an die Mittelpunkte der Bildfeldkassette und Korrektionsplatte gelegt, tangieren diese und stehen in jeder Richtung senkrecht zur optischen Achse.
3. Die Abstände der Bildfeldkassette und Korrektionsplatte betragen $1f$ bzw. $2f$.

Zunächst wurde der Mittelpunkt der Korrektionsplatte und der des Spiegels auf der abbildenden Seite genau ermittelt und behutsam durch einen Tuschetupfer gekennzeichnet. Um den Mittelpunkt der Korrektionsplatte wurde außerdem ein kleiner Papierring genau zentrisch aufgeklebt, der der Auffindung des vom Spiegel entworfenen Bildes auf der Korrektionsplatte dient.

Nummehr wird zuerst der axial durchbohrte Kassettenstempel auf den bereits eingebauten Spiegel und dessen Mittelpunkt eingerichtet. Dabei blickt man, bei noch abgenommener Korrektionsplatte,

von vorn in die Kamera und durch die Bohrung des Kassettenstempels. Der gekennzeichnete Mittelpunkt des Spiegels muß nun genau konzentrisch in der Bohrung sichtbar sein. Bei Abweichungen werden die Kippschrauben der Bildfeldkassette betätigt. Danach wird die Korrektionsplatte bei 2f eingebaut und so radial verschoben, bis auch ihr Mittelpunkt sich in der Linie Spiegelmittelpunkt – Kassettenstempelbohrung – Korrektionsplattenmittelpunkt befindet. Jetzt erblickt man in unmittelbarer Nähe des aufgeklebten Papierrings das vom Spiegel entworfenen Bild des Rings und beim genauen Hinschauen auch das des kleinen Tuschetupfers. Diese Bilder müssen nun mit den Justierschrauben, die ja auch gleichzeitig Befestigungsschrauben des Spiegels sind, so verschoben werden, bis sie genau hinter dem Papierring bzw. Tupfer verschwinden. Die Kamera richtet man dabei zweckmäßig gegen den hellen Tageshimmel. Die optische Achse geht nun durch die Mittelpunkte der unter 1. genannten Bauelemente.

Die Bedingungen unter 2. werden unter Zuhilfenahme eines dünnen, runden Spiegels, der in die Bildfeldkassette eingelegt wird, geprüft und einjustiert. Man erkennt durch die Korrektionsplatte hindurch die Haltestreben des Kassettenstempels und in ihrer Nähe (nur bei vierarmigem Haltekreuz) die etwas matten Spiegelbilder der Streben. Es geht nun darum, durch nochmaliges leichtes Verstellen der Kippschrauben der Kassette diese Bilder mit dem Haltekreuz deckungsgleich zu machen. Es empfiehlt sich die Verwendung eines vierarmigen Haltekreuzes, da bei den etwas leichter herzustellenden dreiarmligen Haltekreuzen kein so eindeutiges Spiegelbild entsteht. Hier müssen die Spiegelbilder den Streben genau gegenüberstehen und mit ihnen Geraden bilden. Die Lage der Korrektionsplatte ist, sowohl hinsichtlich des Abstandes in 2f als auch einer leichten Verkipfung von geringem Einfluß auf die Abbildungsgüte. Bereits einfaches Einmessen mit dem Maßstock und kleiner Wasserwaage auf 1 mm Genauigkeit führt hier zu befriedigenden Ergebnissen. Das Auflegen der Wasserwaage ist natürlich nur dann sinnvoll, wenn dabei die optische Achse senkrecht steht. Diese Bedingung läßt sich schnell mit einem durch die Bohrung des Kassettenstempels auf den Spiegelmittelpunkt herabhängenden kleinen Lot einrichten. Gegenüber der hier geringen Genauigkeit ist das schon oben beschriebene radiale Einrichten der Korrektionsplatte mit guter Genauigkeit durchzuführen.

Alle bei Tageslicht durchführbaren Justierarbeiten sind damit abgeschlossen. Als letzte Tätigkeit bleibt die Einstellung der Filmfläche in 1f Abstand vom Spiegel. Diese Bedingung muß ebenfalls genau eingehalten werden, um die wirkliche Abbildungsqualität der Schmidt-Optik zu erreichen. Bei der hier beschriebenen kleinen Kamera mit 270 mm Brennweite machen sich bereits Defokussierungen von $\frac{1}{20}$ mm als Unschärfe bemerkbar. Das Aufsuchen des genauen Fokus erfolgt, wie in der Astrofotografie üblich, durch Sternspuraufnahmen bei unbewegter Kamera. Die feinsten Sternspuren zeigt den Fokus an. Die Belichtung der einzelnen Spuren sollte unterschiedlich lang sein, um die Zuordnung zu den Kassettenstellungen zu ermöglichen. Nach jeder Sternspur wird durch Abdecken des Strahlenganges die Spur abgebrochen und danach die Kassette leicht verdreht, – das bewirkt die axiale Versetzung der Bildfläche infolge der Gewindeführung des Kassettenstempels.

Die Sternspuren sollte man mit einer starken Lupe (etwa $10\times$) oder im Mikroskop betrachten, da diese bei Annäherung an den Fokus sehr fein werden. Glaubt man die beste Bildschärfe erreicht zu haben, so werden die Kippschrauben des Kassettenstempels gleichmäßig fest angezogen. Die Kamera ist nun für erste Sternfeldaufnahmen einsatzfähig.

Die Durchführung der Sternfeldaufnahmen

Den nach jeder Aufnahme erforderlichen Wechsel des kreisrunden Filmstücks führe ich grundsätzlich nur bei waagerechter Lage der Kamera durch, um ein Herabfallen der Bildfeldkassette auf den Spiegel auszuschließen. Die Bildfeldkassette ist ebenso wie die Zugstange durch die beiden Zugriffsöffnungen erreichbar und wird nach dem Lösen der Zugstange aus der Kamera entnommen. Bei dunklem Nachthimmel läßt sich der Filmwechsel am Beobachtungsplatz durchführen, wenn dies schnell und sicher geschieht. Den Gewindering der Kassette sollte man nach meiner Erfahrung nur ganz leicht anziehen, um dem Film die Möglichkeit der Streckung bei Feuchtigkeitseinfluß zu lassen, – das gefürchtete Durchbeulen des Aufnahmematerials wird damit gemindert. Nach dem Einbau der Bildfeldkassette werden die beiden Zugriffsöffnungen abgedeckt. Dies geschieht bei meiner Kamera durch eine um den Tubus gelegte schwarze Plastikfolie, die durch Gummizug befestigt ist und leicht verschoben werden kann. In ähnlich einfacher Weise erfolgt nach dem Einrichten auf das gewünschte Sternfeld die Freigabe des Strahlenganges. Hierbei wird lediglich in altbekannter Weise ein schwarzes Tuch von der Taukappe genommen.

Das in manchen Nächten eintretende Beschlagen der Korrektionsplatte läßt sich bei kleinen Kameras durch vorheriges Anwärmen der Platte mit dem Warmluftstrahl eines Haartrockners vermeiden. Ge-

gegebenfalls kann dies auch noch kurzfristig während der Aufnahme erfolgen, doch sollte man dabei Vorsicht walten lassen. Der Einbau einer kleinen elektrischen Widerstandsheizung rund um die Korrekionsplatte ist eine angenehme Zugabe, die manches erleichtert.

Zur Wahl des Aufnahmемaterials

Der zweckmäßigen Auswahl von geeignetem Aufnahmемaterial kommt bei einer $f/2$ -Kamera große Bedeutung zu. Auf keinen Fall sollte man in der Erwartung, noch besonders lichtschwache Sterne und Nebel einzufangen, nach dem höchstempfindlichen NP 27 greifen. Zwar sind bei guten Beobachtungsbedingungen auf dem Lande auch damit immer noch Belichtungszeiten von 30 min. möglich, doch ist gegenüber niedrigempfindlichen Emulsionen kein Gewinn zu verzeichnen. Der Film NP 27 besitzt diesen gegenüber ein viel zu grobes Korn, das zu geringer Konturenschärfe und Auflösung führt. Hinzu kommt die ausgesprochen große Schleieranfälligkeit und die extreme Diffusions- und Reflexionslichthofbildung um helle Sterne. Im Zusammenwirken der genannten Faktoren gehen lichtschwache Sterne unter bzw. können nicht mehr sicher identifiziert werden. Bei den hier angesprochenen kurzen Kamerabrennweiten mit kleinem Abbildungsmaßstab wirkt sich dies alles viel zu negativ auf die Vergrößerungsfähigkeit der Aufnahmen aus. Als weiterer Mangel kann bei der Herstellung von Sternfeldaufnahmen die unzureichende Gradation der Schicht selbst bei harter Entwicklung angesehen werden.

Demgegenüber zeigen niedrigempfindliche Filme wie NP 15 und DK 5 wesentliche höhere Leistungen. Anhand einer mit der $f/2$ -Schmidt-Kamera aufgenommenen Sternfeldaufnahme auf Dokumentenfilm DK 5 läßt sich dies anschaulich zeigen. Dieser für die Astrofotografie scheinbar wenig geeignete Film besitzt hervorragende Eigenschaften, die sich in einer lichtstarken Kamera voll entfalten. Der Film DK 5 besitzt eine gute Allgemeinempfindlichkeit, die nach meinen Erfahrungen der des NP 15 nahekommt. Die Ziffer 5 bezieht sich bekanntlich bei diesem fototechnischen Material auf die maximal erreichbare Gradation bei harter Entwicklung. Der Film zeigt nach 10 min. Belichtung die ersten dünnen Schleierspuren und nach 30 min. beträgt der Schleier etwa 25–30 %. Dabei ist ein beinahe lineares Anwachsen der Grenzgröße in diesem Bereich der Belichtungszeiten zu verzeichnen, was auf einen sehr günstigen Schwarzschildexponenten schließen läßt. Die erreichte Grenzgröße liegt nach 30 min. oberhalb 15^m . Einfache Ermittlungen zur spektralen Empfindlichkeit durch gleichzeitige Aufnahme von Sternen gleicher visueller Helligkeit aber großer Differenz der Farbenindizes (20 η Lyrae, Spektr.-Typ B 5 und 21 θ Lyrae, Spektr.-Typ G 9) erbrachten eine höhere Blauempfindlichkeit als Rotempfindlichkeit. Als unbedingt überlegen sind die aus der eigentlichen Zweckbestimmung des Films, der Reproduktionsfotografie, herleitbaren Eigenschaften anzusprechen. Es sind dies die Feinkörnigkeit, das Auflösungsvermögen, die Konturenschärfe und die steile Gradation. Die Diffusionslichthofbildung ist stark gebremst, lediglich um helle Sterne bilden sich sauber die unvermeidlichen Reflexionslichthöfe aus. Bedenkt man, daß das kleine Filmstück, auf dem das ausgenutzte Feld lediglich einen Durchmesser von 24 mm $\pm$ 5° besitzt, ohne weiteres eine 30fache Vergrößerung verträgt, so offenbart sich, wie sehr der Film für Sternfeldaufnahmen geeignet ist. Papiervergrößerungen zeigen gestochen scharfe Sternscheibchen, die infolge der tiefen Schwärzung der Sternbildchen auf dem Negativ wie aus dem Papier ausgestanzt wirken. Die Vergrößerung läßt sich für dekorative Zwecke, die uns Sternfreunden ja auch etwas am Herzen liegen, bis zum Posterformat ausdehnen.

Die Abbildungsqualität der Optik

Nach einwandfreier Justierung der Kamera wurden im Meßmikroskop mehrere gleichmäßig über das Feld verteilte kleinste Sternscheibchen auf Negativmaterial DK 5 vermessen. Es ergaben sich unter Berücksichtigung der Meßfehler Durchmesser von 0,015–0,020 mm. Eine Verschlechterung der Abbildungsqualität zum Rande des Bildfeldes tritt innerhalb der hier untersuchten Grenzen nicht ein. Dies entspricht den theoretischen Anforderungen an eine Schmidt-Optik. Das praktische Auflösungsvermögen an schwachen, eng beieinander stehenden Sternen wurde mit der gleichen Methode zu $15''$ bestimmt. Hellere Sterne zeigen, infolge der Beugung des Lichtes an dem sehr kräftigen dreiarmligen Haltekreuz, sechseckige Gestalt.

Schlußfolgerungen

Auf Selbstbau einer Schmidt-Kamera ist mit Erfolg möglich. Nüchterne Planung und Beschränkung auf das praktische Erreichbare sind ratsam. Zweckmäßige Filmwahl, Belichtungszeiten und Verarbeitung bringen Resultate, die mit Linsenobjektiven vergleichbarer Brennweite nicht erreichbar sind.

Die wenigen, aber wohl wichtigsten Kenngrößen der Schmidt-Kamera 150/210/270 zeigen dies auf. Ich möchte dem Hersteller der Optik für seine ausgezeichnete Arbeit und den Sternfreunden, die mir halfen, danken.

Literatur:

Wenske, K.: Spiegeloptik, Mannheim, 1967. — Lienhardt, J.: Die Schmidt-Kamera. In „Astro Amateur“. Schrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, 1962. — Roth, G. D. (Herausgeber): Handbuch für Sternfreunde. Berlin-Heidelberg-New York 1967. — Ingalls, A. G. (Herausgeber): Amateur telescope making, Bde. II u. III. New York 1956. — Vehrenberg, H.: Mein Messier Buch. Düsseldorf 1966. — Ahnert, P.: Kleine praktische Astronomie. Leipzig 1974. — Bečvář, A.: Atlas Coeli II — Katalog 1950.0. Praha 1959. — Schwaßmann, A., und Wachmann, A. A.: Bergedorfer Spektral-durchmusterung Bd. III. Bergedorf 1947. — Weigert, A. und Zimmermann, H.: Brockhaus ABC der Astronomie. Leipzig 1977. — Hoerner v., S. und Schaifers, K.: Meyers Handbuch über das Weltall. Mannheim 1967. — Schürer, M.: Die neue Zweigsternwarte des Astronomischen Instituts der Universität Bern, in „Die Sterne“ 1/2 1962. — Ahnert, P.: Die 200/300/300-mm-Zeiss-Doppelschmidt-Kamera der Sternwarte Sonneberg, in „Die Sterne“ 5/6 1953. — Lenz, H.-H.: Beschreibung einer Schmidt-Kamera, in „A. u. R.“ 4/74. — Becker, W.: Sterne und Sternsysteme. Leipzig 1950. — Teicher, G. (Herausgeber): Handbuch der Fototechnik. Leipzig 1972.

Versuche es selbst!

Auflösung aus Heft 5/77

Die 1. Aufgabe fand unter den Lesern nicht nur Beifall, fast alle Einsender wünschten eine kontinuierliche Fortsetzung. Insgesamt gingen 12 richtige Lösungen ein. Da vom Zentralen Fachausschuß gegenwärtig Wettbewerbsaufgaben erscheinen, halten wir es für besser, die „Versuche“ erst nach dem Ende des Wettbewerbs mit den Aufgaben wieder aufzunehmen, die uns Leser einsenden. Für alle eingesandten Lösungen und neuen Aufgabenstellungen dankt die Redaktion

Auflösung (Einsendung des Lesers Harro Lorenz, 119 Berlin, Hartriegelstraße 67a)

Bei dieser Aufgabe bin ich von dem Aberrationsgesetz

$$s = \frac{v}{c \cdot \sin 1''} \cdot \sin D \quad (1)$$

sowie von der Gleichung

$$s = k \cdot \sin D \quad (2)$$

s ist der Aberrationswinkel, der Winkel, um den der Stern in der Bewegungsrichtung F des Beobachters E gegenüber dem Ort des Sterns bei ruhendem Beobachter verschoben erscheint.

D ist der Winkel, der die Richtung zum scheinbaren Ort des Gestirns mit der Bewegungsrichtung des Beobachters bildet (s. Abb.).

c ist die Lichtgeschwindigkeit und

v die Geschwindigkeit des Beobachters.

k ist die Aberrationskonstante, sie ist gegeben, man kann sie aber auch nach der Gleichung

$$k = \frac{2\pi \cdot a}{c \cdot T \cdot \sqrt{1 - e^2} \cdot \sin 1''} \quad \text{berechnen.} \quad (3)$$

Hierbei bedeuten a die große Halbachse der Erdbahn, T das siderische Jahr, ausgedrückt in Sekunden mittlerer Sonnenzeit und e die Exzentrizität der Erdbahn.

In meiner Berechnung möchte ich $D = 90^\circ$ setzen, als $\sin D = 1$.

Abb. 1:

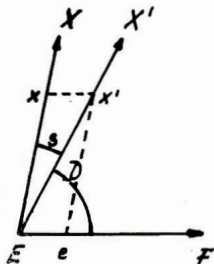
EF Bewegungsrichtung des Beobachters E.

EX Richtung, in der bei ruhendem Beobachter ein Stern X erscheinen würde.

Trägt man von E aus in Richtung F die Strecke Ee ab und in Richtung EX die Strecke Ex, dann gilt:

$$\frac{Ee}{Ex} = \frac{v}{c}$$

So bewirkt die Aberration, daß der Stern von E aus in der Richtung der Diagonalen des aus den Komponenten Ee und Ex gebildeten Parallelogramms erscheint, also in der Richtung Ex', der Winkel XEX' ist der Aberrationswinkel s.



gegeben: $k = 20^{\circ}47'$

$$s = k \text{ (da } \sin D = 1, \text{ vgl. (2))}$$

$$c = 299\,792,9 \text{ km/s}$$

$$\sin 1'' = 0,00000485$$

gesucht: v in km/s

Das Aberrationsgesetz wird nach v umgestellt, es lautet dann:

$$v = \frac{s \cdot c \cdot \sin 1''}{\sin D}$$

$$\begin{aligned} \lg s &= 1,311118 \\ \lg c &= +5,476820 \\ \lg \sin 1'' &= +4,685740 - 10 \\ \lg v &= 1,473678 \\ v &= 29,763 \text{ km/s} \end{aligned}$$

Die Division durch $\sin D$ entfällt, da $\sin D = 1$

Die mittlere Bahngeschwindigkeit der Erde beträgt rd. 29,763 km/s.

Dritte Wettbewerbsaufgabe des ZFA Astronomie

Gruppe A

Laut „Kalender für Sternfreunde 1977“ kulminierten am 14. April 1977 die Planeten auf 15° östl. Länge zu folgenden Zeiten:

Merkur: 13 h 08 min	Jupiter: 14 h 30 min
Venus: 11 h 03 min	Saturn: 19 h 19 min
Mars: 9 h 55 min	

Ermitteln Sie die sich daraus ergebenden Elongationswinkel und tragen Sie die Stellung der Planeten in eine heliozentrische Darstellung der Planetenbahnen ein! Die heliozentrische Länge der Erde betrug: 204° .

Ermitteln Sie ferner die ungefähren Entfernungen Erde-Merkur, Erde-Venus und Erde-Mars!

Beschreiben Sie die Sichtbarkeitsverhältnisse der Planeten!

Dritte Wettbewerbsaufgabe des ZFA Astronomie

Gruppe B

Unter der Solarkonstante versteht man die Bestrahlungsstärke der Erde durch die Sonne bei vertikalem Lichteinfall. Sie beträgt $1,38 \text{ kW/m}^2$.

Berechnen Sie die Solarkonstanten für die Planeten Merkur, Mars und Saturn! Zu verwenden sind die mittleren Entfernungen von der Sonne.

Junge Amateure

Die Sonnenfleckenenentwicklung der 21. Periode

Im Januar 1977 begann die 21. Periode der Sonnenaktivität, deren Maximum wir in den Jahren 1980/81 erwarten können. Der letzte Zyklus erreichte in den Jahren 1968 bis 1970 mit einer durchschnittlichen Relativzahl dieser drei Jahre von 116,3 seine volle Entwicklungsphase. Das absolute Maximum fiel auf das 1. Quartal 1969.

In der Abb. 1 sind die Mittel der Sonnenfleckenzahlen der jeweiligen Monate graphisch dargestellt. Die letzten vier Monate des abklingenden 20. Zyklus' der Sonnenaktivität sind mit aufgeführt. Aus den Beobachtungen bis Ende 1977 kann man ein deutliches Ansteigen der Fleckenkurve erkennen.

Die Beobachtungen der Sonnenfleckenenentwicklung führte ich an meinem selbstgebaute 50/540-mm-Refraktor durch. Als Schutz verwendete ich ein Dunkelfilter, welches als Zusatz zur Sonnenbeobachtung mit dem Feldstecher erhältlich ist.

MICHAEL LIEMEN

Die in der Abbildung dargestellten Monatsmittel der Relativzahlen sind auf ganze Zahlen gerundet. Auf die Werte von Zürich bezogen, sind die Werte mit folgenden mittleren k -Faktoren zu reduzieren.

Sept. 1976	$k = 1,2$	Febr. 1977	$k = 1,9$	Juli 1977	$k = 0,9$
Okt.	1,7	März	0,7	Aug.	1,6
Nov.	0,5	April	0,6	Sept.	1,8
Dez.	1,4	Mai	0,9	Okt.	1,7
Jan. 1977	1,3	Juni	1,5	Nov.	1,4

Die Redaktion

Abb. 1

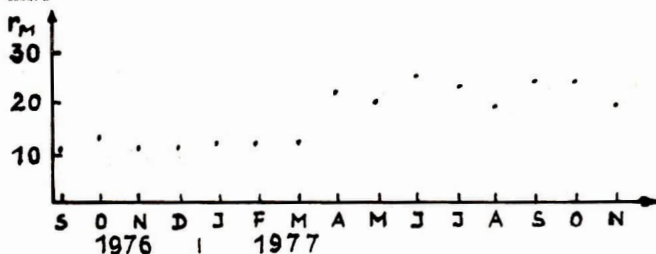
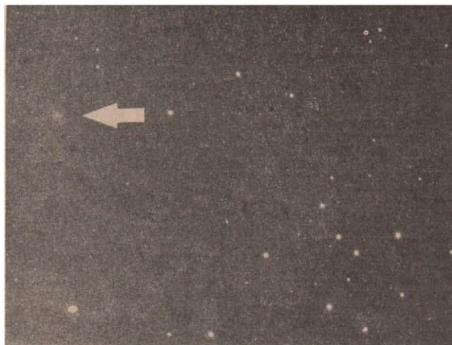


Abb. 1:

Der Komet dicht bei dem offenen Sternhaufen NGC I. 4665 am 22. 10. 1977 von 18.23 – 18.33 MEZ auf ORWO ZU 2, Entwicklung in MH 28, 1 + 10, 15 min. Zu sehen ist eine 9fache Ausschnittsvergrößerung vom Originalnegativ.



Komet 1977 m (Kohler)

Der Komet wurde am 6. 9. 1977 im Sternbild CrB als Objekt 11. Größe entdeckt. Zwar verringerte sich danach seine scheinbare Deklination, er blieb aber noch bis Ende November 1977 im Sichtbarkeitsbereich des mitteleuropäischen Raumes. Im Oktober konnte 1977 m vom Verfasser mehrmals fotografiert werden. Aufnahmeinstrument war bei allen Beobachtungen der 120/640-mm-Astrograph der Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“ Radebeul.

Die erste Platte vom 8. 10. zeigte den Kometen als diffusen Fleck mit scharf begrenztem Kern. Seine Gesamthelligkeit betrug an diesem Tag 8...9^m. Weitere drei Aufnahmen, die am 12., 15. und 22. Oktober belichtet wurden, bestätigten einen langsamen Helligkeitsanstieg. Den Schluß der Beobachtungsreihe bildete eine Platte vom 31. 10. Auf ihr wurde schon eine Kometenhelligkeit von rund 6^m geschätzt. Besonders die Koma war heller, als auf den anderen Aufnahmen; ihr Durchmesser konnte auf dem Originalnegativ nachträglich mit 1,3 Bogenminuten gemessen werden.

Interessant ist, daß an den meisten Tagen Komadeformationen beobachtet wurden. Ein Schweif konnte jedoch nicht sicher nachgewiesen werden.

HANS-JÖRG METTIG

Kurzberichte

15. Astronomietagung des Bezirkes Karl-Marx-Stadt

Die Bezirksleitung des Kulturbundes der DDR hatte zu dieser Tagung die Sternfreunde des Bezirkes für den 25. und 26. Februar 1978 nach Zwickau eingeladen. Die Wahl des Tagungsortes war zugleich eine Würdigung für die Aktivität der Zwickauer Freunde und erwies sich mit dem Tagungslokal im Klub der Intelligenz als sehr günstig. So berichtete dann auch folgerichtig – nach den Begrüßungen – Bundesfreund Erhard Liebold zuerst über die „Entwicklung und Perspektiven der amateurastronomischen Tätigkeit in Zwickau“. Es war für alle Tagungsteilnehmer beeindruckend, was sich die Zwickauer für ihre Beobachtungsmöglichkeiten bisher geschaffen haben. Sicher wird

zu gegebener Zeit über die Beobachtungsstation Zwickau noch in der Zeitschrift zu berichten sein. Zum Abschluß der Veranstaltung erhielten die Teilnehmer die Möglichkeit einer „Lokalbesichtigung“. Nach der Mittagsversorgung im Ring-Café sprach der Vorsitzende des Bezirksfachausschusses Astronomie und Leiter der Schulsternwarte und Satellitenbeobachtungsstation Rodewisch Prof. Edgar Penzel zu „Numerischen Lösungen für Beobachtungsmöglichkeiten von künstlichen Erdsatelliten, Raum- schiffen und Orbitalstationen“. Dabei war besonders wertvoll, daß die Darlegungen am aktuellen Beispiel der Raumstation Salut 6 erfolgten und jeder Teilnehmer ein Arbeitsmaterial mit Skizzen und Rechnungen in die Hand bekam, nach dem er selbst Beobachtungsmöglichkeiten für Satelliten, deren Bahnparameter in der Tagespresse veröffentlicht werden, berechnen kann.

Im dritten Vortrag berichtete Karlheinz Müller aus Drebach/Erzgeb. aus der Arbeit eines Amateurastronomen, besonders über Astrofotografie mit einfachen Amateurkameras. Bundesfreund Müller ist den Lesern der Zeit-

schrift durch einige Aufnahmen im Bildteil und die Vorstellung „seiner“ Station bekanntgeworden. Seine sehr guten Ausführungen und die vorgestellten Beispielaufnahmen ließen den Wunsch nach weiteren Veröffentlichungen von ihm wach werden. Neben diesen Vorträgen, denen sich jeweils eine rege Diskussion anschloß, wurde der erste Tagungstag für Informationen des Zentralen Fachausschusses Astronomie zu Fragen der Amateurastronomie und zur Arbeit der Zeitschrift „Astronomie und Raumfahrt“ genutzt. Oberlehrer Heinz Albert aus Crimmitschau gab als Mitglied des ZFA und als Redaktionsmitglied der Zeitschrift einen Überblick über die Aktivitäten und die Vorhaben des ZFA im Jahre 1978. Hinweise und Anregungen der Tagungsteilnehmer zur weiteren Verbesserung der Zeitschrift wurden von ihm dankbar aufgenommen.

Im Mittelpunkt des 2. Tagungstages stand ein Vortrag unter der Thematik „Großgeräte des VEB Carl Zeiss Jena und ihre Forschungsvorhaben“. Was Bundesfreund Dipl.-Astronom Erich Bartl aus Tautenburg bzw. Apolda unter dieser Überschrift vortrug, war für alle Anwesenden nicht nur interessant, es bot jedem neue Einsichten. In dem methodisch gut aufgebauten Vortrag, der besonders auch die zahlreich vertretene jüngere Generation ansprach, wurde durchaus nicht nur „leichte Kost“ behandelt. Bundesfreund Bartl ging von der historischen Entwicklung der Astronomie und vom einfachsten Teleskop „Auge“ aus. Dabei wies er auf die Anteile hin, die sowohl Astrometrie, Fotometrie, Spektrometrie als auch Polarimetrie an der Erkenntnisgewinnung haben. Eingehend erläuterte der Referent die fundamentale Bedeutung der elektromagnetischen Strahlung Licht, deren Intensität und physikalische Eigenschaften, für die astrophysikalischen Forschungsarbeiten und -richtungen. So wurde schrittweise zur Erläuterung der Arbeit mit den astronomischen Großgeräten hingeführt, deren Ergebnisse durch zahlreiche Aufnahmen, gewonnen in Tautenburg am größten Schmidt-Spiegel der Welt, belegt wurden. Am Beispiel des sowjetischen 6-m-Teleskop in Selentschuk wurde die Problematik des zukünftigen Baues astronomischer Riesenteleskope dargestellt.

Insgesamt nahmen die Teilnehmer der XV. Astronomietagung des Bezirkes Karl-Marx-Stadt viele Anregungen und neue Ideen mit nach Hause, die nicht zuletzt auch dem individuellen Erfahrungsaustausch in den Pausen und dem geselligen Beisammensein am Abend des ersten Tages entsprangen. Die Tagung war geeignet, die Aktivität der Sternfreunde aus dem Industriebezirk weiter zu fördern.

KARL RADLER

Seminar des Arbeitskreises „Sonne“

Unmittelbar nach dem Aufruf des Zentralen Fachausschusses Astronomie, neben dem bereits aktiven Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“ weitere Arbeitskreise zu bilden, konstituierte sich eine arbeitsfähige Gruppe, die sich die kontinuierliche Beobachtung der Entwicklung der Sonnenaktivität zum Ziel setzte. Durch die von der 2. Zentralen Jugendtagung 1977 in Leipzig ausgehenden Impulse, schlossen sich dem neuen Arbeitskreis „Sonne“ vorerst überwiegend jugendliche Beobachter an, die zu meist auch Einzelamateure sind, da in der Nähe ihres Wohnortes noch keine astronomischen Fachgruppen bestehen. Den meisten dieser Beobachter steht deshalb auch erst ein bescheidenes Instrumentarium zur Verfügung, so daß das gemeinsame Arbeitsprogramm auf die Erfassung der täglichen Relativzahlen und der Positionen der Fleckengruppen auf der Sonne eingeschränkt werden mußte.

Nachdem nun über 1000 Einzelbeobachtungen vorlagen, trafen sich die Beobachter am 21. und 22. Februar an der Pionier- und Jugendsternwarte in Crimmitschau zu ihrem ersten Seminar, um die ausgewerteten Beobachtungsreihen zu diskutieren, Fehlerquellen zu erkennen, ihre Beobach-

tungsmethoden im Erfahrungsaustausch zu vergleichen und die weiteren Arbeitsvorhaben zu planen. Von besonderem Wert jedoch war das persönliche Kennenlernen. Mit-Bedauern stellten die 12 anwesenden Mitglieder des Arbeitskreises fest, daß sich bisher nicht mehr aktive Sonnenbeobachter, insbesondere die erfahrenen unter ihnen, dem Kreis angeschlossen haben. Als ein Mangel wurde auch empfunden: die Nordbezirke unserer Republik sind nicht vertreten. Ist es im Süden der DDR bewölkt, im Norden dagegen heiter, liegt von diesen Tagen durch die Konzentration der Beobachtungsorte auf den Raum südlich der Linie Potsdam-Cottbus keine einzige Meldung vor. Es wäre erfreulich, wenn sich Beobachter der Nord- aber auch der westlichen Bezirke zu einer beständigen Mitarbeit im Arbeitskreis entschließen könnten. Obwohl bekannt ist, daß an den meisten Schul- und Volkssternwarten – und deren sind in unserem Lande nicht wenige – die Sonne durch Arbeitsgemeinschaften beobachtet wird, liegt von diesen noch keine einzige Interessenbekundung zu ständiger Mitarbeit vor.

Die Seminarteilnehmer betonten einhellig die Wichtigkeit der Zusammenarbeit und des gegenseitigen Meinungsaustausches in bestimmten Zeitabständen. Sie begrüßten den Beschluß des ZFA, den Anliegen der Arbeitskreise zur kommenden Zentralen Tagung Astronomie im Herbst dieses Jahres in Berlin im Tagungsprogramm breiten Raum zu schenken.

HEINZ ALBERT

Tätigkeitsbericht der Fachgruppe Astronomie des Kreises Nauen in Falkensee

Seit Gründung der Fachgruppe (September 1976), der 16 Mitglieder angehören, finden monatlich Veranstaltungen zu interessierenden Themen aus Theorie und Praxis der Astronomie statt. Diese Zusammenkünfte sollen in erster Linie Anregungen zum selbständigen Beobachten sein.

Instrumente.

Die aufgeführten Instrumente sind Bestandteil der Privatsternwarte des Unterzeichners und stehen für die Arbeit der Fachgruppe zur Verfügung.

Nasmyth-Cassegrain	450 mm	Öffnung $f = 7650$ mm
Schmidt-Kamera	340 mm	760 mm
Newton	230 mm	1500 mm
Astro-Kamera	125 mm	500 mm
Newton	120 mm	960 mm
Refraktor	80 mm	960 mm
Astro-Kamera	75 mm	300 mm
Zeiss Astro-Tessar	56 mm	250 mm

Dazu diverse kleinere Geräte, Feldstecher, Mond- und Planetenkamera etc.

Die aufgeführten Geräte sind mit Ausnahme des 120-mm-Newton-Spiegels in einem Instrumentenblock auf gemeinsamer Montierung vereint, die mit einem Frequenzwandler hoher Präzision ausgerüstet ist. Zum zahlreichen Zubehör gehören weiterhin ein Toepferches Maßmikroskop, Zeitzeichenempfänger, Quarzuhr u. a. m.

Von den Schulen stehen für Fachgruppen-Mitglieder die Telemontor-Schulfernrohre zur Verfügung.

Beobachtungsthemen

Für folgende drei Arbeitsgebiete finden regelmäßige Beobachtungen statt:

1. Positionen Kleiner Planeten (Hauptthema)
2. Jupitermondvenerstärkungen
3. Sternbedeckungen

Die Positionen der Planetoiden werden mit der Schmidt-Kamera gewonnen; die Plattenvermessung geschieht am ZI

für Physik der Erde, wo der Unterzeichner dankenswerterweise am Ascorecord messen darf. Die Positionen gehen nach Cincinnati oder werden in den AN veröffentlicht. Auswahl der Objekte geschieht mittels der Leningrader Ephemeriden und der kritischen Liste von B. G. Marsden. 1977 konnten insgesamt über 80 Positionen in 57 Nächten gewonnen werden.

Die Ergebnisse der Jupitermondverfinsterungen wurden an Dr. Ahnert übermittelt, der auch Auswertung und Publikation übernimmt. Während des Oppositionszeitraums 1976/77 wurden 31 Verfinsterungserscheinungen beobachtet. Der Herbst 1977 brachte mit anhaltend schlechtem Wetter keine auswertbaren Resultate.

Sternbedeckungen durch den Mond wurden 13 registriert, die Ergebnisse werden dem zuständigen Royal Greenwich Observatory übersandt.

Neben den 3 Arbeitsthemen konnten einige zusätzliche Beobachtungen durchgeführt werden; so fielen u. a. einige GRC-Positionen, Aufnahmen des RCRB-Minimums, Jupiteraufnahmen (mit 30 m Brennweite) und Positionen des Planeten Pluto an. Aktuelle Kometenpositionen wurden ebenfalls vermessen und reduziert, so Komet 1977b (Grigg-Skjellerup) und 1977 m (Kohler). Allein mit der Schmidt-Kamera fielen 166 Himmelsaufnahmen auf Astro-Emulsionen an, von denen noch etwa 60 auszuwerten sind. In vielen Nächten stand Bundesfreund Ralf-Rainer Rohloff hilfreich zur Seite.

Für 1978 wird das bestehende Arbeitsprogramm fortgesetzt. Es wird angestrebt, eine Arbeitsgruppe für die Positionsbeobachtung Kleiner Planeten aufzubauen, damit dieses dankbare Arbeitsgebiet einen festen Platz in der Amateurastronomie der DDR erhält.

MICHAEL GRESSMANN

Keine Raumsonde zum Halleyschen Kometen

Die amerikanische Weltraumbehörde NASA wird von ihrem Plan Abstand nehmen, eine Raumsonde zum Halleyschen Kometen zu entsenden. Hauptgrund für diesen Entschluß sind die hohen Kosten eines solchen Unternehmens, die sich auf etwa 500 bis 600 Millionen Dollar belaufen und wesentlich durch die komplizierten bahnmekanischen Bedingungen eines Kometenfluges verursacht werden. Aus ähnlichen Gründen waren bereits zwei in den Jahren 1973 und 1976 geplante Sonden zu den Kometen „D'Arrest“ und „Brooks 2“ abgesetzt worden.

Die Sonde zum Halleyschen Kometen, deren Ziele die Erforschung des Kometenkernes, der Kometenkoma, der Staubanteile am Kometenschweif sowie der Einwirkungen des Sonnenwindes auf die Kometen und ihre Schweife war, sollte 1982 gestartet werden und sich nach einer Reihe komplizierter Bahnmanöver dem Kometen annähern, der 1985 erreicht worden wäre. Da ein solches Unternehmen durch konventionelle ballistische Raumflugkörper nicht erreichbar ist, wurde hierfür ein spezielles Ionentriebwerk entwickelt, das in der Lage ist, eine geringe aber kontinuierliche Beschleunigung aufzubringen. Dieses Triebwerk verwendet die von einem flexiblen Solarzellenmodul mit einer Leistungsmasse von etwa 200 W/kg gelieferte Energie zur Erzeugung von ionisiertem Quecksilberdampf. Die kontinuierliche Beschleunigung entsteht durch die Ionen, die nach Ionisierung des Quecksilbers mit hohem spezifischem Impuls vom Triebwerk ausgestoßen werden. Dieses Triebwerk soll nimmehr für die für 1978 vorgesehene Sonde zum Enckeschen Kometen eingesetzt werden.

Für die Untersuchung des Halleyschen Kometen wird nunmehr erwogen, 1985 eine Raumsonde zu starten, die nur den Schweif des Kometen durchquert, was weitaus weniger komplizierte Kursmanöver erfordert und mit konventionellen Antriebsaggregaten erreichbar ist.

H. D. NAUMANN

Apollo-Mondmeßstationen beendeten Tätigkeit

Da sich die amerikanische Weltraumbehörde NASA von ihrem weiteren Betrieb keinen wesentlichen Informationsgewinn mehr verspricht, wurden am 1. Oktober 1977 alle Meßstationen, die von den Apollo-Astronauten auf dem Mond aufgestellt worden waren und sich noch in Betrieb befanden, abgeschaltet. Lediglich die Funksender sind noch in Tätigkeit und werden weiter für geodätische und astronomische Vermessungszwecke genutzt. Sowohl die Funktionsdauer als auch die Ergebnisse der Stationen haben die Erwartungen übertroffen. Für die Geräte wurde eine Gesamtbetriebszeit von 29 Jahren erreicht. Während die bei der ersten Mondlandung abgesetzte Station statt der geplanten 14 Tage 45 arbeitete, erreichten die Apollo 12-Geräte mit 8 Jahren (statt 1 Jahr) eine Rekordbetriebsdauer. Die wichtigsten Meßergebnisse betreffen neben der Registrierung von Mondbeben und Meteoriteneinschlägen den Sonnenwind, die Thermik des Mondkörpers sowie Informationen über das magnetische und elektrische Feld des Mondes. So wurden durch die vier Seismometer etwa 10000 Mondbeben sowie 2000 Meteoriteneinschläge registriert. Der schwerste Meteorit mit einer Masse von 1,1 Tonnen wurde im Mai 1972 festgestellt, Vergeßlich wurde jedoch auf die Registrierung eines Meteoriteneinschlags auf der Mondrückseite erwartet, von der sich die Wissenschaftler Rückschlüsse auf das Mondinnere erwartet hatten.

H. D. NAUMANN

Zum Thema „Uranusringe“

In dem Buch „Das Weltgebäude“ von Johann Gottfried Sommer, erschienen i. J. 1819 in Prag, ist auf Seite 288 folgendes zu lesen:

„Aus einigen Beobachtungen, die HERSCHEL im Jahre 1787 gemacht hatte, schien hervorzugehen, daß Uranus gleich dem Saturn einen Ring, und zwar einen Doppelring habe, dessen beide Teile einander unter einem rechten Winkel durchschnitten. HERSCHEL wollte vier kleine Vorragungen rings um den Planeten gesehen haben, die man für die Henkel zweier solcher Ringe hätte halten können. Allein kurz darauf erschien das Bild des Planeten wieder ganz rund und ohne irgendeine Spur von einem Ring, und HERSCHEL hat zuletzt selbst erklärt, daß man, so lange nicht mit besseren Werkzeugen schärfere Beobachtungen angestellt werden könnten, kein bestimmtes Urteil über das Daseyn oder Nichtdaseyn eines solchen Ringes aussprechen dürfe.“

A. ZENKERT

Der Krebsnebel vergrößert sich

A. Brown in Cambridge, der von 1971 bis 1975 den Krebsnebel radioastronomisch beobachtete, stellte ein Szintillieren des Radiobildes fest. Für die kompakte Radioquelle im Krebsnebel wurden folgende Werte ermittelt:

$0,2'' \pm 1,2''$ in der Zeit von 1969 bis 1971

$0,6'' \pm 0,1''$ im Jahr 1973 und

$0,7'' \pm 0,1''$ im Jahr 1974 bis 1975

Ein Vergleich mit weiteren 40 Radioquellen zeigt, daß ein Einfluß des Sonnenplasmas auf die Messungen auszuschließen ist. Ihre Durchmesser bleiben unverändert. Es liegt daher die Erklärung nahe, daß der scheinbare Durchmesser der Radioquelle im Krebsnebel seit dem Jahr 1970 um den Faktor 3 gewachsen ist.

Über die mögliche Einmaligkeit vernunftbegabten Lebens im Weltall

I. S. SCHKLOWSKI

Fortsetzung und Schluß

Von besonderem Interesse ist die Möglichkeit, Radiosignale von technisch entwickelten Zivilisationen, etwa von Zivilisationen vom Typ II, zu empfangen. Wie wir zu Beginn dieses Aufsatzes erwähnt haben, reduzieren viele Autoren das allgemeine Problem der außerirdischen Zivilisationen auf das Problem der Radiokommunikation mit ihnen. Seinerzeit haben wir bereits darauf hingewiesen, daß dann, wenn sich beispielsweise eine solche Zivilisation im Andromedanebel (einer der nächsten Galaxien, die in vieler Hinsicht der unseren ähnelt) befinden würde, die natürlichste Strategie der Kommunikation für sie wäre, unsere *gesamte* Galaxis einem Radiostrahl mit deutlichen Merkmalen der Künstlichkeit auszusetzen. In diesem Fall würde ein Signal gleichzeitig Hunderte Milliarden von Sternen erreichen und könnte von allen Zivilisationen unserer Galaxis registriert werden.

Betrachten wir jetzt die Variante, daß sich eine derartige Zivilisation innerhalb unserer Galaxis befindet. In diesem Fall könnte sie alle galaktischen „Geistesverwandten“ über ihre Existenz informieren, indem sie einen „künstlichen Pulsar“ schafft – ein Radioleuchtfeuer, dessen Strahl nach irgendeinem „unnatürlichen“ Gesetz um eine zur Galaxisebene senkrechte Achse rotiert. Aus der Tatsache, daß solche „künstlichen Pulsare“ nicht beobachtet werden, kann man den Schluß ziehen, daß ihre Stärke mindestens millionenmal geringer ist als die volle Stärke der Sonnenstrahlung.

Natürlich sind diese Argumente kein strenger Beweis für das Fehlen von „Superzivilisationen“. Letztere könnten ja für interstellare Verbindungen auch geringere Kapazitäten oder überhaupt eine andere Strategie der Suche nach Zivilisationen und der Herstellung von Kontakten mit ihnen anwenden. Aber immerhin sollten unsere Überlegungen den Verfechtern „kosmischer Wunder“ zu denken geben.

Zusammenfassend sei festgestellt, daß die Tatsache des Fehlens „kosmischer Wunder“ dafür spricht, daß in unserer Galaxis und in den benachbarten Sternensystemen *keine* Superzivilisationen vorhanden sind, denn deren „kosmische Aktivität“ wäre von uns zweifellos bemerkt worden. Natürlich muß die radioastronomische Forschung fortgesetzt werden.

In den letzten Jahren gab es eine Vielzahl spekulativer Hypothesen über Besuche von Bewohnern anderer Planeten auf der Erde. Diese Hypothesen enthalten jedoch jeglicher wissenschaftlichen Grundlage. Auch müßte die Erde ein völlig anderes Bild bieten, wenn sie sich hinter einer sich durch die Galaxis ausbreitenden „Stoßwelle“ der Vernunft befände. Wenn sich die Bewohner anderer Planeten in der ersten Zeit auch auf sporadische Besuche beschränkt hätten, so wäre es doch unmöglich, daß der lang anhaltende Prozeß der Umgestaltung der Materie, den die sich hinter der Welle entziehende Zivilisation hervorrufen würde, unseren Planeten nicht – und dabei auf radikalste Weise – berührt hätte. Auf diesen Umstand hat unlängst der amerikanische Forscher Hart hingewiesen.¹²⁾

Natürlich können „radikale Denker“ selbst die Entstehung des Lebens auf der Erde und das Auftreten vernunftbegabten Lebens als Folge eines bewußten Eingreifens außerirdischer vernünftiger Faktoren zu erklären suchen. Entwickelt man derartige „Ideen“ weiter, so ist es nicht schwer, überhaupt das gesamte beobachtbare Weltbild aus dem Wirken eines „supervernünftigen“ kosmischen Faktors zu erklären. Ein konkreter wissenschaftlicher Einwand gegen eine solche rein religiöse Konzeption ist allein schon die etwa drei Milliarden Jahre lange Evolution des Lebens auf der Erde, eine Evolution, die durch immanente Ursachen (die natürliche Auslese und die Mutationen) bedingt ist. So wie früher geratene religiöse Vorstellungen auch in unseren Tagen in einen unversöhnlichen Gegensatz zur Wissenschaft.

Die angeführten Tatsachen schließen also mit großer Wahrscheinlichkeit die Möglichkeit des Vorhandenseins von Superzivilisationen nicht nur in unserer Galaxis, sondern auch im gesamten lokalen Galaxiensystem (insbesondere im Andromedanebel) aus. Weil ein Teil der primitiveren Zivilisationen vom irdischen Typ nach Überwindung zahlreicher Krisensituationen den Weg der unbegrenzten Expansion beschreiten muß, haben wir logisch zu folgern, daß die Anzahl der Zivilisationen vom „irdischen“ Typ im lokalen System entweder unbedeutend oder höchstwahrscheinlich gleich Null ist. Eine bestimmtere Antwort könnte man geben, wenn bekannt wäre, welcher Teil der primitiven Zivilisationen nach Überwindung der „Wachstumsschwierigkeiten“ den Weg der unbegrenzten kosmischen Expansion einschlägt. Obwohl bisher eine quantitative Abschätzung nicht möglich ist, kann dieser Teil kaum sehr klein sein. Andernfalls müßte man entweder eine schicksalhafte Unvermeidlichkeit des Untergangs nahezu jeder Zivilisation auf ihrem eigenen Planeten noch vor der Eroberung des Kosmos postulieren oder aber annehmen, daß sämtliche Zivilisationen eine „Gleichgewichts“-Strategie des „goldenen Zeitalters“ wählen und jegliches Interesse am Kosmos verlieren. Die letztere Möglichkeit aber würde praktisch bedeuten, daß die Vernunft im Weltall in Gestalt einer Gesamtheit einzelner, gänzlich isolierter Herde auftreten müßte.

Gegen die oben entwickelten Überlegungen über die große Wahrscheinlichkeit unserer Einsamkeit in einem beträchtlichen Teil des Weltalls läßt sich vielleicht begründet einwenden, daß wir unsere derzeitigen Vorstellungen über Zivilisation, Wissenschaft, Technologie, Strategie u. a. nicht auf so unermeßlich kompliziertere Systeme extrapolieren dürfen, wie es Superzivilisationen sind. Wie riskant derartige Extrapolationen sind, kann man an dem folgenden Beispiel illustrieren. Einer der größten Physiker des 17. Jahrhunderts, Huygens, glaubte als Sohn seines Jahrhunderts an die Astrologie. Aus der Verknüpfung der astronomischen Tatsache, daß der Jupiter vier (von Galilei entdeckte) Monde hat, mit dem astrologischen Vorurteil, der Mond sei der Schutzpatron der Seefahrer, „schlußfolgerte“ der holländische Physiker, daß auf dem Jupiter Hanf wachsen müßte, aus dem das für die damalige Segelschifffahrt so notwendige Tauwerk gefertigt würde. Es besteht jedoch ein prinzipieller Unterschied zwischen der Zeit Huygens' und dem Ende des 20. Jahrhunderts. Damals hatte die Wissenschaft gerade erst ihren Triumphzug begonnen. Heute sind die fundamentalen Naturgesetze, die das Verhalten der Materie auf der „mikroskopischen“ und der atomaren Ebene regeln, und zum beträchtlichen Teil auch diejenigen, die auf der nuklearen Ebene wirken, recht gut bekannt. [...]

¹²⁾ Siehe den Beitrag von M. H. Hart in „The Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society“, 1975, Bd. 16, Heft 2, S. 128.

Unser heutiges Bild des Weltalls schließt aus, daß es darin irgendwelche vernünftige Tätigkeit kosmischen Maßstabs geben könnte; denn die Vernunft kann die kosmischen Objekte nicht so umgestalten, daß uns ihre Tätigkeit „verborgen“ bleibt. Zur Bekräftigung dieser These reicht die gegenwärtige astronomische Beobachtungstechnik vollkommen aus.

Wie uns scheint, ist also der Schluß, daß wir — wenn nicht im gesamten Weltall, so doch jedenfalls in unserer Galaxis oder auch im lokalen Galaxiensystem — allein sind, gegenwärtig nicht schlechter, sondern bedeutend besser begründet als die traditionelle Konzeption von der Vielzahl bewohnter Welten. Wir sind der Meinung, daß diese Schlußfolgerung (oder selbst die Möglichkeit eines solchen Schlusses!) von außerordentlich großer Bedeutung für die Philosophie ist. Nebenbei sei bemerkt, daß wir uns selbst nach den jetzt verbreiteten „optimistischen“ Vorstellungen, denen zufolge die nächsten außerirdischen Zivilisationen von uns 200–300 Parsec entfernt sind, als *praktisch allein* betrachten müssen, denn in einem Gebiet der Galaxis mit einem Radius von 300 Parsec befinden sich etwa zehn Millionen Sterne, und das demonstriert die Seltenheit vernunftbegabten Lebens im Weltall.

Unseres Erachtens hat der Schluß auf unsere (wenn nicht absolute, so doch *praktische*) Einsamkeit im Weltall für die Menschheit große moralische Bedeutung. Damit wächst der Wert unserer technologischen und insbesondere unserer humanistischen Errungenschaften unermesslich. Das Wissen darum, daß wir, wenn nicht im Weltall überhaupt, so doch in einem gewaltigen Teil desselben, gleichsam die „Avantgarde“ der Materie sind, muß zu einer mächtigen Triebkraft für die schöpferische Tätigkeit jedes Individuums und der gesamten Menschheit werden. In höchstem Maße wächst die Verantwortung der Menschheit angesichts der Einzigartigkeit der vor ihr stehenden Aufgaben, und es wird ganz deutlich, wie unzulässig barbarische Kriege und die selbstmörderische Zerstörung der Umwelt sind.

Die Gewißheit dessen, daß uns niemand „wertvolle Hinweise“ geben wird, wie der Kosmos zu erobern ist und welche Strategie unsere Zivilisation zu verfolgen hat, erlegt uns eine große Verantwortung für unsere Handlungen auf. Die Entscheidung haben nur wir selbst zu treffen. Zweifellos bedeutet die dialektische Rückkehr zu einer recht spezifischen Variante der geozentrischen (besser: anthropozentrischen) Konzeption, daß sich das alte Problem der Stellung des Menschen im Weltall auf neue Weise darstellt.

Der Beitrag wurde der Zeitschrift „Sowjetwissenschaft — Gesellschaftswissenschaftliche Beiträge“, Heft 9./1977, mit freundlicher Genehmigung der Redaktion entnommen.

Präzisierung des Uranusdurchmessers

Der Uranusdurchmesser wurde kürzlich neu bestimmt. Mit herkömmlichen Methoden erhielt man ein zu kleines Bild, da das in der Atmosphäre zu etwa 1% enthaltene Methan Licht der Wellenlänge 886 nm absorbiert. Die verwendete elektronische Anlage weist aber im nahen Infrarot eine bis 200 mal größere Empfindlichkeit auf. Damit konnte der Durchmesser mit 27 900 ± 500 km bestimmt werden. Das sind 4000 km mehr als 1972 angegeben wurden. Die Differenz zwischen Äquator- und Poldurchmesser ist kleiner als 1% des Durchmessers.

J. RENDTEL

Priroda, 65, Nr. 10, 152 (1977).

Streifen auf der Phobos-Oberfläche

Vom VIKING-2-Orbiter wurden detailreiche Bilder des Marsmondes Phobos erhalten, die Einzelheiten bis 40 Meter Größe erkennen ließen. Großes Interesse erregen Streifen und Ketten kleiner Krater, ähnlich den sekundären Auswürfen einiger Mond- und Merkurkrater. Zur Erklärung der Streifen wurden folgende drei Hypothesen geäußert:

1. Es handelt sich um ein Resultat von Auswürfen aus einem großen Einschlagskrater.
2. Möglicherweise wurde die Phobosoberfläche von einem Schwarm von (Bruch-) Stücken oder größeren Himmelskörpern berührt.
3. Die Strukturen sind bereits entstanden, als der Phobos noch Teil eines größeren Himmelskörpers war.

Eine Klärung wird durch Bilder noch besserer Auflösung erwartet.

J. RENDTEL

Priroda, 65, Nr. 9, 134 (1977).

Galaxien gewogen

Im Astrophysikalischen Institut der Akademie der Wissenschaften der Kasachischen SSR ist es gelungen, eine Antwort auf die Frage, wie schwer eine Galaxie ist, zu geben. Die Mitarbeiter am Observatorium dieses Instituts haben sechzehn Galaxien „gewogen“. Man benutzte dazu eine Methode, die auf dem Prinzip der Ablenkung des Lichtstrahls in einem starken Gravitationsfeld beruht. Die Berechnungen ergaben, daß jede der beobachteten Galaxien eine Masse von einhundert Milliarden Sonnenmassen aufweist.

Das Observatorium liegt in den Bergen des Ala-tau, unweit von Alma-Ata. Man hat hier auch einen Atlas diffuser Gas- und Staubböden zusammengestellt, der in vielen Ländern bei der Erforschung des Weltalls Anwendung findet.

M. SCHMÖGNER

Věda a technika v SSSR 4/77, S. 64.

Energetische Elektronen vom Jupiter im interplanetaren Raum

Die Messungen des Elektronenflusses mit Pioneer-Sonden 10 und 11, im Energiebereich von 1 bis 11 MeV, durchgeführt in den vergangenen Jahren in großen Entfernungen vom Jupiter bis zu 11 AE, haben ergeben, daß diese Elektronen vom Planeten Jupiter stammen. Zum gleichen Schluß führten auch die Messungen der Sonden IMP-7 und IMP-8 im erdnahen Raum. Unsere Erde befindet sich demnach nicht nur im Einflußbereich energetischer Teilchen, die von der Sonne stammen, sondern auch in der Sphäre veränderlicher Elektronenströme, die vom Jupiter kommen.

Während des Fluges von Pioneer 10 wurde eine 25tägige Schwankung des Flusses der Jupiter-Elektronen, bis zu einer Entfernung von 10 AE vom Jupiter, festgestellt. Auf Grund der Auswertungen der Messungen an der Universität von Chicago wird angenommen, daß Jupiter dauernd Elektronen emittiert, sie aber nicht nur in seinen Magnetschweif oder dessen Umgebung konzentriert, sondern sie eher als eine Art Punktquelle diffus in die zufällig verteilten interplanetaren Magnetfelder ausbreitet.

In Bezug auf die Erde, werden die Schwankungen durch das Durcheinanderdringen der interplanetaren Magnetfelder hervorgerufen.

M. SCHMÖGNER

Vesmir 56 [1977], Heft 8, S. 253

Bekommt Jupiter einen künstlichen Satelliten?

Bei der Erforschung von Planeten unseres Sonnensystems mit Hilfe von Raumflugkörpern, kann man drei Phasen unterscheiden. Die erste Phase beinhaltet die Erforschung des Planeten durch vorbeifliegende Sonden. In der zweiten Phase werden kosmische Sonden auf Umlaufbahnen um den Planeten gebracht. In der dritten Phase schließlich setzen Landeteile wech auf der Oberfläche des Planeten auf. Dies war so bei der Erforschung der Planeten Venus und Mars. Die erste Phase wurde auch mit den Sonden Pioneer 10 und 11 bei Jupiter durchgeführt.

Wie nun Pläne der NASA, an denen zur Zeit gearbeitet wird, vorsehen, soll auch Jupiter einen künstlichen Satelliten bekommen. Nach dem jetzigen Stand der Pläne sollte dieser erste künstliche Satellit des Jupiter Anfang 1982 von der Erde aus auf die Reise geschickt werden. Etwa 56 Tage vor Ankunft der Sonde beim Jupiter, soll sich ein Landeteil von ihr lösen und wenig später in die Jupiteratmosphäre eintreten. Es tritt dabei an den Geräten, infolge starker Bremsung in der Jupiteratmosphäre, eine Überbelastung bis zu 300 g [g - Größe der Erdbeschleunigung] auf. Während des Abstiegs durch die Jupiteratmosphäre, wird der Landeteil etwa 30 Minuten lang physikalische Meßergebnisse an den Orbiter übermitteln. Der Orbiter wird auf eine Umlaufbahn gebracht werden, deren jupiternächster Punkt etwa 6, jupiterferner Punkt etwa 200 Jupiterradien betragen wird. Von dieser Umlaufbahn aus wird durch die Geräte des Satelliten eine genaue Untersuchung des Planeten und seiner Umgebung erfolgen.

M. SCHMÖGNER

Vesmir 56 [1977], Heft 11, S. 349

Zwei neue Programme der ESA

Die ESA, (west-) Europäische Raumfahrtbehörde, ist zur Zeit mit zwei neuen Programmen beschäftigt. Das erste ist die Beteiligung der ESA am großen Orbiterteleskop. Dieses astronomische Teleskop soll 1983 von der NASA auf eine Erdumlaufbahn gebracht werden. Das Spiegellteleskop soll einen Durchmesser des Spiegels von 2,4 m haben. Die westeuropäische Teilhabe am Programm wird 15% betragen; das entspricht einem Wert von etwa 100 Mio US-Dollar. Vor allem wird die ESA mit der Entwicklung und Herstellung von Kameras zum Photographieren schwacher Objekte betraut. Als Gegenleistung bekommen die westeuropäischen Astronomen nicht weniger als 15% der gesamten Beobachtungszeit am Gerät zugesprochen.

Das zweite Programm, mit der Bezeichnung GEOSARI, sieht den Start des zweiten Exemplars des wissenschaftlichen Satelliten GEOS, mit derselben wissenschaftlichen Ausrüstung vor. Seine Bahn wird allerdings anders als die von GEOS verlaufen. Wissenschaftlich wird es sich wiederum um eine detaillierte Erforschung der irdischen Magnetosphäre handeln. Der Start von GEOSARI soll im Jahre 1979, beim zweiten Startversuch der westeuropäischen Trägerrakete ARIANE, vom südamerikanischen Startgelände Kourou aus erfolgen.

M. SCHMÖGNER

Vesmir 56 [1977] Heft 10, S. 315

Nova Oph 1977

Vom Satelliten Ariel 5 wurde am 31. August 1977 eine Quelle der Intensität 0,43 (vergl. mit dem Krebsnebel), am 3. 9. von 0,73, am 5. 9. von 0,63 vermessenen. Im Bereich weicher Röntgenstrahlen war die Quelle Anfang September nach Messungen des Satelliten HEAO 1 beträchtlich stärker als der Krebsnebel. Am Anglo-Australischen Observatorium in Siding Spring, New South Wales (Australien), wurde am Ort der Nova am 10. 9. ein blauer Stern der Größe 16^m fotografiert. Auf einer Aufnahme vom 20. 5. 76 steht an dieser Stelle ein sehr viel schwächerer Stern. Das Spektrum ist ein strukturloses blaues Kontinuum mit einer einzigen schwachen He II-Emissionslinie. Am Mt. Hopkins Observatorium, Arizona wurde vom 15. bis 19. 9. 77 eine Rothelligkeit von 15^m gemessen.

G. SCHULZ

Sky and Telescope 54 (1977) 5, 382

Kowal's merkwürdig langsames Objekt

Am 1. Nov. 1977 wurde von Charles Kowal mit dem 122 cm-Schmidt-Teleskop auf dem Mt. Palomar ein sternartiges Objekt 18. Größe entdeckt. Der neue Himmelskörper, vermutlich ein Planetoid, erhielt den Namen Chiron. Seine Bahn liegt zwischen 1,3 Mrd. und 2,8 Mrd. km Entfernung von der Sonne, d. h. zwischen Saturn und Uranus. Seine Bahnneigung gegen die Ekliptik beträgt 6,9°, so daß er die Bahnen dieser beiden Planeten nicht schneidet. Die Bahn ist stark elliptisch (lin. Exzentrizität 0,38), die Umlaufzeit beträgt 50,7 Jahre, das Perihel wird 1996 durchlaufen. Evtl. ist Kowals Objekt das erste eines äußeren Planetoidengürtels. Das größte bisher bekannte Aphel besitzt Hidalgo (944) mit 1,45 Mrd. km Sonnenentfernung.

G. SCHULZ

Sky and Telescope 55 (1978) 1, 4

Bedeckung von Japetus durch die Saturnringe

In der Nacht vom 19. bis 20. Oktober 1977 bewegte sich der Saturnmond Japetus durch den Schatten des Ringsystems. Dieses seltene Ereignis wurde bisher nur einmal, im Jahre 1889 beobachtet. Nach den Beobachtungen verschiedener Astronomen trat während der Verdunklung des Mondes durch den äußeren Ring (A) eine kurzzeitige Aufhellung ein, was die Existenz der Encke-Teilung bestätigte. Die Verdunklung durch den A-Ring betrug etwa eine Größenklasse. Für Nordamerika hat sich dieses seltene Ereignis in der Nacht vom 7. zum 8. Januar 1978 wiederholt.

G. SCHULZ

Sky and Telescope 55 (1978) 1, 19

Meteoritenfall

In der Nacht vom 22. bis 23. August 1977 fiel im Norden des Irak, in der Region Kirkuk, nahe der Stadt Tazze ein etwa 25 kp schwerer Meteorit. Er verursachte einen Krater von rund 1 m Durchmesser und brach in etwa 1 Dutzend Fragmente auseinander.

G. SCHULZ

Sky and Telescope 54 (1977) 5, 364

SS Cygni und der schnelle Burster

Die rekurrende (wiederkehrende) Zwergnova SS Cyg wird seit über 80 Jahren beobachtet. Unlängst wurden etwa 11000 dieser Beobachtungen verglichen mit Meßwerten der Röntgenquelle MXB 1730-335, dem „schnellen Burster“. Für beide Objekte ist der Pulsabstand etwa proportional zur Energie des vorangegangenen Ausbruchs. Die Ausbrüche von SS Cyg stammen vermutlich aus einem Doppelsternsystem, auf dessen eine Komponente, einen Weißen Zwerg von etwa Sonnenmasse, in Abständen Masse der anderen Komponente überströmt. Im Falle des Bursters steht an Stelle des Weißen Zwerge ein Neutronenstern. Die Ausbrüche gleichen sich in folgenden Punkten: Rascher Anstieg, langsamer Abstieg, gelegentlich Doppelpulsstruktur und der oben erwähnte Zusammenhang zwischen Pulsabstand und Energie. Der wichtigste Unterschied: Die Zeitskala für SS Cyg beträgt Tage, für das MBX-Objekt Sekunden.

G. SCHULZ

Sky and Telescope 54 (1977) 5, 364

Io sendet starke Radiostrahlung

Io, der Jupiter nächste Mond, sendet eine mächtige Radiostrahlung aus, die um ein vielfaches stärker ist, als es die Wissenschaftler erwarteten. Das stellten sowjetische Astronomen mit Hilfe des großen Radioteleskops der Akademie der Wissenschaften der UdSSR „Ratan-600“ fest, das im Nordkaukasus installiert wurde. Offenbar hat der beobachtete Jupitermond ein Magnetfeld und einen intensiven Strahlungsgürtel.

Über die Ergebnisse der ersten Beobachtungen und über erste Entdeckungen mit diesem großen Radioteleskop berichtet die sowjetische Zeitschrift „Semijs i Wselennaja“ (Erde und Weltall). Auch die Radiostrahlung von den Jupitermonden Callisto, Ganymed und Europa konnte mit „Ratan-600“ neu bestimmt werden. Die Strahlung der Monde Europa und Io wurde erstmals mit einem Radioteleskop gemessen.

Den sowjetischen Astronomen gelang ferner eine Kerndarstellung unserer Galaxis, welche die bisher herrschenden Vorstellungen von der Struktur unserer Galaxis, die auf früheren Beobachtungen mit anderen Teleskopen fußen, ins Wanken brachte.

Mit „Ratan-600“ gelang es des weiteren, die Radiostrahlung des am weitesten von der Erde entfernten bekannten Objekts des gesamten Weltalls zu messen, eines Quasars, der von amerikanischen Astronomen aufgespürt worden war. Die Quasare gehören noch immer zu den wenig erforschten Objekten im Weltall. Sie werden jetzt mit „Ratan-600“ im Rahmen eines internationalen Forschungsprogramms untersucht. An diesem Programm sind auch alle großen Radioteleskope Australiens sowie das Teleskop des Krim-Observatoriums der sowjetischen Akademie beteiligt.

ND 14./15. 1. 78

Die Röntgenografie des Weltalls

In nächster Zeit ist in den USA der Aufstieg dreier Satelliten vorgesehen (ein Satellit pro Jahr), die mit einem Komplex von Apparaturen zur Untersuchung der Röntgenstrahlung aus dem Kosmos ausgerüstet sind. An Bord der Satelliten sind sieben Gruppen von Strahlungsdetektoren untergebracht, deren Fenster mit einer dünnen Schicht abgedeckt sind. Sechs von ihnen bilden ein Gitter an der Seitenwand des Korpus, die siebte befindet sich an der entgegengesetzten Wand und erfüllt die Funktion eines „Rückspiegels“. Der Satellit rotiert um seine Achse (eine Umdrehung in 30 Minuten), was eine Rundum-Übersicht über das Weltall gewährleistet.

Wie die Spezialisten annehmen, erlauben es diese drei Satelliten, mit einer Genauigkeit bis zu 0,1° einige tausend neue Röntgenstrahlungsquellen, Quasare, „schwarze Löcher“ und weitere astronomische Objekte zu registrieren, die mit Hilfe erdgebundener Geräte infolge der Absorption dieser Strahlung in der Atmosphäre niemals aufgefunden werden können. Einige dieser Objekte können sich in einer Entfernung von Milliarden Lichtjahren befinden.

HANS HEERDEGEN

Snanle — sila 3/1978, S. 15

Buchbesprechung

Kosmische Weiten

PZV 31052

Das vorliegende Buch eröffnet eine neue Reihe von Schriften zur Astronomie, die von Prof. Dr. H. Lambrecht, Jena, und Dr. S. Marx, Tautenburg, herausgegeben wird. In zwangloser Folge soll darin über alte und neue Probleme der Astronomie und die mit ihnen zusammenhängenden Forschungsmethoden und Ergebnisse informiert werden. Jeder Band soll eine von den anderen unabhängige, in sich geschlossene Darstellung eines bestimmten astronomisch-astrophysikalischen Forschungsgebietes geben.

Gleich der erste Band behandelt ein Thema von großem allgemeinen Interesse. Es ist grundlegend für das Verständnis weiterer astronomischer Fragen. Erst die zunehmende Kenntnis der Entfernungen machte die Fülle der Forschungen der modernen Astronomie möglich. Unser gesamtes astronomisches Weltbild beruht wesentlich auf der Ausmessung des Weltalls.

Das Problem der kosmischen Distanzen, verbunden mit den sprichwörtlichen „astronomischen Zahlen“, bewegt zahlreiche Menschen. Sie finden hier eine sehr erfreuliche, gerade die geschichtliche Entwicklung betonende Darstellung mit einer Fülle von interessanten Details und Hinweisen. Der Leser erfährt in konzentrierter Form, wie sich von der Antike bis zur jüngsten Zeit das Bemühen um die Messung von Entfernungen nach und nach entwickelt hat. Beruhten die lange Zeit vorherrschenden trigonometrischen Fixsternparallaxen auf der Beobachtung von Sternpositionen, an deren Verbesserung ständig gearbeitet wurde, so halten ab Mitte des 19. Jhdts. in zunehmendem Maß die Methoden der fotometrischen Parallaxen ihren Einzug. Letztlich unterscheiden sie sich in der Art und Weise der Bestimmung der absoluten Helligkeiten (Leuchtkräfte) der Objekte. Sie gestatten ein Vordringen in immer größere Raumtiefen bis schließlich zu den extragalaktischen Sternsystemen.

Da es zu dem Thema eine zusammenhängende Studie bislang nicht gab, ist das Buch eine wertvolle Bereicherung unseres astronomischen Schrifttums. Es wird sicher neue Freunde der Astronomie gewinnen. Viele werden gespannt nach weiteren aktuellen Beiträgen zu kosmischen Phänomenen und Prozessen in dieser neuen Schriftenreihe Ausschau halten.

Dr. F. BÖRNGEN

Dieter B. Herrmann: Kosmische Weiten. Geschichte der Entfernungsmessung im Weltall. Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1977, 95 Seiten mit 18 Abbildungen und 10 Tabellen, Preis 9.60 M

Unsere Autoren:

- Dr. D. Möhlmann, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5
Prof. Dr. M. Waldmeier, CH 8006 Zürich, Schmelzbergstr. 25
Martin Bork, 114 Berlin, Weizenweg 49
Dr. Siegfried Marx, 6901 Tautenburg, Observatorium
OL Heinz Albert, 963 Crimmitschau, Str. d. Jugend 8
Wolfgang Roloff, 8511 Birkholz, Dorfplatz 9
Harro Lorenz, 119 Berlin, Hartriegelstr. 67a
Michael Liemen, 5804 Friedrichroda, Schmalkalder Str. 33
Hans-Jörg Mettig, 8020 Dresden, Tiergartenstr. 30c
Jürgen Rendtel, 15 Potsdam, Fichtestr. 5
Mathias Schmögner, 044 25 Medzov 6, 421, ČSSR
Gisela Schulz, 8055 Dresden, Pillnitzer Landstraße 141
Dr. F. Börngen, 6901 Tautenburg, Observatorium
Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestr. 17
Dipl.-Ing. H. D. Naumann, 8142 Radeberg, Str. d. Thälmann-Pioniere 19
Karl Radler, 963 Crimmitschau, Str. d. Jugend 8
Michael Großmann, 1542 Falkensee-Finkenkrug, Ringstr. 99
Hans Heerdegen, 92 Freilberg, Franz-Kögler-Ring 11

4¹⁹⁷⁸ Astronomie und Raumfahrt



INHALT

Der Energiehaushalt der Sterne im Kontraktionsstadium · Siegfried Kappelmeyer	97
Die Messung der heliozentrischen Koordinaten der Sonnenflecken · Dr. Paul Ahnert	103
Die Sonnen- und Mondfinsternisse bis zum Jahre 2004 · Arnold Zenkert	107
Wettbewerb des ZfA Astronomie, vierte Aufgabe	108

Amateure beobachten und berichten

Einfache Möglichkeiten der Bahnbestimmung einer visuellen Feuerkugelbeobachtung · Gerd Renner	109
Mondfinsternis 1978 März 24 mit einfachen Mitteln fotografiert · Bernd Hübel	110
Beobachtung einer „doppelten“ Penumbra um einen Sonnenfleck · Bernd Reimann	111
Langlebige Sonnenfleckengruppe am Ende eines Zyklus beobachtet · Frank Rümmler	112

Bildseiten

Mit dem Zeichenstift am Fernrohr (Sonnenfleckengruppe)	I
Sonnenfleckengruppe 13. Februar 1978 – Kunstsonnenuhr im Stadtpark Dessau	II
Mondfinsternis 1978 März 24	III
Salut 6/Sojus 26, Bahnspuren	IV
Beobachtung des veränderlichen Objekts HM Sagittae · Dietmar Böhm	113
Feuerkugel – Jahresübersicht 1977 · Karsten Kirsch, Edith und Gerd Renner	116

Kurzberichte

Die Kunstsonnenuhr im Stadtpark von Dessau – Gründung eines Bezirksarbeitskreises Astronomie in Neubrandenburg – Internationaler Astronautischer Kongreß in Prag	121
--	-----

Aus der Literatur

Inhaltsangabe „Astronomieskij Journal“ 54 (1977) Heft 4, 5, 6	122/123
Inhaltsangabe „Priroda“ 65 (1977) (nur astronomische Artikel), Heft 9, 10, 11, 12	124
Reiner kommen sie nicht vor – Sputnik entdeckt einen Krater – Die „Röntgensonne“ – Zusammenstoß im Weltall – Ein solares Versuchskraftwerk	125
Wieviele Satelliten hat der Saturn? – Der massenreichste Doppelstern HD 47 129 – Neue Werte für die galileischen Jupitermonde – Das Budapester Planetarium TIT	126
Bildet der Stern MWC 349 ein Planetensystem? – Rätsel um den Doimoskrater – Noch eine Radiogalaxie – Weniger bekannte Finsternis-Zyklen	127

Buchbesprechungen

Katalog der irdischen Meteoritenkrater	4. Umschlagseite
--	------------------

Redaktionschluß: 15. 5. 1978

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur, Astronomie), 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium; OL Heinz Albert (Amateure beobachten und berichten), 963 Crimmitschau, Straße der Jugend 8; Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17; Bernd Zill (Junge Amateure), Pionier- und Volkssternwarte 9412 Schneeberg; Karl-Heinz Neumann (Raumfahrt), 1297 Zepernick, Heinestraße 90; Artur Hockauf (verantwortlicher Redakteur), 1157 Berlin, Marksburgstraße 13. Redaktionssitz: 104 Berlin, Hessische Straße 11/12. Fernsprecher 2829744.
Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Manuskripte werden nur in doppelter Ausfertigung (mit Durchschlag) angenommen.
Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena.
„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1978 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 1400/73 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR. Artikel-Nr. (EDV) 523 des PZV.
Satz und Druck: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle.

Der Energiehaushalt der Sterne im Kontraktionsstadium

SIEGFRIED KAPPELMEYER

Als Robert Mayer (1814 bis 1878) in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Äquivalenz von mechanischer Energie und Wärmeenergie erkannte, versuchte er auch, die Energieerzeugung der Sonne zu erklären. Er nahm an, daß der Verlust, den die Sonne durch die fortwährende Strahlung erleidet, durch die Energie von unaufhörlich auf sie niederstürzenden Meteoriten ersetzt würde. Man erkannte aber bald, daß dazu eine unwahrscheinlich große Masse von Meteoriten erforderlich wäre. Der Massenzuwachs der Sonne müßte sich dabei in Störungen der Planetenbahnen bemerkbar machen, die durch die vorhandenen Beobachtungsergebnisse nicht bestätigt wurden. Aus diesem Grund ließ man diese Vorstellung bald wieder fallen.

Hermann von Helmholtz (1821 bis 1894), der den Energieerhaltungssatz präziserte, führte den Energiegewinn der Sonne auf die Kontraktion zurück. Wir wissen, daß im gegenwärtigen Zustand die Energiefreisetzung unserer Sonne durch atomare Vorgänge verursacht wird. Im Laufe der Sternentwicklung, so wie wir sie uns heute vorstellen, spielt zu bestimmten Zeiten jedoch auch der Energiegewinn durch Kontraktion eine wesentliche Rolle.

Es soll hier einmal dargestellt werden, in welcher Größenordnung diese Vorgänge ablaufen. Unsere großen Rechenautomaten machen es möglich, darüber sehr genaue Berechnungen anzustellen, obwohl auch dabei oft Grenzen gesetzt sind und bestimmte Idealisierungen vorgenommen werden müssen. Hier soll es nun nicht darum gehen, rechnerisch absolut genaue Ergebnisse zu erzielen, sondern es soll eine möglichst überschaubare Darstellung der Zusammenhänge zwischen Kontraktion und Energiegewinn gegeben werden. Dazu wird es erforderlich, verschiedene Vereinfachungen vorzunehmen, um den mathematischen Aufwand möglichst gering zu halten.

Welche Vorgänge spielen sich nun bei der Kontraktion ab? Dazu wollen wir zunächst die folgenden einfachen Überlegungen anstellen: Wenn wir von der Erdoberfläche einen Stein oder eine andere Masse anheben und auf eine bestimmte Höhe bringen, so ist dazu eine bestimmte Arbeit erforderlich. Diese Arbeit entspricht genau der potentiellen Energie, die der Stein gewonnen hat. Lassen wir den Stein nun wieder zur Erde herabfallen, so wird bei seinem Aufschlag die Energie, vorwiegend als Wärmeenergie, frei, die er als potentielle Energie besessen hat.

Wir können den Vorgang aber auch anders ausdrücken. Um den gleichen Betrag, den der Stein beim Anheben als potentielle Energie gegenüber der Erde gewonnen hat, ist auch die gesamte potentielle Energie des Systems Erde-Stein geringer geworden, wie es nach dem Gravitationsgesetz leicht nachzuweisen ist. Umgekehrt nimmt beim Herabfallen die potentielle Energie des Gesamtsystems wieder um den Betrag zu, der als Arbeit aufgewandt werden mußte, um den Stein anzuheben. Bei der Kontraktion der Masse eines Sterns läuft praktisch der gleiche Vorgang ab. Wenn wir also die Energie ermitteln wollen, die bei der Kontraktion als Wärme- und Strahlungsenergie frei wird, dann brauchen wir nur die Differenz zu bilden, die sich aus den potentiellen Energien der gesamten Sternmasse für zwei bestimmte Zustände ergibt.

Wie läßt sich nun die potentielle Energie für einen bestimmten Zustand eines Sterns ermitteln? Allgemein ausgedrückt ist die potentielle Energie das Produkt aus Kraft (= Masse) mal Abstand vom Mittelpunkt der kugelförmig angenommenen Sternmasse, wobei die Kraft wiederum aus der Masse mal Schwerebeschleunigung gebildet wird. Die gesamte potentielle Energie ist dann die Summe der Wirkungen aller Masseiteilchen:

$$W_{\text{pot}} = \sum_{r=0}^{r=R} g_r \cdot m_r \cdot r \quad (1)$$

r = Abstand vom Mittelpunkt

m_r = Masse im Abstand r

g_r = Schwerebeschleunigung im Abstand r

R = Radius des gesamten Sterns

Da wir für die Masseverteilung eine Zentralsymmetrie annehmen können, d. h. daß in jedem Abstand r die gleiche Dichte und damit auch die gleiche Schwerebeschleunigung vorhanden ist, brauchen wir nur die Ergebnisse für die einzelnen Kugelschalen zu summieren. Das geschieht am einfachsten mit Hilfe der Integralrechnung, die ja praktisch auch nur eine Summierung darstellt.

Der Rechengang soll zunächst am einfachen Beispiel der Ermittlung des Kugelinhalts erläutert werden. Wir stellen uns vor, daß eine Kugel aus lauter einzelnen Kugelschalen mit der Dicke dr und

der Fläche $F = 4\pi r^2$ besteht (Abb. 1). Der Kugelinhalt ist dann die Summe dieser einzelnen Schalen. Nach den Regeln der Integralrechnung ergibt sich für das Kugelvolumen:

$$V = \int_{r=0}^{r=R} 4\pi r^2 \cdot dr = \left[\frac{4}{3} \pi r^3 \right]_0^R = \frac{4}{3} \pi R^3. \quad (2)$$

In der gleichen Weise können wir nun auch die potentielle Energie ermitteln. Dabei soll zunächst als Vereinfachung angenommen werden, daß die Masse in dem Volumen des Sterns gleichmäßig verteilt ist. Das weicht natürlich von den tatsächlichen Verhältnissen sehr stark ab, denn in Wirklichkeit nimmt die Dichte zum Mittelpunkt hin ganz erheblich zu. Zunächst soll uns jedoch die homogene Massenverteilung genügen. Die Auswirkung der Massenkonzentration zum Mittelpunkt hin soll dann weiter unten dargestellt werden.

Bei gleichmäßiger Dichte ergibt sich als anteilige Masse einer Kugelschale:

$$m_r = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R^3} \cdot 4\pi r^2 \cdot dr = \frac{3Mr^2}{R^3} dr \quad (3)$$

M = Gesamtmasse des Sterns

Als weiteres ist die Schwerebeschleunigung zu ermitteln. An der äußeren Oberfläche des Sterns und auch darüber hinaus können wir sie nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz berechnen:

$$g_R = \frac{\gamma \cdot M}{R^2} \quad (4)$$

g_R = Schwerebeschleunigung an der Oberfläche

γ = Gravitationskonstante

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

Im Mittelpunkt muß die Schwerebeschleunigung gleich null werden, da sich hier die Wirkungen aller Massen gegenseitig aufheben. Für einen Massenpunkt m im Abstand r vom Zentrum kann die Schwerebeschleunigung so ermittelt werden, daß man als wirksam nur die Masse ansetzt, die sich innerhalb des Radius r befindet. Die Wirkungen der Massen außerhalb des Radius r heben sich wieder gegenseitig auf und können deshalb vernachlässigt werden. Es ergibt sich also:

$$g_r = \frac{\gamma \cdot M_r}{r^2} \quad (5)$$

g_r = Schwerebeschleunigung im Abstand r vom Mittelpunkt

M_r = Masse innerhalb des Radius r

Bei der Annahme einer homogenen Massenverteilung entsteht damit die einfache Bedingung, daß die Schwerebeschleunigung von der Oberfläche zum Mittelpunkt hin geradlinig auf null abnimmt (Abb. 2). Als Gleichung können wir g_r dadurch wie folgt darstellen:

$$g_r = g_R \frac{r}{R} = \frac{\gamma \cdot M \cdot r}{R^3} \quad (6)$$

Die in den Gleichungen (3) und (6) ermittelten Werte setzen wir nun in die Gleichung (1) ein und können damit die potentielle Energie der gesamten Sternmasse bei homogener Dichteverteilung berechnen. Das Summenzeichen ersetzen wir dabei wie in Gleichung (2) durch das Integralzeichen.

$$W_{\text{pot}} = \int_{r=0}^{r=R} \frac{\gamma \cdot M \cdot r}{R^3} \cdot \frac{3 \cdot M \cdot r^2}{R^3} \cdot r \cdot dr$$

Die konstanten Werte können wir vor das Integralzeichen setzen, und wir erhalten als Lösung:

$$W_{\text{pot}} = \frac{3 \cdot \gamma \cdot M^2}{R^6} \int_0^R r^4 \cdot dr = \left[\frac{3 \cdot \gamma \cdot M^2}{R^6} \cdot \frac{1}{5} \cdot r^5 \right]_0^R$$

$$W_{\text{pot}} = 0,6 \frac{\gamma \cdot M^2}{R} \quad (7)$$

Aus der Gleichung (7) können wir entnehmen, daß die potentielle Energie im reziproken Verhältnis zum Radius steht. Am Beginn des Kontraktionsstadiums, wenn die Masse des Sterns noch ein sehr großes Volumen einnimmt und dementsprechend auch einen sehr großen Radius besitzt, werden also die Gewinne an Energie durch die Kontraktion verhältnismäßig gering sein. Mit der zunehmenden Verkleinerung des Radius steigt die Größe der potentiellen Energie dann allerdings hyperbelförmig an

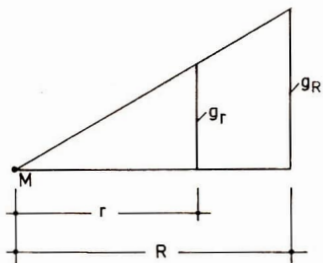


Abb. 2:
Schwerebeschleunigung bei homogener Massen-
verteilung.

Abb. 1, rechts

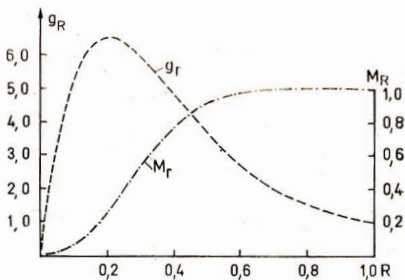
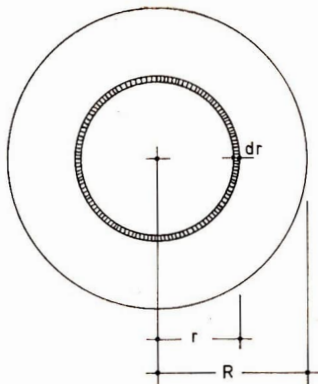


Abb. 3:
Masse und Schwerebeschleunigung bei
Anstieg der Dichte mit der 6. Potenz.

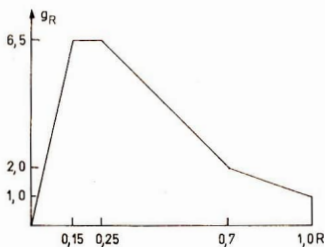
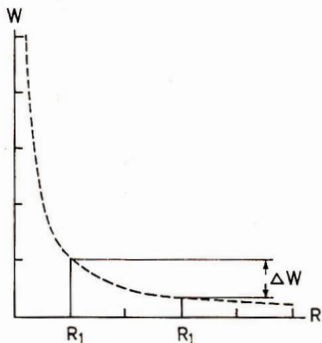


Abb. 4:
Idealisierte Schwerebeschleunigung (zu Abb. 3).

Abb. 5, rechts:
Abhängigkeit der potentiellen Energie vom Ra-
dius.



und kann im Endstadium bei sehr kleinen Radien von wesentlicher Bedeutung für den Energiehaushalt werden. Doch bevor die einzelnen Bedingungen im Entwicklungsgang eines Sterns genauer untersucht werden, soll erst einmal dargestellt werden, wie sich die vereinfachende Annahme der homogenen Massenverteilung gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen auswirkt.

Bei jeder Masse, die zu kontrahieren beginnt, wird die Dichte zum Kern hin schnell zunehmen. Im Hauptreihenstadium liegen die Verhältnisse dann so, daß die Dichte etwa mit der 6. Potenz des Abstandes von der Oberfläche ansteigt. Auch dieses ist wieder eine Näherung, obwohl sie den tatsächlichen Verhältnissen schon verhältnismäßig nahe kommt. Für die genaue Berechnung eines Sternmodells müßten auch alle übrigen Wirkungen, wie Druck, Temperatur usw., berücksichtigt werden. Hier sollen jedoch nur die Zusammenhänge zwischen der Geometrie und der Gravitation und ihre Auswirkungen in der Sternentwicklung aufgezeigt werden. Dazu soll uns die Annahme einer parabelförmigen Dichtezunahme genügen.

Bei einer Dichtezunahme mit der 6. Potenz ergibt sich, daß die Dichte im Mittelpunkt das 84fache der mittleren Dichte beträgt. Für unsere Sonne würden sich z. B. $84 \cdot 1,41 = 118 \text{ g/cm}^3$ ergeben. Wenn man berücksichtigt, daß im unmittelbaren Kernbereich die Dichtezunahme etwas geringer wird, kann dieser Wert als zutreffend angesehen werden.

Den Faktor für die Zentraldichte kann man sich durch die sinngemäße Anwendung der nachfolgenden Gleichung (8) errechnen. Wenn man in dieser Gleichung $M_r = M$ setzt und über das gesamte Kugelvolumen von $r = 0$ bis $r = R$ integriert, wird dieser Faktor die einzige Unbekannte der Gleichung und ergibt bei einer Dichtezunahme mit der 6. Potenz den Wert 84.

Als Massen für die Teilkugeln mit dem Radius r_x ergeben sich dann unter Verwendung der Gleichung (3):

$$\begin{aligned} M_{r_x} &= \int_{r=0}^{r=r_x} \frac{84 \cdot 3 \cdot M \cdot r^2}{R^3} \cdot \left(\frac{R-r}{R} \right)^6 \cdot dr \\ &= \frac{252 M}{R^9} \int_{r=0}^{r=r_x} (R-r)^6 \cdot r^2 \cdot dr \end{aligned} \quad (8)$$

Mit diesen Werten kann dann nach Gleichung (5) die Schwerebeschleunigung in den einzelnen Abständen r ermittelt werden. In Abb. 3 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt. Eine ausreichende Genauigkeit ergibt sich bei der Berechnung, wenn man etwa von $r = 0,05 R$ bis $r = 0,60 R$ als Abstände der gewählten Radien $0,05 R$ annimmt, für die größeren Radien genügen Abstände von $0,10 R$. Die potentielle Energie kann dann auf der Grundlage von Gleichung (1) ermittelt werden. Wer die Leistungsfähigkeit eines kleinen elektronischen Taschenrechners einmal ausprobieren möchte, der soll es ruhig einmal versuchen. Zur rechnerischen Vereinfachung ist es dabei zuträglich, den kurvenförmigen Verlauf der Schwerebeschleunigung durch idealisierte geradlinige Teilschnitte zu ersetzen, wie es als Beispiel in Abb. 4 dargestellt ist. Für den ersten Abschnitt würde sich dann die folgende Gleichung ergeben:

$$\begin{aligned} g_1 &= g_R \cdot 6,5 \cdot \frac{r}{0,15 R} = \frac{\gamma \cdot M}{R^2} \cdot \frac{130 r}{3 R} \\ W_1 &= \int_{r=0}^{r=0,15 R} \frac{130 \cdot \gamma \cdot M \cdot r}{3 R^3} \cdot \frac{252 \cdot M \cdot (R-r)^6 \cdot r^2}{R^9} \cdot r \cdot dr \\ &= \frac{10920 \cdot \gamma \cdot M^2}{R^{12}} \int_{r=0}^{r=0,15 R} (R-r)^6 \cdot r^4 \cdot dr \end{aligned}$$

Die Gleichungen für die Schwerebeschleunigungen der anderen Abschnitte würden lauten:

$$\begin{aligned} g_2 &= 6,5 g_R \\ g_3 &= \left(2,0 + 4,5 \frac{0,7 R - r}{0,45 R} \right) \cdot g_R \\ g_4 &= \left(1,0 + 1,0 \frac{R - r}{0,30 R} \right) \cdot g_R \end{aligned}$$

Für einen Stern, dessen Dichte mit der 6. Potenz des Abstandes von der Oberfläche zur Mitte hin parabelförmig ansteigt, ergibt sich dann die gesamte potentielle Energie mit

$$W_{\text{pot}} \approx 1,8 \cdot \frac{\gamma \cdot M^2}{R} \quad (9)$$

Wenn wir dieses Ergebnis mit der Gleichung (7) vergleichen, dann erkennen wir, daß sich für die potentielle Energie etwa der dreifache Wert ergibt, als er für die homogene Dichteverteilung ermittelt wurde.

Mit diesen Grundlagen wollen wir nun versuchen, die Auswirkungen der Kontraktion in dem Entwicklungsgang eines Sterns zu verstehen. Erinnern wir uns noch einmal daran, daß der Energiegewinn, der bei der Kontraktion eintritt, gleich der Differenz der potentiellen Energien von zwei bestimmten Zuständen ist. In Abb. 5 ist die Abhängigkeit der potentiellen Energie vom Sternradius dargestellt, wie sie sich aus Gleichung (7) oder (9) ableitet. Soll nun der Energiegewinn durch die Kontraktion von R_1 auf R_2 ermittelt werden, so ist die potentielle Energie für den Zustand R_1 und R_2 zu berechnen. Der Energiegewinn, der dadurch eintritt, beträgt dann

$$\Delta W = W_{\text{pot}}(R_2) - W_{\text{pot}}(R_1) \quad (10)$$

Nach der heute im allgemeinen bestehenden Vorstellung beginnt die Entwicklung eines Sterns durch die Kontraktion einer ausgedehnten Gaswolke. Der Radius eines Sterns von einer Sonnenmasse wird dabei das millionenfache des heutigen Sonnenradius betragen haben. Die potentielle Energie in diesem Zustand wäre $W_{(R_1)}$. Bei diesem sehr großen Radius wird der Wert jedoch so klein, daß er für die weitere Berechnung vernachlässigt werden kann. Das Ende dieses ersten Kontraktionsvorgangs tritt mit dem Erreichen des Hauptreihenzustandes ein. Die potentielle Energie des Sterns ist dafür gleich $W_{(R_2)}$.

Am Beispiel der Sonne sollen die Vorgänge einmal verfolgt werden. Es wird nach Gleichung (9):

$$\begin{aligned} W &= 1,8 \cdot \gamma \cdot M^2/R \\ &= 1,8 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (1,99 \cdot 10^{30})^2 / 7 \cdot 10^8 \\ &= 6,8 \cdot 10^{41} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \\ &\quad (1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 1 \text{ J}) \end{aligned} \quad (11)$$

Die Strahlungsleistung der Sonne im jetzigen Hauptreihenstadium beträgt $Q = 3,9 \cdot 10^{23} \text{ kW}$. Wenn wir annehmen, daß für die Sonne vom Beginn der Kontraktion bis zum endgültigen Erreichen der Hauptreihe etwa 20 Millionen Jahre vergangen sind, dann wäre bei gleichbleibender Strahlungsleistung wie im jetzigen Zustand die folgende Energiemenge abgestrahlt worden:

$$\begin{aligned} W_Q &= 3,9 \cdot 10^{23} \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 8766 = 6,84 \cdot 10^{34} \text{ kWh} \\ (1 \text{ a} &= 365,24 \cdot 24 = 8766 \text{ h}) \end{aligned}$$

In $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ umgerechnet ergibt das

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 3,60 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \\ W &= 6,84 \cdot 10^{34} \cdot 3,60 \cdot 10^6 = 2,46 \cdot 10^{41} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

Das sind 36% des in Gleichung (11) ermittelten gesamten Energiegewinns durch Kontraktion. Nun erfolgte die Strahlungsabgabe jedoch nicht gleichmäßig und auch nicht immer in der jetzigen Größe. Besonders in der ersten Phase der Entwicklung konnte die Sonne durch die optisch noch dünne Materie erheblich größere Energiemengen abstrahlen. Eine ausführliche Darstellung darüber ist im Kalender für Sternfreunde 1976 [1] nachzulesen. Die abgestrahlte Energiemenge wird deshalb etwas mehr als 50% des Energiegewinns ausmachen. Der restliche Energiegewinn wird für das Aufheizen des Sterns und für die Ionisation des molekularen Wasserstoffs verbraucht.

Wenn der Stern die Hauptreihe erreicht hat, sind zunächst einmal für einen sehr langen Zeitraum alle Kontraktionsvorgänge abgeschlossen. Die im Kern erreichten Temperaturen von 10^7 K lassen nun die atomaren Vorgänge anlaufen und zwischen dem durch das „Wasserstoffbrennen“ entstehenden inneren Druck und der Gravitationswirkung stellt sich ein Gleichgewicht ein. Unsere Sonne wird in diesem Zustand etwa 13 Milliarden Jahre auf der Hauptreihe verbleiben.

Wenn dann ein großer Teil des Wasserstoffs im Kern verbraucht sein wird, schiebt sich die „Brennzone“ immer weiter nach außen, und es kommt dadurch zu Instabilitäten. Die äußere Hülle des Sterns beginnt sich auszudehnen, der Stern wandert im Hertzsprung-Russell-Diagramm in den Bereich der Riesensterne. Umgekehrt wie bei der Kontraktion bedeutet jede Expansion einen Energieverlust. Da die sich bildende äußere Hülle jedoch äußerst dünn ist und nur ein sehr geringer Teil der Masse des Sterns an diesem Vorgang beteiligt ist, ist der dadurch eintretende Energieverlust nicht sehr erheblich. Er trägt aber mit dazu bei, daß die Oberfläche des Sterns sich abkühlt, er wandert im Hertzsprung-Russell-Diagramm nach rechts.

Umgekehrt wie in der Hülle sind die Vorgänge im Kernbereich. Da der innere Kern weitgehend nur noch aus Helium besteht, laufen bei den dort herrschenden Temperaturen keine Brennvorgänge mehr ab. Dies führt zu einer weiteren Kontraktion des Kerns. Aus der Abb. 5 können wir entnehmen, daß

im Bereich der kleinen Radien dabei größere Energiegewinne entstehen, die zu einer weiteren Aufheizung des Kerns führen und bei 10^8 K das Heliumbrennen eintreten lassen.

Die Vorgänge im Bereich des Riesenstadiums konnten hier nur in ihren grundsätzlichen Zusammenhängen dargestellt werden, soweit sie die Auswirkung der Kontraktion auf den Energiehaushalt des Sterns betreffen. Im einzelnen treten dabei jedoch in Abhängigkeit von der Masse des Sterns und von seiner chemischen Zusammensetzung sehr unterschiedliche Abläufe ein, wie sie in der Literatur [2] ausführlich dargestellt sind.

Über den weiteren Entwicklungsgang eines Sterns kann noch nichts mit völliger Sicherheit ausgesagt werden. Es ist aber wahrscheinlich, daß nach dem Riesenstadium die Entwicklung zu einem weißen Zwerg, einem Neutronenstern oder zu einem schwarzen Loch eintritt. Welchen Weg ein Stern dabei geht, ist im wesentlichen von seiner Masse abhängig. Allen Entwicklungswegen gemeinsam ist es, daß die Sterne in diesem Zustand äußerst kleine Radien einnehmen. Wie wir aus Abb. 5 erkennen können, treten aber bei diesen Abmessungen auch beträchtliche Energiegewinne durch die Kontraktion ein.

Betrachten wir als erstes den Energiehaushalt eines weißen Zwergs und ermitteln den Energiegewinn durch die Kontraktion nach der Gleichung (10). Da die potentielle Energie $W_{\text{pot}}(R_1)$ sehr klein im Verhältnis zu $W_{\text{pot}}(R_2)$ ist, kann sie auch hier rechnerisch vernachlässigt werden. Die Zustandsgrößen für einen weißen Zwerg werden der Literatur [3] entnommen:

$$M = 0,6 M_{\odot} = 0,6 \cdot 1,99 \cdot 10^{30} = 1,2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$R = 0,02 R_{\odot} = 0,02 \cdot 7 \cdot 10^8 = 1,4 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$Q = 0,0005 Q_{\odot} = 0,0005 \cdot 3,9 \cdot 10^{23} = 1,95 \cdot 10^{20} \text{ kWh}$$

Bei einem weißen Zwerg ist zwar auch eine Zunahme der Dichte zum Mittelpunkt hin vorhanden, sie zeichnet sich jedoch nicht in so ausgeprägter Form wie bei einem Hauptreihenstern ab. Da hier nur die Größenordnung des Energiegewinns dargestellt werden soll, wird der Einfachheit halber die potentielle Energie nach Gleichung (7) ermittelt.

$$W = 0,6 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (1,2 \cdot 10^{30})^2 / 1,4 \cdot 10^7 \\ = 4,1 \cdot 10^{42} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 2,78 \cdot 10^{-7} \text{ kWh}$$

$$W = 4,1 \cdot 10^{42} \cdot 2,78 \cdot 10^{-7} = 1,14 \cdot 10^{36} \text{ kWh}$$

Wenn der gesamte Energiegewinn aus der Kontraktion gleichmäßig abgestrahlt würde, wäre das für den folgenden Zeitraum möglich:

$$T_h = 1,14 \cdot 10^{36} / 1,95 \cdot 10^{20} = 5,8 \cdot 10^{15} \text{ h}$$

$$1 a = 8766 \text{ h}$$

$$T_a = 5,8 \cdot 10^{15} / 8766 = 6,6 \cdot 10^{11} \text{ a}$$

Die durch die Kontraktion gewonnene Energie würde also für viele Milliarden Jahre ausreichen, um die Energieabstrahlung aufrecht zu erhalten. Der errechnete Wert hat allerdings in seiner absoluten Größe nur eine theoretische Bedeutung. So ist es als wahrscheinlich anzunehmen, daß in dem Entwicklungsgang durch ein Supernovastadium oder andere Erscheinungen der Massenabgabe bereits äußerst große Energiemengen verloren gehen. Es läßt aber dennoch erkennen, daß die weißen Zwerge für einen sehr langen Zeitraum ihren Energiehaushalt durch die Kontraktion decken können.

Das kleinste Volumen, das ein Stern einnehmen kann, tritt für den Zustand eines schwarzen Lochs ein. Als Grenzaussparung müßte dafür der Schwarzschild- oder Gravitationsradius erreicht werden:

$$R_{Gr} = \frac{2 \cdot \gamma \cdot M}{c^2} \quad (12)$$

c = Lichtgeschwindigkeit

Für den Stern bedeutet das, daß die Entweichgeschwindigkeit (2. kosmische Geschwindigkeit) gleich der Lichtgeschwindigkeit wird, woraus sich ergibt, daß bei der Unterschreitung dieses Radius der Zustand des schwarzen Lochs eintritt. Nehmen wir an, daß in diesem Zustand die Dichteverteilung annähernd gleichmäßig sein soll, obwohl auch hierbei eine geringe Konzentration zur Mitte hin vorhanden ist. Wenn wir dann den Radius aus Gleichung (12) in Gleichung (7) einsetzen, ergibt sich:

$$W = \frac{0,6 \cdot \gamma \cdot M^2 \cdot c^2}{2 \cdot \gamma \cdot M} = 0,3 M c^2$$

Es tritt für diesen Zustand also ein gesamter Energiegewinn ein, der der gleichen Größe entspricht, als ob 30 % der Masse in Energie umgewandelt worden wären. Dabei muß jedoch betont werden, daß es sich hierbei um keinen Massendefekt handelt, sondern daß dieser Energiegewinn allein durch die Kontraktionswirkung eintritt.

Aus den hier dargestellten Auswirkungen der Kontraktion in dem Entwicklungsgang eines Sterns läßt sich auch eine sehr anschauliche Vorstellung über die Größenordnung der Gravitationskräfte ableiten. In einer ausgedehnten dünnen Gaswolke sind diese Kräfte äußerst gering und es bedarf einer bestimmten Konzentration der Massen, damit der bei den niedrigen Temperaturen vorhandene geringe Gasdruck durch die Gravitationskräfte überhaupt überwunden werden kann und eine Kontraktion eintritt. Auf der Erde reicht die für unsere Begriffe doch schon gewaltige Masse unseres Planeten gerade aus, um der kleinen Masse von einem Kilogramm die geringe Kraft von zehn Newton ($10 \text{ N} \approx 1 \text{ kp}$) zu verleihen, die jeder Mensch noch spielend beherrschen kann. In den Bereichen der dichtesten Massenkonzentration, die nach unserer heutigen Erkenntnis als möglich erscheint, verursachen die Gravitationskräfte dann jedoch Wirkungen, die alles vorstellbare Maß übersteigen.

Literatur:

- [1] Marx, Dr. S., und Pfau, Dr. W.: Frühphasen der Sternentwicklung. Kalender für Sternfreunde 1976, S. 169.
- [2] Friedemann, Dr. Christian: Das Weltall, 1. Aufl., S. 101.
- [3] Brockhaus, ABC der Astronomie: Unter dem Stichwort „Zustandsgröße“.

Die Messung der heliozentrischen Koordinaten der Sonnenflecken

Dr. PAUL AHNERT

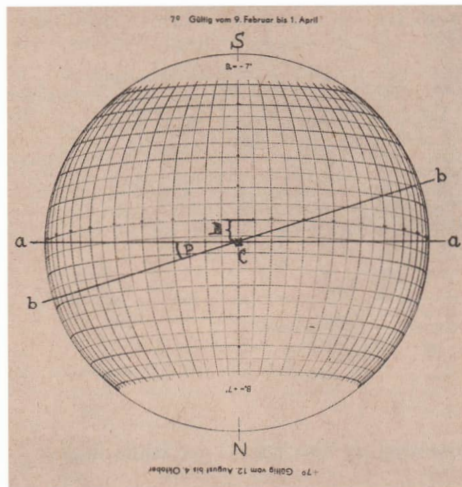
Dafür gibt es zwei Möglichkeiten, die Ablesung von einem vorgedruckten Koordinatennetz auf dem Projektionsschirm oder die Messung mit einem Okularmikrometer.

1. Ein Satz der vorgedruckten Koordinatennetze mit 12 cm Durchmesser umfaßt 8 Stück für je einen Grad der von 0° bis 7° veränderlichen Neigung des Sonnenäquators gegen den Beobachter. Ich wähle als Beispiel die Messung eines Flecks 1978 Aug. 18, 9^h MEZ. Zunächst wird in das gewählte Netz — in unserem Beispiel für $+7^\circ$ — senkrecht zur Achse der Durchmesser $a-a$ (Abb. 1) eingezeichnet. Die Breite des Sonnenmittelpunktes B und ebenso die Länge des Sonnenmittelpunktes L sowie den Positionswinkel der Achse P findet man in den physischen Ephemeriden der Sonne im Kalender für Sternfreunde, Die Werte für die Beobachtungszeit ermittelt man durch Interpolation zwischen den Daten für 1^h MEZ am 18. und 19. August: $P = 17^\circ 0'$, $B = 6^\circ 8'$ und $L = 72^\circ 2'$. P ist die Neigung der Sonnenachse gegen den Großkreis Sonnenmitte – Himmelspol und zugleich die Neigung der Richtung der täglichen Bewegung der Sonne gegen den Durchmesser $a-a$.

Im Projektionsbild ist Norden (N) unten. Wir ziehen durch den Mittelpunkt des Netzes C ($NC = SC$) die um $P = 17^\circ$ gegen $a-a$ geneigte Strecke $b-b$. Bei positivem P wird $b-b$ gegen $a-a$ gegen den Uhrzeigersinn, bei negativem P im Uhrzeigersinn gedreht.

Nachdem das so vorbereitete Blatt in der Mitte des Projektionsschirms befestigt ist, muß der Abstand des Schirms vom Okular so eingestellt werden, daß das scharf projizierte Sonnenbild den Umfang des Koordinatennetzes exakt ausfüllt. Dann bringt man den Fleck in die Mitte des Netzes und dreht den Schirm so weit um seine Achse, daß der Fleck auf der Linie $b-b$ ohne Abweichung entlang läuft bzw. beim Betätigen der Stundenfeinbewegung auf dieser Linie bleibt. Ist das gelungen, bringt man Sonnenbild und Koordinatennetz zur Deckung und kann jetzt die heliographische Breite direkt ablesen. Als Länge bekommt man zunächst den Abstand l des Flecks vom Zentralmeridian L . Die heliographische Länge ist $L + l$. Die Vorzeichen von l und der Breite folgen für das Projektionsbild aus dem in Abb. 2 gezeigten Schema.

Es ist zu beachten, daß das Sonnenbild seitenverkehrt erscheint wie ein photographisches Negativ, das man von der Schichtseite her betrachtet. Norden ist unten, aber Osten liegt nicht rechts wie beim Einblick in das Okular, sondern links. Die Vorzeichen (Norden und Westen positiv, Süden und Osten negativ) verteilen sich deshalb wie in Abb. 2 auf die einzelnen Quadranten.



Das Verfahren enthält einige Fallstricke. Sollen grobe Fehler vermieden werden, sind die hier zusammengestellten Regeln genau einzuhalten:

P, *B* und vor allem *L* auf die Beobachtungszeit interpolieren, den Positionswinkel richtig einzeichnen, das Sonnenbild in bester Schärfe und richtiger Größe projizieren und in die genaue Position drehen und die Vorzeichen richtig einsetzen. Auch die parallaktische Aufstellung des Fernrohrs sollte möglichst korrekt sein.

Das Verfahren erfordert also trotz seiner scheinbaren Einfachheit viel Zeit und Sorgfalt, wenn das Fernrohr auch anderen Aufgaben dient und für die Sonnenbeobachtungen jedesmal neu aufgestellt und eingerichtet werden muß.

Eine gute Kontrolle für den Beobachter sind Messungen des gleichen Flecks an mehreren Tagen. Da die Eigenbewegungen der Sonnenflecken in der Photosphäre nur gering sind, sollten die Abweichungen der Einzelmessungen von ihrem Mittel unter $\pm 2^\circ$ liegen.

2. Angenehmer und genauer ist nach meiner Erfahrung die Messung mit einem Okularmikrometer. Ich habe mir vom VEB Carl Zeiss, Abteilung für Mikroskope, ein Glasplättchen zum Einlegen in Mikroskop- und orthoskopische Fernrohrokulare anfertigen lassen, das außer der serienmäßig hergestellten Teilung von 1 cm in 100 Teile (lateinisch partes = $p = 0.1$ mm) noch ein Strichkreuz trägt (Abb. 3). Huygens-Okulare sind dafür nicht geeignet. Für die Beobachtung der Sonne durch das Okular ist dringend die Verwendung eines Objektivsonnenfilters zu empfehlen.

Dieses Skalenmikrometer wird zunächst — am parallaktisch aufgestellten Fernrohr — auf die tägliche Bewegung der Sonne justiert, so daß der Fleck exakt auf der Strichkreuzlinie entlangläuft, die die Teilung trägt. Zur Messung des Abstandes des Flecks vom West- oder Ostrand bringt man zunächst mittels der Deklinationsfeinbewegung den Sonnenmittelpunkt auf die geteilte Linie. Zur Kontrolle bringt man mit der Stundenfeinbewegung den West- oder Ostrand an den senkrechten Strich und prüft, ob er den Sonnenrand genau am Schnittpunkt des Strichkreuzes tangiert. Wenn man jetzt mit der Stundenfeinbewegung den Fleck auf dem senkrechten Strich hält, kann man den Abstand des nächstliegenden Randes von der senkrechten Linie ablesen und erhält damit D_x bzw. D_0 (Abb. 4). Man kann auch den Fleck auf der Skala halten und den Sonnenrand an den senkrechten Strich bringen. Bei sehr klarem Himmel ist aber der Strich außerhalb der Sonne kaum zu erkennen und seine Einstellung als Tangente schwierig. Dann dreht man das Strichkreuz um 90° und läßt zur Kontrolle

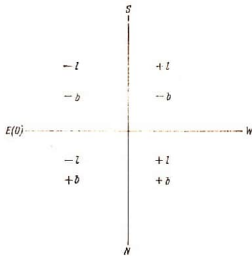


Abb. 2: Verteilung der Vorzeichen auf die 4 Quadranten.

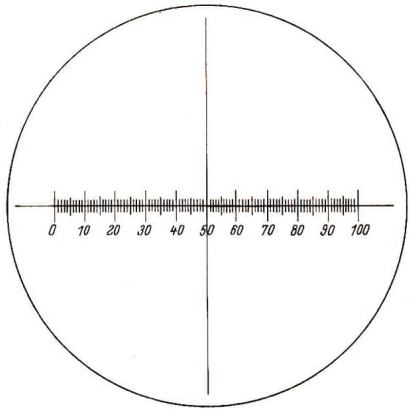


Abb. 3, rechts: Okularmikrometer-Teilung.

den Fleck auf dem ungeteilten Strich entlang laufen. Schließlich hält man den Fleck auf diesem Strich und bringt mit der Stundenfeinbewegung den höchsten bzw. den tiefsten Punkt der Sonnenscheibe (d. h. den, der dem Fleck am nächsten steht) auf die Skala und liest die Distanz Skalenmitte — Rand als D_n bzw. D_s ab (Abb. 5).

Die Messung von D_w und D_0 erfordert einige Übung, wenn man nur eine Feinbewegung (Telementor) zur Verfügung hat. Man muß sich während der Ablesung der Skala immer wieder durch einen raschen Seitenblick vergewissern, daß der Fleck noch auf dem Strich steht. Ein elektrischer Fernrohrantrieb erleichtert die Messung wesentlich. Ich selbst mache die meisten Messungen mit dem Telementor.

Damit ist der Meßvorgang beendet. Für die Ableitung der heliographischen Koordinaten habe ich ein halbgraphisches Verfahren entwickelt, das wenig Rechenaufwand erfordert.

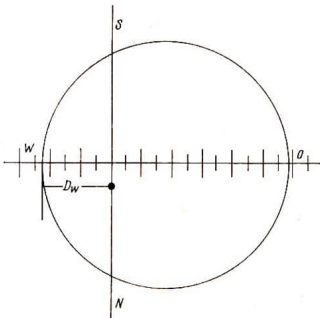


Abb. 4: Messung der X-Koordinate der täglichen Bewegung.

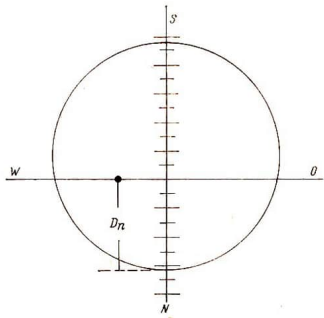


Abb. 5: Messung der Y-Koordinate der täglichen Bewegung.

Zunächst seien alle bei der Rechnung auftretenden Größen zusammengestellt:

P, B und L sind in Teil I erläutert

D_w, D_0, D_n, D_s sind die eben besprochenen unmittelbaren Meßergebnisse

R = Sonnenradius in partes

r = Sonnenradius = 1

X, Y, x, y sind rechtwinklige Koordinaten

X, Y : X -Achse in der Richtung der täglichen Bewegung

x, y : x -Achse in der Richtung des mittleren Sonnenäquators,

y -Achse in der Richtung der Rotationsachse

l = Abstand des Flecks in heliographischen Längengraden vom Zentralmeridian

b = Abstand des Flecks in heliographischen Breitengraden vom mittleren Sonnenäquator ($B = 0^\circ$)

λ = heliographische Länge des Flecks

β = heliographische Breite des Flecks

Als Beispiel sei eine Fleckenmessung am 1. Sept. 9^h MEZ angenommen, die $D_0 = 21.3 p$ und $D_n = 34.5 p$ ergeben hat. Nach gelungener Messung sucht man P, B und L auf. Aus den für 1^h gegebenen Werten für den 1. und 2. Sept. findet man durch Interpolation auf 9^h am 1. Sept.: $P = +21^\circ 1$, $B = +7.2^\circ$ und $L = 251^\circ 6 - (0^\circ 55 \cdot 8) = 247^\circ 2$ (0^h55 ist der stündliche Betrag der synodischen Sonnenrotation).

Die D -Werte werden in X und Y mit der Sonnenmitte als Koordinatenursprung mit den Formeln $\frac{R - D_{0,w}}{R} = X$, $\frac{R - D_{n,s}}{R} = Y$. In unserem Beispiel $\frac{38.8p - 21.3p}{38.8p} = -0.451 = X$, $\frac{38.8p - 34.5p}{38.8p} = +0.111p = Y$.

Die Vorzeichen der Koordinaten sind bei D_w und bei $D_n +$, bei D_0 und $D_s -$.

Jetzt wird das Deckblatt so auf das Millimeterpapier gelegt, daß sich beide Kreise decken und das Südende des Durchmessers auf dem Deckblatt auf die Gradzahl von P zeigt, bei $+P$ links, bei $-P$ rechts von der Nullmarke.

X und Y werden auf dem Deckblatt eingezeichnet, hier 11.1 mm unterhalb (nördlich) und 45.1 mm rechts (östlich) von den auf dem Millimeterpapier eingezeichneten Durchmessern. Anschließend wird das Deckblatt gedreht, so daß sich die Peripherien und die senkrechten Durchmesser beider Zeichnungen decken. Auf der Millimeterteilung werden jetzt die rechtwinkligen heliographischen Koordinaten x und y abgelesen: $x = -0.380r$, $y = +0.265r$.

Daraus erhält man die sphärischen heliographischen Koordinaten λ und β des Flecks. Zum Verständnis der Rechnung ist die Kenntnis der trigonometrischen Funktionen Sinus (sin) und Kosinus (cos) erwünscht.

$y = \sin b$; in einer Funktionstafel — oder weitaus bequemer mit einem elektronischen Taschenrechner — sucht man b und $\cos b$.

$\sin l = \frac{x}{\cos b}$, aufgesucht wird l und $\cos l$.

Die heliographische Länge des Flecks $\lambda = L + l$, die heliographische Breite $\beta = b + (B \cos l)$.

In unserem Beispiel:

$$y = 0.265 = \sin b, b = +15^\circ 4, \cos b = 0.9642$$

$$x = 0.380, \frac{0.380}{0.9642} = 0.3941 = \sin l, l = -23^\circ 2, \cos l = 0.9191$$

$$\lambda = L + l, \lambda = 247^\circ 2 - 23^\circ 2 = 224^\circ 0$$

$$\beta = b + (B \cdot \cos l), \beta = +15^\circ 4 + (7^\circ 2 \cdot 0.9191) = +22^\circ 0$$

Der Skalenwert von R kann bei Brennweiten ≤ 1000 mm direkt abgelesen werden ($2R$ = Durchmesser < 10 mm). Bei längeren Brennweiten ist der Sonnendurchmesser größer als der Skalenbereich.

In diesem Falle muß R berechnet werden. Der im Kalender für Sternfreunde gegebene Sonnenradius sei ϱ , der für den Taschenrechner in Dezimalteilen des Grades auszudrücken ist. Die Fernrohrbrennweite wird in Skalenteilen angegeben (z. B. 1200 mm = 12000 p).

Dann ist $R = f \cdot \tan \varrho$, für $f = 1200$ mm und $\varrho = 16' 17.5 = 0^\circ 27.153$ findet man $R = 12000 p$ mal 0.004739 = 56.87 p .

Die Astro-Abteilung des VEB Carl Zeiss bietet orthoskopische Okulare mit eingepaßtem Strichkreuz an. Es wäre zu wünschen, daß sie auch Okulare mit der hier beschriebenen Mikrometerskala liefern würde, die ja nur eine Kombination der bereits hergestellten Teilungen (10 mm in 100 Teile) mit einem Strichkreuz ist.

Anhang: R für Telementor ($f = 840 \text{ mm}$)

Zeitspanne	R	Zeitspanne
Jan. 0 bis Jan. 27	39.8 μ	Dez. 11 bis Dez. 31
Jan. 28 bis Febr. 12	39.7	Nov. 25 bis Dez. 10
Febr. 13 bis Febr. 24	39.6	Nov. 13 bis Nov. 24
Febr. 25 bis März 6	39.5	Nov. 3 bis Nov. 12
März 7 bis März 16	39.4	Okt. 24 bis Nov. 2
März 17 bis März 25	39.3	Okt. 15 bis Okt. 23
März 26 bis April 2	39.2	Okt. 6 bis Okt. 14
April 3 bis April 11	39.1	Sept. 27 bis Okt. 5
April 12 bis April 21	39.0	Sept. 18 bis Sept. 26
April 22 bis April 30	38.9	Sept. 8 bis Sept. 17
Mai 1 bis Mai 11	38.8	Aug. 29 bis Sept. 7
Mai 12 bis Mai 24	38.7	Aug. 16 bis Aug. 28
Mai 25 bis Juni 11	38.6	Juli 29 bis Aug. 15
Juni 12 bis Juli 28	38.5	Juni 12 bis Juli 28

Die Sonnen- und Mondfinsternisse bis zum Jahre 2004

Mit dem folgenden Beitrag entspricht die Redaktion einem Wunsch mehrerer Leser nach einer Übersicht über die bevorstehenden Finsternisse. Die Zusammenstellung enthält alle im mitteleuropäischen Raum sichtbaren Sonnen- und Mondfinsternisse der nächsten 25 Jahre, also von 1979 bis 2004.

Sonnenfinsternisse

Leider hat das letzte Viertel unseres Jahrhunderts nicht mehr viel zu bieten – ganz im Gegensatz zu den vergangenen Jahrzehnten. Manch einer erinnert sich noch an die Sonnenfinsternisse von 1961, 1952 oder 1954, als im Norden der DDR sogar eine Bedeckungsphase von über 90 % erreicht wurde.

Datum	Verlauf der Totalitätszone	Bemerkung
31. 7. 1981	Östl. Schwarzes Meer – Wolgamündung – südl. Ural	
30. 5. 1984	Atlantik – Casablanca – Atlasgebirge	ringförmig-total
3. 10. 1986	Nordatlantik, Gebiet zwischen Grönland und Island (bogenförmiger Verlauf)	
22. 7. 1990	Helsinki – Halbinsel Kola – Nowaja Zemlja	
10. 5. 1994	Atlantik – Marokko – Atlasgebirge (ähnlicher Verlauf wie 1984)	ringförmig
22. 8. 1999	Atlantik – Paris – München – südl. Wien – südl. Budapest – Donaumündung – Kaukasien – südl. Kaspisches Meer	
31. 5. 2003	Nordatlantik zwischen Schottland und Island – Ostküste Grönland	ringförmig

Betrachtet man den Verlauf der Totalitätszone sowie die örtliche Entfernung von uns, so wird verständlich, weshalb wir – von 1999 abgesehen – nur geringe Bedeckungsphasen zu erwarten haben. Das große Ereignis auf diesem Gebiet ist zweifellos die Sonnenfinsternis von 1999. Die Phase wird der von 1954 ähnlich sein, nur daß dann der Süden der DDR um einige Prozent bevorzugt sein wird. Es sei hier ein kleiner zeitlicher Vorgriff gestattet: Am 3. 10. 2005 kommt es zu einer ringförmigen Finsternis, die Finsternislinie tangiert im Südwesten die Pyrenäenhalbinsel über Gibraltar in Richtung Atlasgebirge und Algerien. Am 29. 3. 2006 kommt es zu einer totalen Finsternis im östlichen Mittelmeer, Nordsyrien, dem östlichen Transkaukasien, Kaspischen Meer und Aralsee. In beiden Fällen wird in unserem Gebiet eine noch nennenswerte Bedeckungsphase erreicht werden. Die Frage nach der nächsten totalen Sonnenfinsternis in unserem Gebiet wird oft gestellt. Niemand der heute Lebenden wird sie erleben, denn sie findet am 7. 10. 2135 statt. Die Finsterniszone verläuft von NW nach SO und erreicht eine Breite von Eberswalde bis südlich Leipzig. Die darauffolgende

totale Sonnenfinsternis vom 25. 5. 2142 wird den gesamten Norden der DDR überziehen, Berlin bleibt aber außerhalb der Finsterniszone. Das eindrucksvolle Erlebnis einer ringförmigen Sonnenfinsternis wird schon am 23. 7. 2093 fast im gesamten Süden und der Mitte der DDR zu sehen sein, Berlin wird sich an der nördlichen Grenze der Finsterniszone befinden.

Mondfinsternisse

Die Anzahl der Mondfinsternisse mag uns ein wenig entschädigen. Im Zeitraum von 1979 bis 2004 finden 18 totale Mondfinsternisse statt, wie aus der nachstehenden Aufstellung hervorgeht:

Datum	Größe in %	Dauer der Totalität in Min.	Bemerkung
13. 3. 79	88	—	
9. 1. 82	135	84	
4. 5. 85	123	70	
28. 10. 85	107	42	
17. 10. 86	127	74	
7. 10. 87	1	—	
20. 2. 89	128	76	Nur das Ende sichtbar
17. 8. 89	160	98	Fast zentraler Verlauf
9. 2. 90	109	46	
9. 12. 92	127	74	
29. 11. 93	111	50	
25. 5. 94	28	—	Nur der Beginn sichtbar
4. 4. 96	137	84	
27. 9. 96	124	72	
24. 3. 97	93	—	
16. 9. 97	120	66	
21. 1. 2000	135	84	
9. 1. 01	120	66	
16. 5. 03	115	58	Nur der Beginn sichtbar
9. 11. 03	102	24	
4. 5. 04	132	80	
28. 10. 04	132	80	

ARNOLD ZENKERT

Literatur:

P. Ahnert: Die Sonnen- und Mondfinsternisse von 1951 bis 2050. In: Kalender für Sternfreunde 1957, S. 126.
Meyers Handbuch über das Weltall. 5. Aufl. Mannheim 1973.

Wettbewerb des ZFA Astronomie, vierte Aufgabe

Gruppe A

Es ist zwischen der siderischen Umlaufzeit U eines Planeten und seiner synodischen Umlaufzeit S zu unterscheiden. Da sich die Planeten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten um die Sonne bewegen, ist zu berücksichtigen, daß ein innerer Planet die Erde überholen kann, während ein äußerer hinter ihr zurückbleibt, d. h. von der Erde überholt wird. Bei einem vollen Umlauf um die Sonne relativ zu einem bestimmten Fixstern legt jeder Planet einen Winkel von 360° während seiner siderischen Umlaufzeit zurück.

Die letzte untere Konjunktion von Venus war am 6. April 1977. Ermitteln Sie die Zeitpunkte der folgenden drei unteren Konjunktionen von Venus, und fixieren Sie die Stellen auf einer Karte der Tierkreiszone.

Ermitteln Sie, ausgehend von der Marsopposition am 22. Januar 1978, die Zeitpunkte der drei folgenden Marsoppositionen, und fixieren Sie die Stellen auf einer Karte der Tierkreiszone!

Die siderischen Umlaufzeiten von Venus und Mars entnehmen Sie dem „ABC Astronomie“, die der Erde ist Ihnen bekannt.

Gruppe B

Tragen Sie den Terminator auf einer Mondkarte (Mondskizze mit den wesentlichen Formationen) an folgenden Tagen ein: 27. Januar, 24. Juni und 17. Dezember 1977. Die Angaben entnehmen Sie dem „Kalender für Sternfreunde 1977“. Es handelt sich jeweils um eine Mondelongation von 90° (Erstes Viertel).

Fixieren Sie dabei den Punkt der scheinbaren Mondmitte. Begründen Sie den unterschiedlichen Verlauf des Terminators an diesen drei Tagen!

Amateure beobachten und berichten

Einfache Möglichkeiten der Bahnbestimmung einer visuellen Feuerkugelbeobachtung

Eine Feuerkugel ist eine Zufallserscheinung. Deshalb ist es fast unmöglich, auf visuellem Wege kontinuierliche Beobachtungen durchzuführen. Also wird eine visuelle Feuerkugelbeobachtung auch immer eine Zufallsbeobachtung sein, der allerdings eine große Bedeutung beigemessen werden muß.

Neben der visuellen sind noch zwei weitere Methoden zur kontinuierlichen Himmelsüberwachung gebräuchlich. Dabei handelt es sich einmal um die Himmelsüberwachung mit Radar und zum anderen um die Arbeit mit dementsprechend aufgebauten Kameras, nämlich der All-Sky- und der Rolley-Kamera.

Für die Arbeit unserer Feuerkugelzentrale kommen diese Methoden der Beobachtung leider noch nicht in Betracht, weil wir bisher noch keine Möglichkeit hatten, ein entsprechendes Kameranetz auf dem Gebiet unserer Republik zu installieren, obwohl doch vor einigen Jahren mehrere All-Sky-Spiegel vom Observatorium Ondřejov in die DDR geliefert wurden. Nach Aussagen des Leiters des Europäischen Himmelsüberwachungsnetzes Dr. Zdeněk Ceplecha (Ondřejov) arbeiteten diese Instrumente damals einige Zeit recht aktiv im EN mit und lieferten viele wertvolle Daten. Aber leider stellte diese ziemlich wichtige Station aus heute noch ungeklärten Gründen ihre Arbeit wieder ein.

Als wir uns nun nach diesen Instrumenten, die wir doch für unsere Arbeit so dringend benötigen, erkundigten, wurde uns zwar bestätigt, daß so etwas einmal existierte, aber was aus diesen wertvollen Instrumenten geworden ist, blieb uns ein Rätsel. So sind wir, obschon die nötigen Instrumente irgendwo vorhanden sind, noch vollkommen darauf angewiesen, mit der visuellen Himmelsüberwachung als einziger Methode zu arbeiten. Aber auch dann, wenn das von der Zentrale für die nahe Zukunft geplante Kameranetz seine Arbeit aufnimmt, wird die visuelle Feuerkugelbeobachtung nicht das Geringste an Wert für unsere Arbeit verlieren. Sie wird immer ein gleichberechtigter Partner der fotografischen Himmelsüberwachung sein. Deshalb ist es sehr wichtig, die Beobachtungs- und Auswertungsmethoden für die visuelle Beobachtung immer weiter zu entwickeln und dem interessierten Amateur Hinweise für seine Beobachtertätigkeit zu geben.

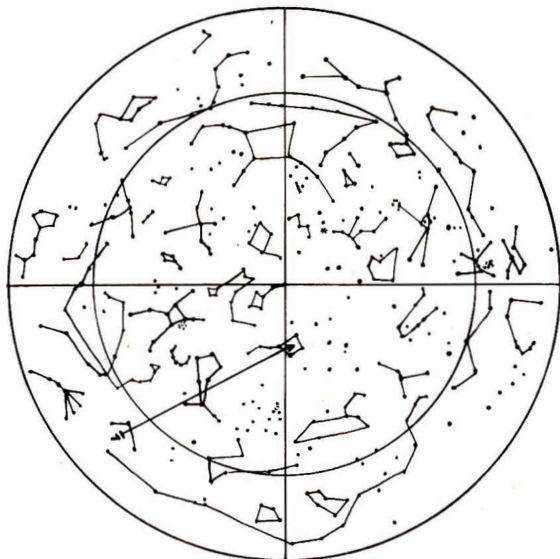
Welche Möglichkeiten gibt es für den Beobachter einer Feuerkugelercheinung zur Bestimmung der Bahnparameter?

Die wohl bekannteste und auch verbreitetste Methode zur Bestimmung der Bahnparameter einer Feuerkugel ist die Winkelschätzung mit Hilfe der Hand, indem der Beobachter die Anfangs- und Endpunkte der Erscheinung über die Finger anpeilt. Diese Variante ist sehr einfach und bietet die Möglichkeit, sofort die wichtigsten Daten annähernd zu bestimmen. Aber sie unterliegt auch in ihrer Genauigkeit sehr großen Toleranzen, die einmal dadurch entstehen, daß nicht jede Hand gleich groß ist und zum anderen jeder Mensch andere Vorstellungen von Winkelgrößen hat. Also sind derartige Schätzungen sehr subjektiv und fehlerbehaftet.

Eine weitere (ebenfalls einfache) Methode ist das Bestimmen der Winkel mit dem Kompaß. Auf diese Variante brauchen wir hier wohl kaum näher einzugehen.

Wer keinen Kompaß besitzt, aber trotzdem eine genauere Bestimmung der Winkel durchführen möchte, kann sich damit helfen, daß er sich mit einem Glas Wasser, einer magnetisierten Nähnadel und einem Winkelmesser ausrüstet. Diese Utensilien geben zusammen ebenfalls einen recht gut funktionierenden Kompaß ab. Es gehört zwar etwas Geschicklichkeit und Fingerspitzengefühl dazu, die magnetische Nadel auf das Wasser zu legen, aber mit ein wenig Übung klappt das schon. Wichtig ist dabei nur, daß das Wasser ruhig steht und die Nadel sowie die Finger ganz trocken sind. Wenn sich die Nähnadel dann eingenordet hat und in Ruhe befindet, braucht der Beobachter lediglich noch den Winkelmesser auf das Glas zu legen, nach der Nadel auszurichten und die Winkel abzulesen. Damit wären bereits die Angaben für das Azimut bestimmt. Die Höhenwinkel lassen sich ebenfalls ablesen, wenn man den Winkelmesser senkrecht hält und die Nulllinie zum Horizont hin waagrecht ausrichtet. Wichtig ist dabei allerdings, daß sich der Beobachter die Lage vom Anfangspunkt und vom Endpunkt vorher genau eingeprägt hat.

Mit Hilfe dieser Methode ist es uns zum Beispiel gelungen, annähernd genau die Bahnparameter des Kamyk-Feuerballs am 2. 3. 76 zu bestimmen.



Am einfachsten wird es allerdings sein, sich die Lage der Punkte von Anfang und Ende der Erscheinung am Sternhimmel genau einzuprägen und Höhe sowie Azimut auf der drehbaren Sternkarte abzu-lesen.

Um die Bestimmung der Bahndaten von Feuerkugelercheinungen zu vereinfachen, haben wir Arbeitskarten des nördlichen Sternhimmels angefertigt. Diese Blätter werden den Interessenten auf Wunsch kostenlos zur Verfügung gestellt. Der Beobachter hat dann weiter nichts zu tun, als die beobachtete Erscheinung in die Karte einzutragen, die Daten, wie Farbe, Helligkeit, Beobachtungsort, Zeit usw. in die entsprechenden Spalten einzutragen und das Blatt umgehend der Zentrale zu schicken (vgl. Abb. 1).

GERD RENNER

Zentrale Sammelstelle für Feuerkugelercheinungen

Mondfinsternis 1978 März 24 mit einfachen Mitteln fotografiert

Obwohl die Finsternis nur im letzten Teil ihres Verlaufes zu beobachten war, versuchte ich, sie mit meinem einfachen Instrumentarium zu fotografieren. Die Aufnahmen (Bild 1 und 2, Bildseite III) wurden mit einem Feldstecher 10×50 und einer Praktika FX 2 gewonnen. Beide Geräte befanden sich auf Stativen. Von der Kamera war das Objektiv entfernt und dafür ein Satz Zwischenringe aufgeschraubt. Die Verbindung zwischen Feldstecher und Kamera war nicht starr. Vielmehr wurde die Kamera auf Stativ direkt hinter der Okularmuschel des Feldstechers in Position gebracht, so daß sich das Mondbild auf den Film projizierte. Die Zwischenringe hielten störendes Nebenlicht fern. Auf Grund der etwas instabilen Aufnahmeapparatur wurden die Mondbilder unterschiedlich groß. Insgesamt konnte ich fünf Aufnahmen auf NP 27 machen. Mein Standort war ein Garten am Stadtrand von Magdeburg. Die Daten der beiden Abbildungen (Zeit in MEZ): Abb. 1: $18^{\text{h}}55^{\text{m}}$; Belichtung $0,5 \text{ s}$, Abb. 2: $19^{\text{h}}04^{\text{m}}$; Belichtung $0,2 \text{ s}$.

BERND HÜBEL

Beobachtung einer „doppelten“ Penumbra um einen Sonnenfleck

Am 4. März 1978 konnte folgende Beobachtung gemacht werden: Um einen Sonnenfleck einer größeren Gruppe befand sich eine Art „grauer Halo“. Der Sonnenfleck (d. h. Umbra und Penumbra) war von einer grauen Erscheinung umgeben, die aber heller als die Penumbra war.

Datum: 4. 3. 1978, Zeit: 16¹⁵ (MEZ)

Instrument: Asiola (terr. Fernrohr), Brennweite: 560 mm, Objektivdurchmesser: 63 mm, Vergrößerung: 35 ×. Beobachtungsort: Zepernick bei Berlin.

Sichtbarkeitsbedingungen: Stufe 1 (nach der fünfstufigen Skale von Glombik, H., „Astronomie und Raumfahrt“, Heft 5/1976), d. h. Sonnenrand gestochen scharf, Fackelgebiete auffallend.

BERND REIMANN

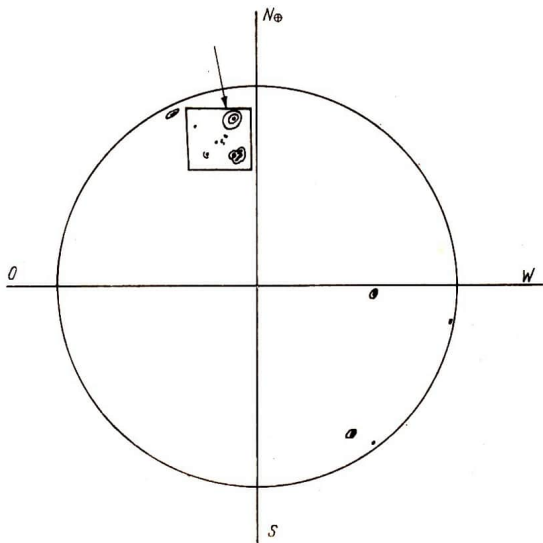


Abb. 1, oben rechts:
Die gesamte Sonnenoberfläche mit Ort der Erscheinung (Pfeil).

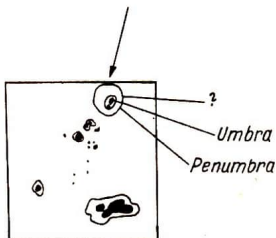


Abb. 2, rechts:
Erscheinung vergrößert (Pfeil).

Langlebige Sonnenfleckengruppe am Ende eines Zyklus beobachtet

Im Zeitraum vom 1. August bis 7. Oktober 1976 konnte ich eine Sonnenfleckengruppe über drei Rotationen verfolgen, deren Lage auf der Sonnenscheibe bei etwa $+16^\circ$ heliographischer Breite zu diesem Zeitpunkt (nahes Fleckenminimum) etwas ungewöhnlich schien, wenn man bedenkt, daß die für den Aktivitätszustand typischen Breiten der Gruppen um die Minimumszeit bei $\leq \pm 10^\circ$ für den auslaufenden und etwa $\pm 35^\circ$ für den neu beginnenden Zyklus liegen. Aber diese genannten Werte stellen ja nur statistische Durchschnittswerte dar, so daß im jeweilig konkreten Fall doch erhebliche Abweichungen vom statistischen Mittel auftreten können. Die beobachtete Fleckengruppe zählte demnach noch zum auslaufenden Zyklus.

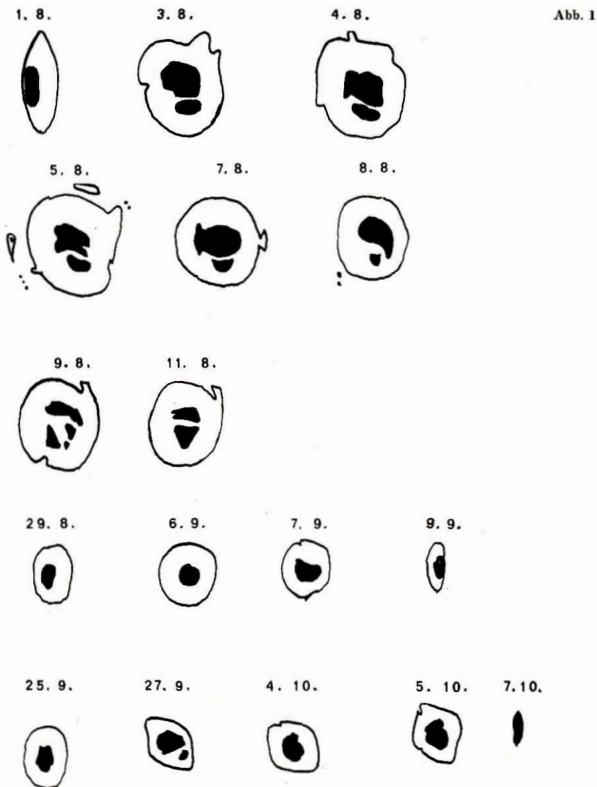


Abb. 1

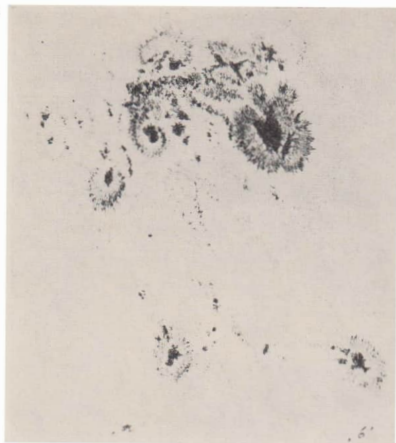


Abb. 2



Mit dem Zeichenstift am Fernrohr

Die Abbildungen 1 und 2 der Bildseite I zeigen zwei Phasen der Entwicklung einer Sonnenfleckengruppe vom 12. und 16. September 1977. Die Fleckengruppe wurde von Siegfried Seliger, Dresden, vom 9. bis 16. September verfolgt und bei 120facher Vergrößerung am Amateurfernrohr 80/1200 gezeichnet. Die Bildorientierung entspricht dem Anblick im Herschelprisma. Zum Vergleich ist in Abb. 2 die Größe der Erde eingetragen.

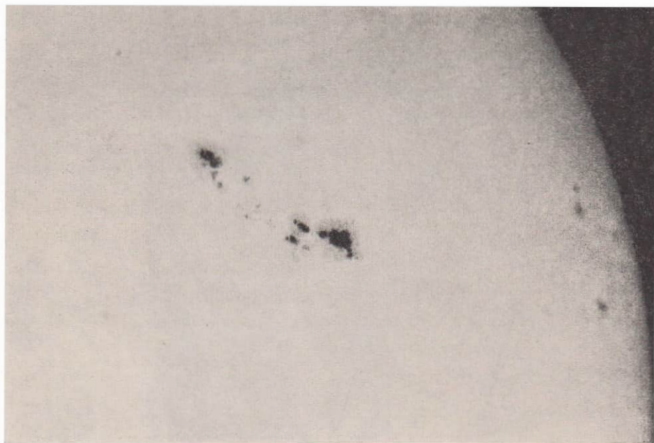


Abb. Große Sonnenfleckengruppe vom 13. Februar 1978. Okularprojektion auf NP 27 mit Amateurfernrohr 80/1200 und Zeiss-Sonnenfilter SFO 80. Verwendetes Projektions-Okular: $f = 16$ mm (monozentrisch). Äquivalentbrennweite: $f_A = 6,8$ m. Belichtungszeit: $t = 1/250$ s, Beob.-Zeit: 12.00 MEZ. Beobachtungsort: Volkssternwarte Kirchheim. Foto: Jürgen Schulz.

Die Kunst-Sonnenuhr im Stadtpark von Dessau. Foto: A. Kühn. Zum Beitrag S. 121.

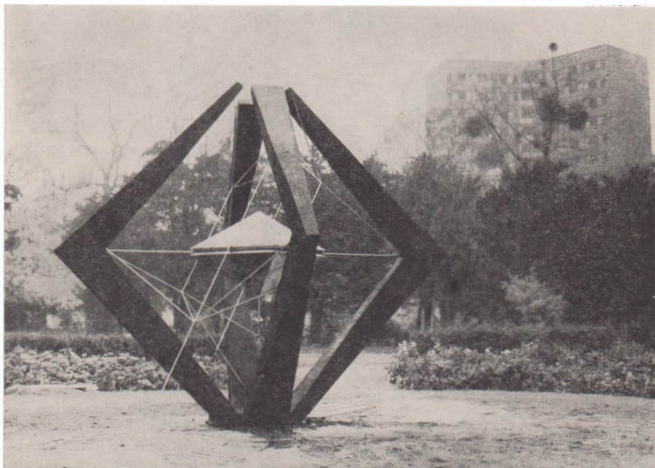


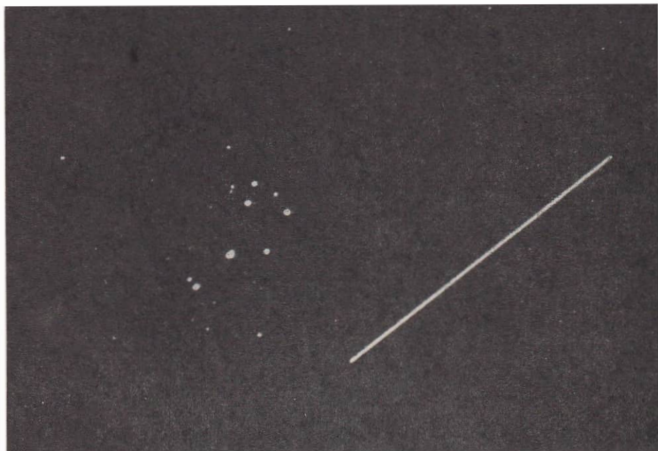


Abb. 1

Zum Beitrag S. 110

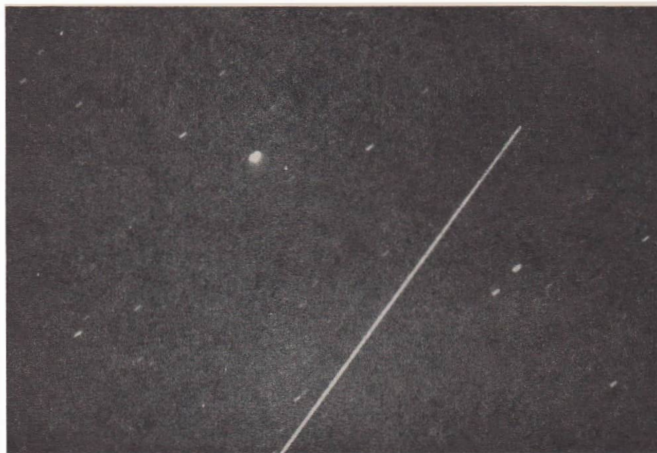
Abb. 2





Salut 6/Sojus 26 im Sternbild Stier. (Aufnahmen vom 10. 1. 78, 17.40 Uhr MEZ, mit Tachar-Satellitenkamera der Sternwarte Eilenburg).

Abb. 1, oben: Bahnspur bei M 45 (Plejaden). Abb. 2, unten: Bahnspur unterhalb Zeta Tauri. Im Bild links unten kreuzt ein anderer Satellit die Bahn von Salut 6.



Beobachtungszeitraum und Lebensdauer

geophysikalische Rotation	Beginn der Rotation	Beobachtungszeitraum
1955	20. Juli 1 ^h MEZ	01. 08. – 12. 08.
1956	16. Aug. 1 ^h MEZ	29. 08. – 09. 09.
1957	12. Sept. 1 ^h MEZ	25. 09. – 07. 10.

Um in etwa die Zeitpunkte der Entstehung und der Auflösung dieser Gruppe festlegen zu können, stellte ich Vergleiche mit der Entwicklung von Fleckengruppen des gleichen Typs aus früheren Beobachtungen an. Indem ich mehrere derartige Entwicklungsreihen betrachtete, kam ich zum Ergebnis, daß die hier diskutierte Gruppe etwa zwei Tage vor meiner ersten Beobachtung (30. Juli) entstanden und möglicherweise vier Tage nach meiner letzten Beobachtung (11. Okt.) verschwunden sein müßte. Damit betrug die wahrscheinliche Lebensdauer dieser Gruppe 74 ± 2 Tage.

Die nachfolgende Übersicht gibt die mittleren Werte der Lage der Gruppe in heliographischen Koordinaten für die drei Rotationen, die Klassifizierung nach den von Waldmeier (Zürich) eingeführten Fleckentypen und die Anzahl der Beobachtungen. Zum Vergleich werden die Positionsangaben von Dr. Paul Ahnert und Karl-Heinz Mau mit aufgeführt.

Positionsbestimmungen (Mittelwerte) und Entwicklungszustand

Beob.	Rümler (Nessa)		Typ	n	Ahnert (Sonneberg)			Mau (Wegeleben)		
Rot.	l	b			l	b	n	l	b	n
	°	°			°	°		°	°	
1	128 $\pm$ 6	+15 $\pm$ 2	J; H	9	128	+15	4	135 $\pm$ 12	+4 $\pm$ 2	9
2	126 $\pm$ 2	+16 $\pm$ 2	J	5	129	+15	4	132 $\pm$ 9	+7 $\pm$ 1	8
3	127 $\pm$ 2	+16 $\pm$ 2	J; B	5	130	+16	4	124 $\pm$ 8	+6 $\pm$ 2	4

l, b sind die heliographischen Längen und Breiten, n die Anzahl der Beobachtungen während der laufenden Rotationsperiode.

Anhand der angefertigten Skizzen (s. Abb. 1) konnte ich die strukturellen Veränderungen innerhalb der Gruppe während der drei Rotationen verfolgen. Deutlich ist zu sehen, daß sich in der ersten Sichtbarkeitsperiode die größten Umwandlungen im Kern vollzogen und einzelne Nebenflecke in der Umgebung des Hauptflecks auftraten. Der Durchmesser des Hauptflecks betrug im August (nach Messungen von K.-H. Mau) etwa 65 000 km oder das Fünffache des Erddurchmessers.

Im Verlauf der zweiten Sichtbarkeitsperiode zeichnete sich der Fleck durch eine stabile Form von Umbra und Penumbra aus. Deutlich sichtbar war die Verkleinerung gegenüber der ersten Rotation. In der dritten zeigten sich Instabilitäten im Kern durch Teilungen und Formveränderungen. Am Ende der Sichtbarkeitsperiode hatte der Fleck nur noch den Entwicklungstyp B.

Am 21. Oktober 1976, dem vermeintlichen Tag der abermaligen Wiederkehr, war am Ostrand der Sonne weder ein Fleck noch ein Fackelgebiet in der bekannten Position zu entdecken.

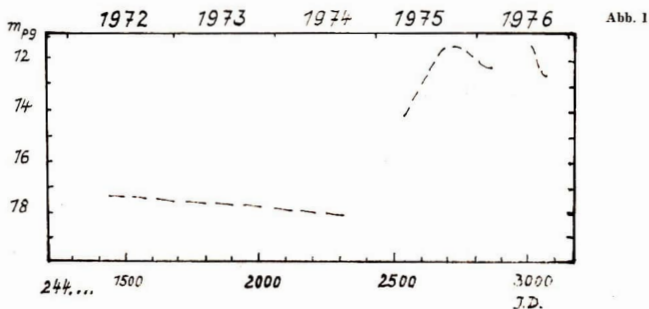
Beobachtet wurde mit einem Refraktor 65/1000 mm, Sonnenfilter, bei 62facher Vergrößerung. Die Positionen bestimmte ich auf dem Projektionsschirm. Die starken Streuungen in Länge sind darauf zurückzuführen, daß mit der Hand nachgeführt werden mußte.

FRANK RÜMLER

Beobachtung des veränderlichen Objektes HM Sagittae

Im Informationsbulletin für Veränderliche Sterne der Kommission Nr. 27 der Internationalen Astronomischen Union (IAU) IBVS 1189 und im IAU Circular Nr. 2995 gab O. D. Dokuchaeva (Staatliches Astronomisches Sternberg-Institut Moskau) im Oktober 1976 die Entdeckung eines novaähnlichen Objektes bekannt. Es erhielt die vorläufige Bezeichnung SVS 2183 und wurde später unter dem Namen HM Sagittae in den Generalkatalog für Veränderliche Sterne der IAU aufgenommen.

Über die Schnellnachrichten des Kulturbundes wurde der Amateur der DDR sehr aktuell über dieses Objekt informiert (Schnellnachrichten Nr. 48, 51, 60, 62, 63, 64). Eine Karte zur Auffindung und Helligkeitsschätzung ist in der Schnellnachricht Nr. 64 abgedruckt und kann noch vom Verfasser bezogen werden.



Erste Analysen von Helligkeits- und Spektralbeobachtungen erbrachten das Resultat, daß es sich bei HM Sge nicht um eine Nova, sondern um ein äußerst interessantes, bislang einmaliges Objekt handelt. Nachforschungen in den umfangreichen Plattenarchiven der Sternwarte Sonneberg, des Harvard-Observatoriums und des Sternberg-Institutes ermöglichten eine Rekonstruktion des Lichtwechsels bis weit vor den Entdeckungszeitpunkt. In Abbildung 1 ist das im Astronomischen Circular Nr. 946 der Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion gegebene Diagramm dargestellt. Die Abbildung 2 zeigt den visuellen Lichtwechsel in jüngerer Zeit, zusammengestellt aus Beobachtungen der Sternwarte Sonneberg, der American Association of Variable Star Observers und des Verfassers. In beiden Diagrammen wurden mittlere Lichtkurven gezeichnet. Im IBVS Nr. 1222 veröffentlichte Dr. W. Wenzel die Überprüfung des Sonneberger Plattenmaterials. Danach war das Objekt zwischen 1930 und 1969 auf 250 Blauplatten schwächer als 15.-16. Größe. Auf den Aufnahmen der Himmelsüberwachung zwischen 1970 und dem 13. 12. 1974 war HM Sge schwächer als 13^m2 pg bzw. 12^m5pv. Die nach der Entdeckung durchgeführten intensiven visuellen Beobachtungen von Amateurastronomen brachten den Nachweis auftretender kurzzeitiger Helligkeitsschwankungen um eine mittlere Helligkeit. Im Juli 1977 (AAVSO-Bulletin Nr. 82) variierte die visuelle Helligkeit zwischen 10^m6 und 11^m6.

In der weiteren Entwicklung scheint sich eine Beruhigung dieses kurzfristigen Lichtwechsels abzuzeichnen. Die hier veröffentlichten visuellen Helligkeitsbeobachtungen des Verfassers orientierten sich an der durch die Association Francaise des Observateurs d'Etoiles Variables gegebenen Sequenz, welche sich an die durch Dr. W. Wenzel in den IBVS Nr. 1222 veröffentlichte anlehnt.

Visuelle Beobachtungen des Verfassers (mit Newton-Sp. 165 mm; Vergr. 50fach).

JD	m_{vis}	JD	m_{vis}
2443 368,4	10.9	435,3	10.8
379,5	10.0	437,3	10.8
385,3	10.7	447,3	11.0
386,3	10.7	452,3	10.9
393,4	10.3 - 10.5 (var.)	453,3	10.8
396,4	10.5	455,3	11.0
400,3	10.5	458,3	10.6
405,4	10.6	477,3	10.8
418,3	10.5	485,3	10.8
429,3	(11.0)	495,3	10.7
434,3	10.8	519,3	(10.4)

Beobachtungen mit Blaufilter BG 12/2

JD	m_{vis}
2443 393,3	11.4
396,4	11.3

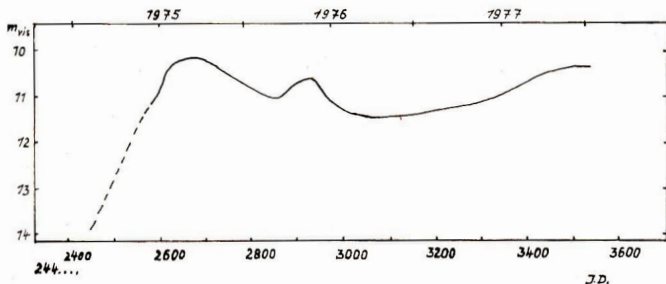


Abb. 2

Die Filterbeobachtungen zeigen, daß HM Sge eine rötliche Färbung besitzt. Durch den Vergleich der veröffentlichten visuellen und fotografischen Beobachtungen ist es möglich, Schlüsse hinsichtlich der Farbvariationen zu ziehen. Die Werte stellen Mittel für entsprechende Zeitabschnitte dar.

JD	$pg - pv$	
2 442 600	+ 0,4 Größenklassen	
2 650	+ 0,6 Größenklassen	pg : fotografische Helligkeit
2 720	+ 0,5 Größenklassen	pv : fotovisuelle Helligkeit
2 850	0,0 Größenklassen	
3 000	+ 0,1 Größenklassen	

In verschiedenen Quellen (IAUC 3088) wurden Ultraviolett- und Infrarot-Beobachtungen veröffentlicht. Die beobachteten Farbvariationen weisen auf prägnante Veränderungen im Spektrum hin. In der Entdeckungsmeldung im IBVS Nr. 1189 wurden auch Angaben zum Spektrum gemacht. Dieses ist gekennzeichnet von Emissionen, deren markanteste die von H_{α} , H_{γ} , (0 III), N 1 und N 2 sind. Im IBVS Nr. 1327 teilt B. W. Bopp mit, daß das Spektrum von HM Sge sehr ähnlich dem eines planetarischen Nebels ist. Auch P. A. Feldmann (IAUC 3081) nimmt anhand von Beobachtungen mit dem Radioteleskop von Algonquin an, daß HM Sge ein im Entstehen begriffener planetarischer Nebel ist. In der jüngeren Zeit ist zu dem interessanten Objekt eine größere Zahl umfangreicher Arbeiten erschienen, welche diese Ansicht vertreten.

Da die weitere Entwicklung von HM Sge nur schwer vorherzusehen ist, sind Helligkeits- und Farbbeobachtungen durch Amateure sehr erwünscht. Natürlich sind spektroskopische Untersuchungen von großem Interesse, die aber hier kaum noch durch den Amateur zu erhalten sind. Beobachter möchten ihre Resultate dem Arbeitskreis Veränderliche Sterne mitteilen (vgl. *Astronomie und Raumfahrt* 3/1978, S. 77).

DIETMAR BÖHME

Berichtigung

Mehrere Leser unserer Zeitschrift haben die Redaktion mit Recht auf den Druckfehler im Heft 1/78, S. 26, aufmerksam gemacht. Bei der Aufgabe 1 (Gruppe B) handelt es sich um $1''$ und nicht um $1'$.

Die Redaktion

Feuerkugel-Jahresübersicht 1977

KARSTEN KIRSCH, EDITH und GERD RENNER

Nach nunmehr drei Jahren der Arbeit unserer Sammelstelle für Feuerkugelercheinungen ist es an der Zeit, eine Einschätzung unserer bisherigen Tätigkeit vorzunehmen.

In den Jahren 1975, 1976 und 1977 gingen bei uns neben 64 Meldungen aus der DDR auch 53 Meldungen aus der ČSSR, 55 aus Österreich und 12 aus der BRD ein. Der größte Teil der Daten wurde in den Jahresübersichten veröffentlicht.

Wir möchten allen Sternfreunden im In- und Ausland, die uns auf Grund ihrer regen Mitarbeit ermöglichen, jährlich diese Übersicht zusammenzustellen, recht herzlich danken. Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Ceplecha (Leiter des Europäischen Himmelsüberwachungsnetzes) vom Observatorium Ondřejov in der ČSSR und Herrn Rudolf Kratochwill, Leiter der Meteorsammelstelle des astronomischen Jugendclubs Österreichs.

Bei der Auswertung des recht umfangreichen Materials konnten einige interessante Erkenntnisse nachgewiesen werden. So bildeten in den drei Jahren die Suche nach Korrelationen zwischen der Anzahl der Feuerkugeln und deren scheinbarer Helligkeit, die Verteilung der Feuerkugeln über das Jahr und die Tageszeit sowie die scheinbaren Bahnen die wichtigsten Gesichtspunkte unserer Arbeit.

Neben diesen durchaus noch nicht ausgeschöpften Schwerpunkten soll nun unser besonderes Augenmerk auf den Zusammenhängen zwischen Meteoren und Feuerkugeln liegen. Sehr interessant sind auch die Zusammenhänge der Farben der Feuerkugeln und deren Höhe. Dabei erscheint die Höhenlage des Farbwechsels von Grün nach Rot und das Intensitätsverhältnis zwischen der Grünphase und der Rotphase besonders interessant.

Um derartige Untersuchungen erfolgreich durchführen zu können, ist es allerdings notwendig, noch umfangreicheres Material zu gewinnen und neue Beobachtungs- und Auswertungsmethoden zu finden und anzuwenden. Doch hier sind unsere Möglichkeiten leider ziemlich eingeschränkt. Denn es darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden, daß die Meldungen vom Gebiet der DDR durchweg auf visuellen Beobachtungen beruhen, die teilweise sehr subjektiv sind und manchmal beträchtliche Fehler aufweisen.

Eine Feuerkugelbeobachtung ist ein wissenschaftliches Beobachtungsergebnis und muß den Grundprinzipien einer wissenschaftlichen Arbeit entsprechend ausgewertet werden. Um diese Forderung erfüllen zu können, wird es in absehbarer Zeit auch für die DDR unumgänglich sein, ein entsprechendes Kameranetz aufzubauen und zur Feuerkugelbeobachtung aktiv einzusetzen. Dann ist auch die Möglichkeit des Vergleichs mit visuellen Beobachtungen gegeben.

Die Realisierung dieses All-Sky-Netzes wird für die nahe Zukunft eine der wichtigsten Aufgaben unserer Zentrale sein. Trotzdem werden dann Meldungen von visuell beobachtenden Sternfreunden immer noch sehr interessant sein. Deshalb ergeht noch einmal an alle Sternfreunde der Aufruf zur Mitarbeit am Projekt „Himmelsüberwachung“. Bitte sendet alle (auch unvollständigen) Beobachtungen heller – 3^m umgehend an die zentrale Sammelstelle. Vordruckte Meldebögen werden auf Wunsch gern zugesandt.

Worauf sollte bei einer Feuerkugelbeobachtung besonders geachtet werden? Neben dem Datum muß die Zeit des Aufleuchtens festgehalten werden. Die Koordinaten des Aufleucht- und Endpunktes sollten möglichst genau bestimmt werden. Amateure, die intensive Meteorbeobachter sind und einen festen Beobachtungsort haben, können sich ein Winkelmeßgerät bauen. Das Gerät wird auf einer Säule, einem Stativ oder auf dem Tisch aufgestellt, und es kann dann Azimut und Höhe abgelesen werden. Man kann sich aber auch die Bahn an Hand von Sternen merken, in eine Sternkarte eintragen und so Stundenwinkel und Deklination feststellen. Die Meldung sollte in dem System erfolgen, in dem die Werte am genauesten sind. Neben der Helligkeit muß auch viel Wert auf das Aussehen der Feuerkugel gelegt werden. Welche Form hatte der Kopf und welche Größe? Wie war seine Farbe? Hat sie sich während des Fluges geändert? War ein Schweif sichtbar, welche Form, Größe und Farbe hatte er? Wie lang war die Flugdauer der Feuerkugel? Gab es Besonderheiten wie Nachleuchten, Funken, Geräusche u.a.m.? Nicht vergessen werden darf die Angabe des Beobachtungsortes, möglichst auch seine Koordinaten und die Anschrift des Beobachters.

Sternfreunde, die über einen bestimmten Zeitabschnitt hinweg speziell Meteore beobachten, sollten uns auch das mitteilen. Das ist besonders wichtig für die statistische Untersuchung, wieviele Erschei-

nungen in einer bestimmten Tages- und Nachtzeit beobachtet wurden. Wenn überhaupt kein Meteor sichtbar war, dann ist auch das ein Beobachtungsergebnis und sollte uns gemeldet werden. Wir wünschen allen Sternfreunden viel Erfolg bei der Beobachtung.

Bahnelemente von 5 sehr hellen Feuerkugeln

Die folgenden 5 Erscheinungen konnten von mehreren Kamerastationen des Europäischen Himmelsüberwachungsnetzes fotografiert werden. Die Bahns Spuren wurden dann in der Zentrale in Ondřejov ausgemessen und die Bahnelemente berechnet.

Datum	MEZ	m_{abs}	Fotos	Beginn	Ende	Dauer
20. 04. 77	21 ^h 12 ^m	-10	8	48°42' N 7°36' E	48°53' N 6°96' E	
01. 06. 77	22 ^h 46 ^m	-15	8	47°28' N 12°63' E	48°39' N 11°73' E	7
13. 06. 77	00 ^h 03 ^m	-12	4	46°98' N 6°37' E	46°48' N 6°85' E	6
14. 09. 77	20 ^h 09 ^m	-17	11	48°76' N 18°13' E	49°20' N 16°48' E	6,5
31. 10. 77	19 ^h 00 ^m	-14	5	48°65' N 13°00' E	48°10' N 12°24' E	2,6

		Radiant							
$v_{\text{Auf.}}$	h_{Ende}	α	δ	a	e	q	ω	λ	i
km/s	km	°	°	AE		AE			
16,7	32	195	27	1,78	0,50	0,90	228°0	30°2	9°7
27,0	27	217	-18	1,83	0,75	0,46	286°0	71°0	15°
15,0	40	162	64	2,00	0,50	0,98	153°0	81°51	10°0
30,0	38	4	1	1,90	0,82	0,35	117°0	351°46	5°0
42,0	42	76	52	1,30	0,81	0,25	313°0	217°84	73°0

Am auffälligsten war wohl die Erscheinung am 14. September, die auch von Klaus-Dieter Kalauch, einem sehr aktiven Meteorbeobachter aus Annahütte, beobachtet wurde. Außer in der DDR wurde die Feuerkugel, deren Endpunkt bei Brno war, auch in der ČSSR, Österreich, Ungarn und der BRD gesehen. Die Anfangsmasse wurde auf etwa 5 Tonnen berechnet und die Endmasse auf weniger als 10 Gramm.

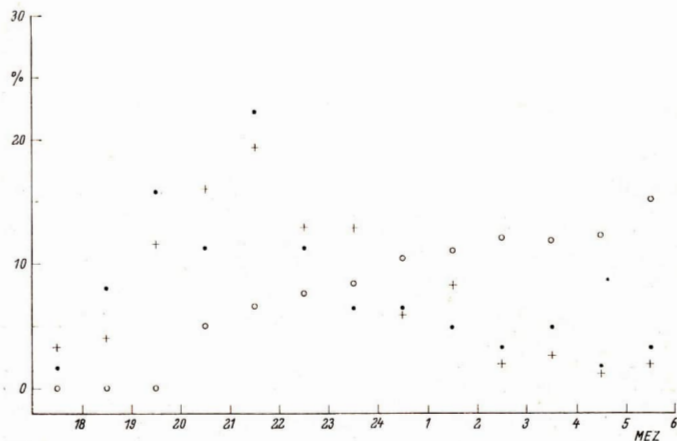
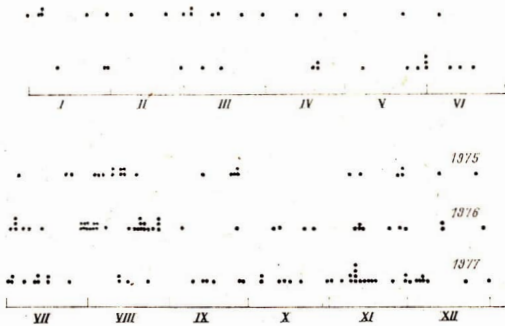


Abb. 1



Auswertung der Beobachtungen

Wir haben dieses Jahr hauptsächlich die jährliche und tägliche Variation in der Häufigkeit des Auftretens von Feuerkugeln und Meteoren untersucht. Abbildung 1 zeigt die prozentuale Häufigkeit von Feuerkugeln in den einzelnen Monaten. Die Punkte geben die Anzahl der Erscheinungen aus dem Jahr 1977 und die Kreuze aus den letzten drei Jahren insgesamt an. Die Kreise geben die Monatsmittel der Häufigkeit von Meteoren ohne Berücksichtigung der großen Ströme nach Hoffmeister an. Man sieht, daß zumindest in der ersten Jahreshälfte etwa die gleichen Variationen auftreten. Die Unregelmäßigkeiten in der zweiten Jahreshälfte sind sicher darauf zurückzuführen, daß man die Ströme nicht völlig ausschließen kann. Das gilt sowohl für die Meteore als auch für die Feuerkugeln. Die allgemeine Zunahme im Herbst ist darauf zurückzuführen, daß der Apex dann den größten Tagbogen

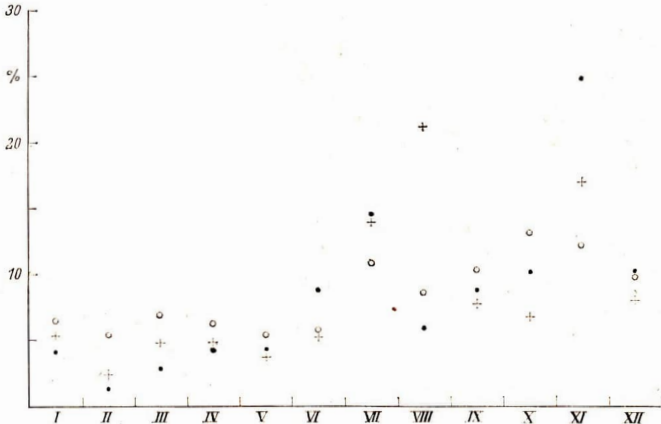


Abb. 3

beschreibt und dabei eine größere Höhe über dem Horizont erreicht als im Frühjahr. In Abbildung 2 wurden sämtliche Beobachtungen der letzten drei Jahre, die uns gemeldet wurden, einzeln als Punkt dargestellt. Man sieht hier bestimmte Konzentrationen an manchen Tagen, die eventuell auf Feuerkugelströme hindeuten. Das kann aber nicht mit Sicherheit gesagt werden, da es nicht möglich ist, zu diesen Beobachtungen den Radianten zu bestimmen. Möglicherweise handelt es sich bei der Konzentration im November 1977 um den Feuerkugelstrom, der nach Niessl vom 5. bis 25. November auftritt und der den Radianten bei $\alpha = 50^\circ$ und $\delta = +19^\circ$ hat. Die Untersuchung wird noch dadurch erschwert, daß um dieselbe Zeit ein kometary Sternschnuppenstrom in der gleichen Gegend zu beobachten ist. Abbildung 3 zeigt die tägliche Variation wieder im Vergleich mit den Beobachtungen Hoffmeisters. Die Bedeutung der Zeichen ist die gleiche wie in Abbildung 1. Hier kann keine Korrelation auftreten, denn die Hauptbeobachtungszeit der meisten Sternfreunde ist abends, so daß auch aus den Abendstunden weit mehr Beobachtungen vorliegen als aus den Morgenstunden. Man muß hier also das Verhältnis aus den Beobachtungsstunden und der Anzahl der Erscheinungen bilden.

Nr.	Datum	MEZ	Az/h 1	Az/h 2	m_{vis}	Dauer	Kopf	Schweif	Ort	Beobachter
01	110177	19 ^h 42 ^m	SE	SE	III				Beuchov, CSSR	Machac, O.
02	290177	05 ^h 30 ^m	230/40	240/20	-4/-5	3-4	weiß-gelb	orange-rot 2-3° lang	Birkholz, DDR	Rohloff, Wolfgang
03	300177	21 ^h 01 ^m	SW	SW	III				Prag, CSSR	Pollvka, Z.
04	270277	21 ^h 04 ^m	SE	SE	II				Oudfejev, CSSR	Pospisil, M.
05	060377	21 ^h 55 ^m	184/4	195/3	-5	3-4	punktförmig	blaugrün, dann zimmerrot	Graz, Österreich	Skreiner, Bertl
06	140377	21 ^h 30 ^m	SSE	SSE	IV				Oudfejev, CSSR	Pospisil, M.
07	180477	18 ^h 20 ^m	8/45	8/35	II	5-7	silberweiß leuchtend kugelförmig	Funken	Prag, CSSR	Kolman, J.
08	200477	03 ^h 30 ^m	E	8/20	III				CSSR	Novak, K.
09	200477	21 ^h 12 ^m	genaue	Bahnrechnung siehe unten						
10	070577	22 ^h 57 ^m	74/18	70	-5/-6		grün, später rot	Rauchspur, Funken	Lienz, Österreich	Defregge, Stefan
11	240577	03 ^h 01 ^m	270/40		-7				Leobersdorf, Österreich	Haderer, Christian
12	280577	02 ^h 15 ^m	65/35	90/10	-6/-7	>5	grün	2-3° lang	Linz, Österreich	Obermaier, Erwin
13	010677	21 ^h 32 ^m	60/50	60/25	-3.5/-4	2-3	gelb-orange, Tropfenform	sehr kurz Funken	Annahütte, DDR	Kalauch, Klaus-Dieter
14	010677	22 ^h 40 ^m	NW	N	-5	2	grün		Österreich	Conrad, Rudolf
15	010677	22 ^h 46 ^m	genaue	Bahnrechnung siehe unten						
16	090677	22 ^h 28 ^m	Lib	UMA	-4	3	weiß, kugel- förmig		Rapoldeck, Österreich	Markus, B.
17	130677	00 ^h 03 ^m	genaue	Bahnrechnung siehe unten						
18	180677	22 ^h 47 ^m	Oph/30	Oph/25	-4	4	weiß	weiß-orange, 2-3° lang	Klagenfurt, Österreich	Klein, Robert
19	020777	21 ^h 20 ^m	115/50	135/50	-5	2	gelb	0.5° lang, Funken	Kematen, Österreich	Ostermann, Alexandr
20	030777	22 ^h 14 ^m	40/35	70/60	-6	0.8	gelb	gut ausgeprägt	Karl-Marx-Stadt, DDR	Börner, Jens
21	030777	22 ^h 58 ^m	175/65	170/35	-5	1.5	rot	gut ausge- prägt	Karl-Marx-Stadt, DDR	Schellenberg
22	070777	23 ^h 11 ^m	160/50	220/50	-5	1.5	intensiv grün	grün	Jena, DDR	Olaf Renner, Gerd
23	110777	00 ^h 54 ^m			-4/ -5.5	1-1.5		Nachleuchten, 15 s lang	Bad Gaudersheim, BRD	Schwarzer, Stefan
24	120777	00 ^h 46 ^m	225/40	230/25	-5	1-2	goldgelb, tropfen- förmig	sehr schwach	Cottbus, DDR	Winzer, André
25	120777	01 ^h 15 ^m	300/60	290/45	-4	1	gelb, tropfen- förmig	sehr schwach	Cottbus, DDR	Winzer, André
26	160777	00 ^h 05 ^m	80/55	85/30	-3/-4	1-2	orange	Nachleuchten	Nessa, DDR	Böhme, Dietmar
27	160777	21 ^h 38 ^m	Her	Com	-13	2.5	kugelförmig, Ø15'		Ybbsitz, Österreich	Tazreiler, A.
28	240777	23 ^h 35 ^m	45/43	35/30	-5		weiß, punkt- förmig	kurzer weißer Ansatz	Flattnitz, Österreich	Karrer, Michael
29	120877	21 ^h 30 ^m	S	S	II			Funken	Cvikov, CSSR	Rys, M.
30	120877	23 ^h 24 ^m	310/45	260/25	-6	2	orange-gelb	Nachleuchten, 5 s lang	Nessa, DDR	Böhme, Dietmar

Nr.	Datum	MEZ	Az/h 1	Az/h 2	m_{vis}	Dauer	Kopf	Schweif	Ort	Beobachter
31	150877	21°53m	SE	NE	-13	7-8	kugelförmig		Tuchomice, ČSSR	Chlupsa, A.
32	230877	19°30m	178/58	165/40	-4		orange, Ø5'		Bad Zell, Österreich	Gusenbauer, Franz
33	090977	18°49m	N	N	I		kugelförmig		Ondřejov, ČSSR	Kalibova
34	130977	19°55m	75	55		3-4	silbrig, 12-15 Teilobjekte	nein	Plauen, DDR	Petzold, Wolfgang
35	140977	20°00m	genaue Bahnrechnung siehe unten							
36	170977	18°42m			II				Hulin, ČSSR	Lejsalova, L.
37	270977	21°36m	SE	SE	-10	15!			Odrej, ČSSR	Tesaz, F.
38	280977	02°10m			II				Gablonec, ČSSR	Slapanskij, V.
39	051077	15°38m			I				Bzod, ČSSR	Budil, F.
40	051077	20°46m	70/30	75/20	-6	0,5	weiß		Großmugl, Österreich	Höfermeyer, Günter
41	121077	19°15m	60/85	105/35	-10	1,2-1,5	weiß, Ø10'	nein	Cottbus, DDR	Winzer, André
42	141077	19°28m	Boo	Crh	-6	2		Funken	Ondřejov, ČSSR	Hazmanec
43	161077	20°49m	110/80	150/30	-6	1,5	gelb-grün	20° lang, Funken, Nachleucht.	Schkeuditz, DDR	Kroll, Peter
44	201077	03°43m	N	W	-5				Ondřejov, ČSSR	Pivo
45	311077	19°00m	genaue Bahnrechnung siehe unten							
46	011177	21°35m	8/42	354/27	-4	0,5	gelb, später zerplatzt orange-rot	gelb, 10° lang, Nachleuchten	Bonau, DDR	Rohmer, Ulrich
47	051177	10°23m	320/60	300/20	-4/-5	2		gelblich, 30° lang Nachleuchten	Bonau, DDR	Rohmer, Ulrich
48	081177	05°20m	265/32	230/35	-3/-4	2	gelblichweiß		Erfurt, DDR	Haase, Jürgen
49	081177	20°00m	S	N	-13	0,5	Ø20-25'		Lesang, ČSSR	Petrowitz, M.
50	101177	18°20m	335/44	315/43	-4	0,5	gelblichweiß	kurz	Lauterbach, DDR	Renner, Gerd
51	101177	18°25m	80/44	150/35	-4	1,5	gelblichweiß	kurz	Lauterbach, DDR	Renner, Edith
52	101177	19°45m	134/20	224/19	II		gelb		Rumburk, ČSSR	Suchardova, M.
53	101177	20°28m	270/30	240/25	-6/-7	5-6	gelb-orange	nein	Erfurt, DDR	Haase, Jürgen
54	121177	17°33m	S	W	-13	5	Ø15'		Ujezd, ČSSR	Neznan
55	131177	01°16m	E	E			blau-grün	rötlich-gelb, Nachleuchten, DDR	Mühlhausen, Falko	Pallasch, Falko
56	141177	06°30m	200/30	120/30	-6/-7	3-4	weiß	Nachleuchten	Dornburg, DDR	Woche, Manfred
57	151177	21°23m	E	E	-4				Prag, ČSSR	Hlavata, A.
58	161177	04°47m	S	N	II		sehr groß	langer Schweif	Ludgerovice, ČSSR	Jajch, K.
59	241177	20°46m	SE	NW	III	3			Kolln, ČSSR	Vavzima, J.
60	291177	19°26m	310/50	290/40	-6	2	weiß-blau		Nessa, DDR	Bohme, Dietmar
61	291177	21°22m			I	2			Chomutov, ČSSR	Slivinski, J.
62	301177	06°40m	SSE	SE	III	15!			Chomutov, ČSSR	Hajek, M.
63	031277		N	S	I				Brnicka, ČSSR	Strasil, J.
64	041277	06°49m	310/30	320/15	-5	1,5	leuchtend rot	Funken schwach, Funken	Tautenburg, DDR	Kirsch, Karsten
65	051277	01°53m	SW/30	SSW/10	III	1-2		Funken	Prag, ČSSR	Malek, J.
66	051277	20°30m	SW	SW	III			Funken	Jindřichov Hradec, ČSSR	Neznan
67	071277	19°12m	NE	SW	II	3	blau-gelb-rot	Funken	Ostrava, ČSSR	Hybner, L.
68	221277	06°06m	NW/35	NW	-5	0,5			Ondřejov, ČSSR	Barfik, V.
69	311277	23°22m	192/35	180/28	-4	1	rötlich gelb	gelblich, 2° lang	Bonau, ČSSR	Rohmet, Ulrich

Hinweise zu den Meldungen:

Das Azimut ist bei allen Angaben wie üblich von Nord über Ost gezählt. Die Angabe der Helligkeit ist zum Teil in Größenklassen, es wurde aber auch eine Stufenskala verwendet mit folgender Bedeutung:

V – schwach, IV – mäßig hell, III – hell, II – heller und I – sehr hell. Stufe V entspricht etwa – 4^m und Stufe I etwa – 15^m. Die Angabe der Sichtbarkeitsdauer ist in Sekunden.

In die Übersicht wurden, wenn zu einer Erscheinung mehrere Meldungen erfolgten, die Erstmeldungen oder die genaueren aufgenommen. Sternfreunde, die noch ergänzende Daten haben, oder weitere Informationen zu den Meldungen wünschen, wenden sich bitte an Karsten Kirsch.

Kurzberichte

Die Kunst-Sonnenuhr im Stadtpark von Dessau

Eine Sonnenuhr (siehe Abb. S. IV) besonderer Art befindet sich seit November 1977 im Stadtpark von Dessau. Es handelt sich um eine 2 m hohe Großplastik aus Metall, die vier zangenähnlichen abgewinkelten Arme ähneln mehr den Fangarmen eines mächtigen Polypen. Erst beim Herantreten bemerkt man im Innern eine 60 cm große Doppelpyramide aus Edelstahl, die von mehreren 4 mm starken Stäben gehalten wird. Einige dieser Stäbe haben die Funktion von Schattenstäben für die verschiedenen Sonnenuhren. Die Metallplastik stellt eine kunstvolle Kombination von verschiedenen Arten von Sonnenuhren dar. Allein auf der Doppelpyramide befinden sich 5 Sonnenuhren:

- Äquatoruhr für das Sommerhalbjahr auf der Nordseite,
- Äquatoruhr für das Winterhalbjahr auf der Südseite,
- Pultförmig geneigte (inklinierende) Süduhr,
- Inklinierende polare Ostuhr,
- Inklinierende polare Westuhr.

Auf der Bodenfläche der Südseite kann die Zeit an einer 1,2 m großen **Horizontaluhr** abgelesen werden. Am Rande ermöglichen 30 Städtebezeichnungen – von Peking bis Mexico-City – das Ablesen des wahren Mittags. Der Schatten dieser „Weltmittagsuhr“ markiert jeweils die betreffende Stadt, wo gerade Mittag ist und gestattet somit auch interessante Zeitvergleiche. Der Zeitunterschied von 11 Minuten zwischen Görlitz und Dessau ist deutlich zu erkennen.

Eine weitere Besonderheit der Dessauer Sonnenuhr ist der **Mittagskalender**. Der Schatten zweier Kugeln in Höhen von 60 und 190 cm kennzeichnet zu Mittag auf der Bodenfläche der Nordseite das jeweilige Datum sowie die Zeitgleichung. Der Schatten der Kugeln wandert auf der 2 m langen Einteilung nicht nur entlang des Meridians, sondern auch in seitlicher Richtung – je nach dem Betrag der Zeitgleichung. Dadurch entsteht die sogen. Lemniskate, die jedoch hier in zwei Teile zerlegt werden mußte.

Aus technischen Gründen war es nicht möglich, die vollständige Lemniskate mittels einer Kugel darzustellen. Gestaltung und Ausführung des Werkes lagen in den Händen von Dipl.-Architekt Achim Kühn, Atelier für Stahl- und Metallgestaltung in Berlin-Grünau, die Idee sowie die mathematischen Berechnungen stammten von Arnold Zenkert, Leiter des Astronomischen Zentrums „B. H. Bürgel“ in Potsdam.

A. ZENKERT

Gründung eines Bezirksarbeitskreises Astronomie in Neubrandenburg

Am 4. Februar 1978 fand im Hause des Kulturbundes in Neubrandenburg die Gründungsveranstaltung eines Bezirksarbeitskreises (BAK) Astronomie statt. Die Einladung erfolgte durch die Bezirksleitung Neubrandenburg des Kulturbundes der DDR in Abstimmung mit der Abteilung

Volksbildung, Bezirkskabinett für Weiterbildung, zu einer Veranstaltung auf dem Gebiet Astronomie/Astronautik. Anwesend waren etwa 30 Personen, Mitglieder der Fachgruppe Astronomie. Neubrandenburg des Kulturbundes, Astronomielehrer aus dem Bezirk und Schüler einer Arbeitsgemeinschaft an der Schulsternwarte Torgelow.

In seinen einleitenden Ausführungen gab der Bezirkssekretär des Kulturbundes, Herr Brinkmann, einen Überblick über die Entwicklung der Amateur- und Schulastronomie im Bezirk. Er gab bekannt, daß mit Wirkung vom 1. 1. 1978 der Bundesfreund Schmalzing – Vorsitzender der Fachgruppe Astronomie – zum Leiter des Bezirksarbeitskreises Astronomie/Astronautik berufen wurde. Der BAK wird als lockere Zusammenfassung der anwesenden Astronomieinteressierten betrachtet.

Daran anschließend folgten zwei Vorträge mit Farbdias. Herr Schmalzing zeigte zu dem Thema „Himmelsfotografie mit einfachen Mitteln“ eigene Aufnahmen auf ORWO-Umkehr-Farbfilm. Es war interessant zu sehen, daß auf Sternsraufnahmen Sterne verschiedener Spektralklassen verschiedenfarbig abgebildet werden und daß man – angelehnt an Leitsterne – beträchtliche Unterschiede auf verschiedenen Aufnahmen von Veränderlichen (z. B. Algol) feststellen kann.

Im zweiten Vortrag zeigte Herr Fredrich brillante Farbdias der Astronautischen Gesellschaft der DDR zum Thema „Planet Erde im Satelliten-Foto“!

Einem Bericht von Herrn Schmalzing über die Tätigkeit der Fachgruppe Astronomie Neubrandenburg, die gegenwärtig 19 Mitglieder zählt, und über die Perspektiven der Amateur-astronomie in der Bezirkshauptstadt folgte eine umfangreiche und vielseitige Diskussion. Es wurden solche Fragen erörtert wie

- „Sollen die Fachgebiete Astronomie und Astronautik kombiniert oder getrennt werden?“
- Einbeziehung der Urania in die Arbeit und
- Popularisierung der Amateurastronomie und Veröffentlichungen.

Für die weitere Arbeit des BAK wurde geplant, jährlich zwei solcher Veranstaltungen durchzuführen, die der theoretischen Weiterbildung wie auch dem Erfahrungsaustausch und der praktischen Qualifizierung dienen sollen. Den Organisatoren dieser Gründungsveranstaltung sei Dank gesagt für ihre lobenswerte Initiative.

WERNER PIERSCHEL

Anmerkung der Redaktion: Bfr. Pierschel teilte uns auf Anfrage mit, daß die 1975 bereits gemeldete Gründung eines BAK Astronomie in Neubrandenburg (vgl. A + R 3/75, S. 94) zu keinem arbeitsfähigen Gremium führte, weshalb nun ein völlig neuer Anfang notwendig wurde.

Internationaler Astronautischer Kongreß in Prag

Vom 25. 9. bis 1. 10. 1977 fand im Prager Hotel INTERNATIONAL der 28. Kongreß der Internationalen Astronautischen Föderation (IAF) statt. Der 1950 gegründeten IAF gehören gegenwärtig 58 Organisationen aus 37 Staaten an. Ziel der IAF ist es, die Entwicklung der Weltraum-

fahrt für friedliche Zwecke zu fördern, einen umfassenden Informationsaustausch zu ermöglichen, das Interesse der Öffentlichkeit an der Raumfahrt zu wecken sowie die Forschungen in allen Teilgebieten zu unterstützen. Die Astronautische Gesellschaft der DDR ist Mitglied der IAF. Seit 1960 gibt es als selbständige Organisationen die Internationale Astronautische Akademie (IAA) und das Internationale Institut für Weltraumrecht (IISL), die mit der IAF eng zusammenarbeiten.

Für die Organisation des IAF-Kongresses war das Astronomische Institut der Akademie der Wissenschaften der CSSR verantwortlich, die Schirmherrschaft hatte Ministerpräsident Dr. L. Štrougal. Der Leiter des CSSR-Komitees war Prof. Dr. R. Pešek, die Beiräte für die Programmgestaltung waren G. G. Tschernij (UdSSR) und J. Grey (USA).

Die Kongreß-Eröffnung fand am Vormittag des 26. 9. im Kongreß-Palast des Patek-Parkes statt. Die 1130 Teilnehmer aus 37 Ländern wurden von R. Pešek, dem Vorsitzenden der Astronautischen Kommission der Akademie der Wissenschaften, dem stellvertretenden Ministerpräsidenten, M. Lucan, dem Vorsitzenden der IAF M. Barrère sowie von J. Kožesník und L. Pešek begrüßt. Der Kongreß stand unter dem Leitthema „Der Mensch im kosmischen Raum – heute und gestern“; den einführenden Vortrag über „Die Erforschung des Weltraums – zwei goldene Jahrzehnte“ hielt O. G. Gazeno (UdSSR).

Die meisten Kongreß-Teilnehmer hatte die CSSR als Gastland mit 215 gestellt; es folgten die USA mit 201, die UdSSR mit 137 und Frankreich mit 100. Aus der DDR kamen 40 Teilnehmer.

Auf der Ehrentribüne hatten u. a. auch die sowjetischen Kosmonauten Leonow, Aksjonow, Kubasow und Sebastjanow Platz genommen. Die meisten Veranstaltungen fanden im Rahmen der insgesamt 49 Kommissionen statt, und die Teilnehmer mußten aus der Vielzahl der über 300 Vorträge die Wahl treffen. Die Kongreßthemen gliederten sich in zwei Hauptrichtungen, für die 5 Halbtags-sitzungen vorbehalten waren: Kommunikationssatelliten und Raumfahrtindustrie.

Das Symposium über die Kommunikationssatelliten stand unter dem Leitthema „Nutzung des Kosmos – heute“ und beschäftigte sich mit der Organisation und Durchführung von Satellitensystemen, einschließlich der technischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Ergebnisse. Es ging hier um die Problematik der operativen Systeme von INTERSALT, INTERSPUTNIK, INMARSAT, AEROSAT und der Versuchssysteme ATS-6, SYMPHONIE, MAROTS u. a.

Das Symposium über die Raumfahrtindustrie behandelte unter dem Thema „Nutzung des Kosmos – morgen“ die besonderen Bedingungen von Raumstationen sowie die Tätigkeit des Menschen und dessen Gesundheitszustand im Kosmos und auf der Erde.

Darüberhinaus widmete der Kongreß die Aufmerksamkeit auch weiteren Fragen der Wissenschaft und Technik im Kosmos, so z. B. mit der Elektrodynamik, den Bahnverhältnissen künstlicher kosmischer Körper, der Bioastronautik sowie der Kosmosmedizin.

Die Internationale Astronautische Akademie organisierte acht Symposien, z. B. über die Ergebnisse der Versuche im Kosmos in Beziehung zu den angewendeten Mitteln, über die Reduzierung der Mittel bei den Versuchen im Weltraum, über die Relativität im Kosmos, die Rettung und Sicherung, die Beobachtung langfristiger klimatischer Veränderungen aus dem kosmischen Raum sowie die wissenschaftlichen und rechtlichen Aspekte der internationalen Zusammenarbeit bei der weiteren Erforschung der Erde.

Der Kongreß ließ auch Zeit für die Fragen der außerirdischen Zivilisationen, auf sechs CETI-Symposien wurden Referate vorgetragen. Die Möglichkeit, mit außerirdischen Zivilisationen in Verbindung zu treten sowie in der Frage der außerirdischen Zivilisationen überhaupt existierten sowohl extrem optimistische (PEŠEK) als auch pessimistische Ansichten (Schklovskij).

Anläßlich des Kongresses tagte auch die 7. Studentenkonferenz der IAF. Im Tagungsgebäude waren Bilder des Kosmonauten A. Leonow und des sowjetischen Künstlers A. Sokolow ausgestellt. Während der Kongreßtage wurde im Hause der sowjetischen Wissenschaft und Technik eine sowjetische Kosmosausstellung veranstaltet. Eine beachtenswerte Ausstellung über die Erfolge der Raumfahrt zeigte die VR Polen im Nationalen Technischen Museum. Im Verlaufe des Kongresses wurden mehrere Pressekonferenzen abgehalten. Dabei wurde u. a. über die Vorbereitung zweier tschechoslowakischer Kosmonauten berichtet, die seit Dezember 1976 ihre Ausbildung in der UdSSR gemeinsam mit künftigen Kosmonauten aus Polen und der DDR absolvieren.

Für die Tagungsteilnehmer wurde täglich eine Sondernummer der Zeitschrift „Květy“ unter dem Titel „Congress News“ veröffentlicht. Großen Interesses erfreuten sich auch mehrere Exkursionen, so zum Astronomischen Institut der Akademie der Wissenschaften der CSSR in Ondřejov sowie zur Satellitenstation in Panská Ves.

Aus „Říše Hvězd“ 77/12 übersetzt und gekürzt

A. Z

Aus der Literatur

Inhaltsangabe „Astronomičeskij Journal“, 54 (1977)

Heft 4

Scheklovskij, I. S., Über die Natur des Strahls aus M 87, 713 – 721.

Nowikow, I. D., Messung von Parallaxen von Objekten in kosmologischen Entfernungen, 722 – 726.

Bernstein, I. N.; D. N. Bernstein; W. K. Dubrowitsch, Über Relikt-Rekombinationslinien, 727 – 733.

Doroshkewitsch, A. G.; S. F. Schandarin, Langzeitliche Verteilung und Bewegung von Galaxien, 734 – 744.

Antonow, W. A.; S. N. Nuritdinow, Stabilität nichtlinearer nichtradialer Oszillationen eines zweidimensionalen Modells eines rotierenden Sternsystems, 745 – 752.

Osermoj, L. M.; W. A. Osow, Über die Natur der Gammabestrahlung von Pulsaren, 753 – 765.

Pustilnik, L. A., Über Instabilitäten der Magnetosphäre eines Pulsars, 766 – 771.

Bytschkowa, W. S.; K. W. Bytschkow, Über das Problem des Wasserstoffanteils in Supernovae vom Typ I und in ihren Vorstufen, 772 – 780.

Abram, E. P.; L. L. Baseljan; N. J. Gontscharow, Die Radiostruktur des Cygnusbogens auf 25 MHz, 781 – 789.

Pastschenko, M. I.; W. I. Slysich, Entdeckungen von OH-Radikollinienabsorptionen in galaktischen Emissionsquellen, 790 – 806.

- Losinskaja, T. A.; T. G. Sitnik, Optische Entdeckung von Bewegungen in W 1 (NGC 7822), 807–816.
- Kostjakowa, E. B., Physikalische Unterschiede zwischen planetarischen Nebeln im Zentrum der Galaxis und in anderen Feldern, 817–827.
- Bolgova, G. T.; W. S. Strelnitzkij; I. K. Schmied, Einfluß des Staubes auf das Kollisionspumpen des kosmischen H_2O -Masers, 828–833.
- Gasanilazade, A. G., Über die Ost-West-Asymmetrie der zentralen Restintensitäten und anderer Parameter der Fraunhofer-Linien, 834–840.
- Lifschitz, M. A.; N. N. Bulatow, Exponentielle Abhängigkeiten der differentiellen Emissionsmessung von Temperatur und Struktur einer koronalen aktiven Region, 841–845.
- Iwanowa, G. S.; A. A. Busmajkin, Nichtlineares MHD-Modell des solaren Dynamos, 846–858.
- Kowalenko, W. A.; S. I. Molodtchik, Lokalisation von Gebieten, in denen quasistationäre Hochgeschwindigkeitsströme des Sonnenwindes erzeugt werden, 859–869.
- Zygan, A. I., Was hält die Saturnringe aufrecht?, 870–874.
- Swerjew, M. S., Nutzungsmöglichkeit für differentielle astrometrische Beobachtungen zur Verbesserung des Systems des Fundamentalkatalogs, 875–883.
- Sischeglow, W. P., Astronomische Azimute von irdischen Objekten als Indikatoren von Rotationsbewegungen von Kontinentalblöcken, 884–889.
- Radsiewskij, W. W.; W. P. Tomanow, Statistische Konsequenzen des Eindringens von Kometen auf Grundlage des Laplace-Schemas, 890–896.
- Markejew, A. P.; A. G. Sokolskij, Über die Stabilität der periodischen Bewegung in der Nähe der Lagrange-Lösungen, 897 bis 908.
- Shurawlew, S. G., Über stationäre Punkte der Gravitationsfelder von Erde, Mond und Mars, 909–914.
- Warschawitsch, D. A.; W. K. Chersonskij; G. F. Tschernyj, Radioemission der interstellaren NS -Moleküle, 915–918.
- Rjabzew, A. H., Laborwellenlängen des verbotenen Übergangs im Spektrum von MnV , 919–920.

Heft 5

- , Die sowjetische Astronomie im 60. Jahr des Roten Oktober, 929–931.
- Doroschewitsch, A. G.; I. D. Nowikow; A. G. Polnarew, Temperaturfluktuationen des Mikrowellen-Hintergrundes infolge von Gravitationswellen, 932–944.
- Sobolewa, N. S.; A. B. Berlin, W. J. Gohnew; G. M. Timofejewa, Beobachtungen von Radiogalaxien mit dem Radioteleskop Raton-600, 944–952.
- Artjuch, W. S.; B. P. Rjabow, Blinkbeobachtungen von 3C 48, 3C 273 und 3C 295 bei 25 MHz, 953–956.
- Bochkarew, N. G.; R. A. Sunjew, Die ionisierende Hintergrundstrahlung und Wasserstoff an der Peripherie der Galaxis, 957–966.
- Abramjan, G. L., Über die Nutzung von Radioquellenbedeckungen durch den Mond für die Untersuchung ihrer Struktur, 967–972.
- Kogan, L. R.; L. I. Matwejko; L. S. Tshesalin, Untersuchungen der Spektren von H_2O -Quellen mit der Autokorrelationsmethode, 973–978.
- Pawlowa, W. M.; W. L. Chochlowa; I. A. A-lanow, Spektroskopische Untersuchungen des Si- Ap -Sterns HD 34452, 979 bis 986.
- Straishis, W.; W. Sitkewitschius, Die Separation von Ap -Sternen aus dem fotometrischen System von Vilnius, 987–995.
- Nadjoshin, D. K.; W. P. Utrobin, Modelle der Supernovae vom Typ I, 996–1008.
- Iwanowa, L. N.; W. S. Imshennik; W. M. Tschetschetkin, Einführung eines Kollaps von degenerierten Kohlenstoffsternen durch thermonukleare Reaktion, 1009–1026.
- Tscherepatschuk, A. M.; A. W. Gontscharsky; A. G. Jagola, Die Interpretation von Lichtkurven von sich bedeckenden Doppelsternsystemen mittels kugelförmiger Hüllen. Das System HZ Her., 1027–1035.
- Gorbatsky, W. G., Die Übertragung von Drehmomenten bei stetem Scheibenwachstum, 1036–1040.
- Schulman, G. A., Über die Abschätzung kritischer Parameter degenerierter magnetischer weißer Zwerge, 1041–1046.
- Wartanjan, J. L.; G. S. Hajian, Über die Gravitationsstrahlung von Neutronensternen und weißen Zwergen, 1047–1050.
- Basko, M. M., Die Magnetopause eines wachsenden Neutronensterns, 1051–1061.
- Piknel, S. B.; M. A. Lifschitz, Röntgen- und UV-Strahlung von Sonnenflares, 1062–1080.
- Tschernow, G. P., Morphologische Charakteristiken spitzer solarer Radiobursts, 1081–1101.
- Kaplan, S. A.; G. B. Rybkina, Zerstreung von konvektiven Wellen in der magnetischen Struktur der oberen Schichten der Sonnenatmosphäre, 1102–1109.
- Ksanfomaliti, L. W., Die Venuswolken: Berechnete Eigenschaften der Schwefelsäure im thermischen Infrarot, 1110 bis 1117.
- Jefimow, A. B.; W. N. Sharkow; W. P. Trubizin; A. M. Bobrow, Parameter der Gestalt und der Gravitationsmomente von Jupiter und Saturn, 1118–1127.
- Agekjan, T. A.; N. P. Pitjew, Der Gradient des Geschwindigkeitsfeldes entlang der Normalen zu den Bahnen und die Gestalt des Potentials, 1128–1132.
- Pilnik, G. P., Untersuchungen zur Universal Time, 1133–1139.
- Baranow, A. S.; M. S. Wolkow, Über die Nichtexistenz des additiven Integrals für die Bewegung eines Sterns im Haufen, 1140–1141.

Heft 6

- Ljuti, W. M., Optische Veränderlichkeit von Kernen von Seyfert-Galaxien. II. UVB- und H_α -Fotometrie, 1153–1167.
- Selmanow, A. L., Über die Relativität von räumlicher und zeitlicher Endlichkeit und Unendlichkeit der materieverfüllten Welt, 1168–1181.
- Charbedija, L. I., Über die Relativität von räumlicher Endlichkeit und Unendlichkeit in einigen Friedmanschen kosmologischen Modellen, 1182–1187.
- Pakowskij, J. P., Helligkeit, Farbe und Expansionsgeschwindigkeitskurven der Typ-I-Supernovae als Funktion der Helligkeitsabnahme, 1188–1201.
- Fesenko, B. I., Innergalaktischer Faktor und scheinbare Verteilung von äußeren Objekten, 1202–1210.

- Lipowka, N. M., Beobachtungen der Korona der Galaxis, 1211–1220.
 Wostschinnikow, N. W., Die einfachsten Modelle von Reflexionsnebeln, 1221–1231.
 Marsakow, W. A.; A. A. Sutschkow, Die Verteilung von Metallen unter den galaktischen Populationen und die Entwicklung der Galaxie, II, 1232–1240.
 Kipper, T. A., Über die TiO-Absorptionsbanden in Spektren später Riesen, 1241–1245.
 Posdnjakow, L. A.; I. M. Sobol; R. A. Sundajew, Der Einfluß multipler Comptonstreuungen auf das Röntgenspektrum. Monte-Carlo-Berechnungen, 1246–1258.
 Dolginow, A. S.; I. G. Mitrofanow, Ursprung der linearen Polarisation der optischen Strahlung von Sternen mit Infrarot-exzessen, 1259–1267.
 Bismowaty-Kogan, G. S.; S. A. Lamsin, Modelle für abfließende Hüllen von T Tau Sternen, 1268–1280.
 Wartanjan, J. L.; N. K. Owakimowa, Kernmaterie, die Neutrinos hält, 1281–1284.
 Charitonow, A. W., Vergleich von Resultaten der absoluten Spektralfotometrie und UVB-Fotometrie, 1285–1292.
 Molodenskij, M. M.; S. I. Syrowatskij, Das Magnetfeld aktiver Regionen und seine Nullpunkte, 1293–1304.
 Kaplan, S. A.; E. B. Kleiman; I. M. Ojringel, Über den Einfluß des Plasmaeffekts auf die Beobachtungsbedingungen von Radiolinien im Sonnenspektrum, 1305–1308.
 Sliotnik, E. J., Über die Interpretation der polarisierten Zebra-Struktur in der solaren Radioemission, 1309–1313.
 Sabolotnyi, W. F.; E. F. Risow; W. A. Soglasnowa; B. F. Judin, Die Bestimmung der atmosphärischen Absorption bei 460 μm , 1314–1318.
 Uralow, A. M.; V. P. Nefedjew, Einige Merkmale der Polarisation von solaren Mikrowellenbursts, 1319–1324.
 Koschewnikow, N. I., Die Co-Phasenregionen auf der Sonne, 1325–1334.
 Bobrow, M. S., Sonnenwindparameter, für die Plasmainjektion in die magnetosphärische Ringstromregion verantwortlich ist, 1335–1345.
 Tomanow, W. P., Über die Asymmetrie der Perihelverteilung der Kometenbahnen, 1346–1348.

Inhaltsangabe: „Priroda“, 65 (1977) (nur astronomische Artikel)

Heft 9

- Kromberg, B. W., Entwicklungswege elliptischer und Spiralgalaxien, 46–52.
 —, Probleme der solaren Neutrinos, 133.
 —, Streifen auf der Phobosoberfläche, 134.
 —, Meteoritenkrater am Ufer des Karischen Meeres, 144.

Heft 10

- Sagdejew, R. S., Kosmonautik — Entwicklung und Perspektiven, 4–9.
 Benilow, B. M., Multispektrale aerokosmische Methoden der Erkundung, 10–23.
 Bruchanow, W. N.; M. S. Gluchowskij; A. L. Stawzew, Ringstrukturen auf der Erde, 54–65.
 Minz, R. I.; T. M. Petuchowa, Metallografie des lunaren Eisens, 66–76.
 Schklowskij, I. S., Die ersten 20 Jahre der kosmischen Ära, 86–92.
 Wedeschin, L. A., Multispektralfotografie aus dem All, 93–104.
 Nikischanowa, T. I., Gewächse für kosmische Anpflanzungen, 105–117.
 Nikitin, S. A., Auf der Suche nach Leben auf dem Mars, 118–125.
 —, Das Sonnensystem von „oben“, 146.
 —, Satellit „Geos“, 147.
 —, Gigantische Dünenfelder auf Mars, 148.
 —, Ursprung der kosmischen Gammastrahlung, 149.
 —, Beeinflussen die Planeten den Sonnenzyklus?, 149.
 —, Wiederkehr des Adonis, 149.
 —, Venus: Neue Beweise für tektonische Aktivitäten, 150.
 —, Wieviel die Marsatmosphäre abgeplattet ist, 150.
 —, Marsbeben, 151.
 —, Entdeckung von Uranusringen, 151.
 —, Verbesserter Uranusdurchmesser, 152.
 —, Neue Meinung zum Problem außerirdischer Zivilisationen, 153.

Heft 11

- , Biosatellit Kosmos 936, 147.
 —, Aktivität der Radioquelle OJ 287, 148.
 —, Solare Elektronen im Interplanetaren Raum, 149.

Heft 12

- Chosin, G. S., Ökonomische Probleme der Kosmonautik, 10–15.
 Galper, A. M., Gammastrahlenbild des Himmels, 20–31.
 Nikitin, S. A., Sowjetisch-französische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Gammaastronomie, 32–39.
 Akozew, I. G., Probleme der kosmischen Biophysik, 40–47.
 Desinow, L. W.; W. W. Koslow, Visuelle Beobachtungen der natürlichen Umwelt von Orbitalstationen aus, 56–61.
 —, Starts von Raumflugkörpern der UdSSR (Juli–August 1977), 110.
 —, Sonnenkraftwerk im Erdborbit, 110.
 —, Inhomogenitäten des Mondinneren, 111.
 —, Heißes Inneres des Jupiter, 113.
 —, Klassifikation der Monde, 113.

Reiner kommen sie nicht vor

Eine japanische wissenschaftliche Expedition entdeckte in der Antarktis in einem Eismassiv in geringer Tiefe eine Ablagerung von 82 Meteoriten mit einem Gewicht von vier Gramm bis vier Kilogramm. Sie wurden herausgeholt und unter größter Vorsicht in Spezialbehälter verpackt.

Worin besteht der Wert dieses Fundes? Die Entdeckung in der Antarktis ist für die Wissenschaftler deshalb von großem Interesse, weil die Steine, die im Eis gefangen waren, nicht mit chemischen Verbindungen in Berührung kamen, die im Boden enthalten sind. Die Untersuchung dieser Meteoriten trägt zur Lösung von Rätseln des Kosmos bei.

Snanie — sila, 1/78, S. 40

Übersetzung:
H. HEERDEGEN

Sputnik entdeckt einen Krater

Das Studium der Aufnahmen eines Gebietes von Alaska, die von Bord eines Sputniks gemacht worden sind, hat gezeigt, daß es dort einen unbekannten Krater gibt, der durch den Aufprall eines riesigen Meteoriten entstanden ist. Der Durchmesser des Kraters beträgt 12 km und seine Tiefe erreicht einen halben Kilometer. Im Zentrum des Kraters hat sich ein See von drei Kilometer Durchmesser gebildet. Wahrscheinlich enthielt der Meteorit eine große Menge an Nickel, weil in der Umgebung des Kraters Spuren dieses Metalles gefunden wurden, die Geologen aber annehmen, daß Nickel an dieser Stelle nicht vorkommen dürfte. Die Masse des Meteoriten wird zu etwa 50 Millionen Tonnen geschätzt.

Snanie — sila, 2/78, S. 23

Übersetzung:
H. HEERDEGEN

Die „Röntgen Sonne“

Die Forscher des Physikalischen Instituts der Akademie der Wissenschaften der UdSSR unter der Leitung von Prof. S. L. Mandelstam haben gefunden, daß die Röntgenstrahlung der Sonne in der Sonnenkorona entsteht.

Wo werden auf der Sonne die Röntgenstrahlen erzeugt? Um diese und eine Vielzahl anderer Fragen zu beantworten, beobachteten die Wissenschaftler etwa 20 Jahre lang.

Zunächst wurde geklärt, daß die Strahlung nicht an der Oberfläche der Sonne entsteht, sondern über ihr, im oberen Teil der Sonnenatmosphäre — der Korona, aber auch nicht in der ganzen Korona, sondern in speziellen Gebieten — den Kondensationen. In diesen Kondensationen erhöht sich die Temperatur von der Oberfläche an von 6000 K auf 3–5 Millionen Kelvin, bisweilen auch bis auf 10 Millionen Kelvin. Bei diesen hohen Temperaturen verlieren die Atome ihre Elektronen, die im Magnetfeld der Sonne ihre Bewegung verlangsamen und so die Röntgenstrahlung erzeugen.

Zu den Zeiten, da auf der Sonne Ausbrüche erfolgen, wächst auch die Intensität der Röntgenstrahlung etwa um das Tausendfache des Normalwertes an. Sie beeinflußt die irdische Atmosphäre und stört sie außerordentlich. Rundfunkverbindungen auf den kurzen Wellen des Meterbereiches sind zu diesen Zeiten gestört.

Man kann solche Störungen voraussagen. Die Forscher des Physikalischen Instituts der AdW der UdSSR stellten eine Wechselwirkung der Röntgenstrahlen mit den Zentimeter-Radiowellen fest, die in den gleichen Kondensationen entstehen wie die Röntgenstrahlen, aber im Unterschied zu ihnen ungestört die Erdatmosphäre durchdringen und registriert werden können.

Diese Entdeckung ist nicht nur für alle Funker auf der Erde wichtig, sondern auch für die Kosmonauten. So wurde geklärt, daß während eines jeden Ausbruchs auf der Sonne zusammen mit den Röntgenstrahlen Protonen und möglicherweise Neutrinos auf die Erde einfallen; Teilchen, die eine hohe Durchdringungsfähigkeit besitzen.

Snanie — sila 4/78, S. 38

Übersetzung:
H. HEERDEGEN

Zusammenstoß im Weltall

Anhand der mittleren Verteilung interstellarer Staubwolken wird angenommen, daß das Sonnensystem seit seiner Entstehung etwa 150 mal einer solchen Wolke begegnete. Diese Staubaussammlungen sind deutlich in den Spiralarmen konzentriert. Vor allem durch Messungen des „Copernicus-Satelliten“ (OAO 3) wurde eine solche Wolke in der Richtung auf das galaktische Zentrum, in einer Entfernung von etwa 0,33 Lichtjahren, mit Teilchendichten von $10^4/\text{cm}^3$ festgestellt, die das Sonnensystem in etwa 5000 Jahren erreicht haben könnte. In diesem Zusammenhang werden wiederum Ursachen für das Auftreten von Eiszeiten diskutiert, da die großen Vereisungen etwa einen Abstand von 100 Mill. Jahren haben, was etwa der halben Rotationszeit der Sonne um das galaktische Zentrum entspricht. Nach Ansicht von Klimatologen müßte eine Staubbolke mit diesen Auswirkungen allerdings Teilchendichten von $>10^5/\text{cm}^3$ aufweisen.

Unschau 77 (1977) 18, S. 608–09

A. WITTMANN

Ein solares Versuchskraftwerk

Nahe Albuquerque (N. M./USA) wird zur Zeit ein Versuchs-Sonnenkraftwerk mit einer Leistung von 5 MW (thermisch) errichtet. 5550 in 222 beweglichen Heliostaten fokussierbare zusammengefaßte Einzelspiegel (Gesamtfläche 8000 m²) werfen das Sonnenlicht auf einen mit flüssigkeitsgekühlten Wärmeabsorbern versehenen 61 m hohen Turm. Der entstehende Dampf heizt einen Wärmespeicher oder gelangt mit einer Temperatur von etwa 500 °C direkt in ein Dampfturbinenkraft-

werk. Theoretisch kann im Brennpunkt des Turmes eine Temperatur von 2300 °C bei einer Energiedichte von 2500 kW/m² erzeugt werden. Das Kraftwerk dient der Erprobung verschiedener Kühlelemente und Materialien. In einem Demonstrationsversuch wurde in weniger als 2 min ein 0,6 × 0,9 mm² großes Loch in eine Metallplatte geschmolzen.

Sky and Telescope 55 (1978) 4, S. 286

Übersetzung:
H.-J. SCHULZ

Wieviele Satelliten hat der Saturn?

Angeichts des bevorstehenden Durchgangs der Erdbahnebene durch die Ringebene des Saturns 1979/80 lebt die Diskussion über die inneren schwer zu beobachtenden Saturnmonde wieder auf. Nachdem die Entdeckung des Mondes Themis durch Pickering 1905 (Umlaufzeit 20^h8) später nicht bestätigt werden konnte, werden jetzt auch Zweifel an der Existenz des innersten Mondes Janus (Dollfuß 1966) geäußert. Die 10 Beobachtungen von Dollfuß wiesen auf eine Umlaufzeit von knapp 18 h hin. 11 zusätzliche, 1966 an der Universität von Arizona (Fountain und Larson) gewonnene Aufnahmen waren z. T. mit dieser Periode, zum Teil jedoch auch mit einer Umlaufzeit eines Satelliten von 16^h65 bei einer Entfernung vom Saturn von 151 300 km vereinbar.

Außer durch erdgebundene Beobachtungen erhofft man in den kommenden Jahren auch weitere Informationen durch die Planetensonden Pioneer XI und Voyager 1 und 2 bei ihren Flügen durch das Saturnsystem.

Sky and Telescope 35 (1978) 4, S. 204

Übersetzung:
H.-J. SCHULZ

Der massenreichste Doppelstern HD 47129

Der vermutlich massenreichste Doppelstern — HD 47129 —, der bisher bekannt ist, wurde von J. B. Hutchings und A. P. Cowley mittels 32 gewonnener Spektrogramme untersucht. Beide Komponenten besitzen annähernd die gleiche Masse, die in beiden Fällen die Sonnenmasse um das 55fache übertrifft. Im Raum zwischen den Komponenten ist heißes, ionisiertes Gas angehaucht, das bei der Linie He II 468,6 nm stark emittiert.

A. Z.

Rise Hvæzd 8/77

Neue Werte für die galileischen Jupitermonde

Auf der Planeten-Sektion der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft i. J. 1976 teilte P. H. Smith die neuesten Werte der vier grossen Jupitermonde mit, die mittels der Sonden Pioneer 10 und 11 gewonnen wurden.

Bez. d. Mondes	Durchmesser in km	Dichte (g/cm ³)
I Io	1818 ± 30	3,54 ± 0,17
II Europa	1528 ± 25	3,26 ± 0,15
III Ganymed	2700 ± 25	1,81 ± 0,05
IV Kallisto	2410 ± 30	1,82 ± 0,07

Für die Monde Io und Europa ändern sich die früheren Werte nicht. Der Durchmesser für Ganymed ist jetzt allerdings um 2% größer, der Durchmesser von Kallisto um 4% kleiner. Bemerkenswert ist der Unterschied der Dichte zwischen den Monden I und II gegenüber den Monden III und IV.

A. Z.

Rise Hvæzd 9/77

Das Budapest Planetarium der TIT (Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse)

Am 20. August 1977, am Feiertage der Verfassung der VR Ungarn, wurde das erste Großplanetarium des Landes eröffnet. Nach längeren Verhandlungen hatte man dem Standort des „Volksarkes“ (Népliget) vor der an dem Abhang des Gellertberges gelegenen Urania-Sternwarte den Vorzug gegeben. Die Verkehrslage im südöstlichen Stadtbereich ist günstig, 7 Straßenbahnen- bzw. Buslinien führen am Volkspark vorbei.

Der Durchmesser der Innenkuppel beträgt 23 m, das Planetariumsgerät stammt vom VEB Carl Zeiss Jena. Das Programm zeigt eine große Vielseitigkeit und wird vor allem den allgemeinbildenden sowie Mittelschulen gerecht, um den Unterricht in den Fächern Geographie und Physik zu unterstützen. Astronomie ist in der VR Ungarn kein Unterrichtsfach, die entsprechende Thematik wird in den Fächern Geographie, Physik sowie in Mathematik behandelt. Die Vornachmittagsveranstaltungen sind speziell für die Schulklassen vorgesehen. Die Nachmittags- und Abendveranstaltungen dauern etwa 45 bis 50 Minuten.

Die Leitung des Planetariums Budapest liegt in den Händen von Herrn Ponori Thewrewk Aurél, der über eine jahrelange Erfahrung auf dem Gebiete der populären Arbeit sowie der Amateurastronomie in der Urania-Sternwarte Budapest verfügt.

A. Z.

„föld és ég“, 1977, Nr. 8 und 10
Übersetzt von A. Metschies

Bildet der Stern MWC 349 ein Planetensystem?

Dieser schwache Stern im Schwan besitzt nach Mitteilung des Steward Obs. (Arizona) und des Ames Research Center der NASA eine neblige Scheibe.

MWC 349 wurde 1930 auf dem Mt. Wilson als B-Stern der Helligkeit 13^m2 mit breiten Wasserstoff- und Heliumlinien (Absorption) entdeckt. 1941 war er nach O. Struve und Swings schwächer als 14. Größe, das Spektrum entsprach einem hoch angeregten Objekt, das durch interstellaren Staub gerötet und um etwa 10 Größenklassen geschwächt war.

Die neuen Beobachtungen wurden im Infraroten am Steward Obs. und mit dem fliegenden Kuiper Obs. angestellt. Danach besitzt der Stern die 10fache Größe und die 30fache Masse der Sonne. Er ist sehr jung, eventuell erst 1000 Jahre und besitzt eine Lebenserwartung von etwa 100 Mio Jahren.

Nach den Eigentümlichkeiten des Spektrums zu urteilen ist er von einer leuchtenden Gasscheibe umgeben, die den 20-fachen Durchmesser und die 10fache Leuchtkraft des Sternes besitzt. Die Lichtenmission nimmt um etwa 1 % pro Monat ab, da Material aus der Scheibe in den Stern stürzt. Bei dieser Rate wäre die Scheibe in etwa einem Jahrhundert verschwunden. Man nimmt an, daß die leuchtende Scheibe nur der innerste Teil eines umgebenden Gasringes ist. Auf unser Sonnensystem bezogen, läge der leuchtende Ring jenseits der Erdbahn, die nicht leuchtenden Teile jenseits der Plutobahn. Die fortlaufende Beobachtung des Objektes könnte weiteren Aufschluß über die Bildung von Planetensystemen an unserer Sonne und anderen Sternen geben.

Die Entfernung von MWC 349 beträgt etwa 10000 Lichtjahre, seine Position (1950) ist 20°31'0; + 40°29'.

Sky and Telescope 34 (1977) 5, 363

Übersetzung:

H.-J. SCHULZ

Rätsel um den Deimoskrater

Die Oberfläche des Marsmondes Deimos ist gleichmäßig mit einer feinen Sandschicht — ähnlich wie auf dem Erdmond — bedeckt. Die Schicht hat wahrscheinlich eine Stärke von 20 bis 40 m. Zu diesem äußerst überraschenden Ergebnis führten Aufnahmen, welche die amerikanische Sonde Viking 2 zur Erde übermittelte, nachdem sie den Mond in einem Abstand von nur 23 km passiert hatte.

Deimos ist der kleinere der beiden Marsmonde und hat einen Durchmesser von etwa 15 km. Seine Oberfläche hatten sich die Astronomen bisher ähnlich wie die des Marsmondes Phobos (Durchmesser 27 km) vorgestellt. Phobos ist — wie man von Satellitenaufnahmen her weiß — von Kratern übersät. Außerdem ist er von einer Reihe parallellaufender Gräben durchzogen, die man neuerdings als Folge der Gezeitenwirkung deutet.

Auf den neuen Aufnahmen von Deimos sind hingegen nur wenige größere Krater und viele kleinere — unter 50 m Durchmesser — zu erkennen. Die Krater sind weitgehend von sandartigem Material überdeckt.

Warum haben beide Marsmonde so grundsätzlich unterschiedliche Oberflächenstrukturen? Die Frage ist augenblicklich nicht zu beantworten. Deimos ist zu klein, um eine Atmosphäre halten zu können. Folglich kann die gleichmäßige „Sandverteilung“ nicht von Winden verursacht worden sein. Außerdem wäre, wenn die Sandschicht infolge von Meteoriteneinschlägen entstanden sein sollte, der größte Teil des Sandes in den Weltraum geschleudert worden, weil die geringe Schwerkraft des Deimos den Sandstau nicht zurückhalten könnte. Es müssen daher weitere Untersuchungsergebnisse abgewartet werden, um entsprechende Aussagen treffen zu können.

ND 17/18. 12. 77

Noch eine Radiogalaxie

Nach einem Programm während, entdeckte eine internationale Gruppe von Astronomen eine bisher unbekannte Radiogalaxie. Zur Beobachtung benutzten die Wissenschaftler die Teleskope von Vesterbork in Holland und Arecibo in Puerto Rico.

Der Raum, den die Galaxie einnimmt, erreicht 1,7 Megaparsec, was die Größe der bis jetzt bekannten vier Objekte dieser Art um den Faktor zwei übersteigt. Die Galaxie hat eine ungewöhnliche Form, die an den Buchstaben Z erinnert. Gewöhnlich hat die radiostrahlende Materie der Radiogalaxien eine Kontur, die ein wenig den Ohrläppchen des Menschen ähnlich ist, und die an zwei entgegengesetzten Seiten der sichtbaren Galaxie hervorspringen. Man nimmt an, daß diese „Ohren“ Materieströme darstellen, die aus der sichtbaren Galaxie ausfließen. Die Krümmung der gewöhnlichen „Ohrläppchen“ zu Unrissen, die an ein „Z“ erinnern, spricht dafür, daß die ausströmende Materie hier mit der intergalaktischen Materie zusammentrifft, die eine erhöhte Dichte besitzt.

So, wie die ausfließenden Materieströme orientiert sind, nehmen die an den Beobachtungen Beteiligten an, wird die verbreitete Hypothese widerlegt, die die Prozesse des „Ausstoßens“ von Materie aus dem Zentrum der Galaxis als sogenannte „Gravitationschleuder“ oder „Sperre“ erklärt, die von den Wechselwirkungskraften der Schwerkraft und der Rotation der gesamten Galaxie erzeugt wird. Die beteiligten Wissenschaftler vermuten vielmehr, daß für diese Prozesse magnetische Kräfte verantwortlich sind.

Suanie — sila 4/78, S. 46

Übersetzung:

H. HEERDEGEN

Weniger bekannte Finsternis-Zyklen

Neben dem bekannten Saroszyklus gibt es noch weitere Finsterniszyklen, wie Inex, Semester, Hepton, Tritos und schließlich den Metonischen Zyklus. In der astronomischen Literatur findet man hauptsächlich nur den Saros sowie den Metonischen Zyklus. Im vorliegenden Beitrag sollen die Besonderheiten der übrigen Zyklen unter besonderer Berücksichtigung der Sonnenfinsternisse behandelt werden.

Im **Saroszyklus** wiederholen sich die Finsternisse alle 18 Jahre, 10 Tage (11 Tage je nach der Folge der Schaltjahre), 7 Stunden und 43 Minuten. 223 synodische Monate entsprechen 242 drakonitischen Monaten, genauer ausgedrückt: 223 synodische Monate sind 6585 Tage, 7 Stunden, 43 Minuten und 242 drakonitische Monate sind 6585 Tage, 8 Stunden, 34 Minuten. Der Unterschied beträgt demnach nur 51 Minuten, in dieser Zeit verändert sich die Mondstellung am Himmel nur um 48". Für das Zustandekommen einer Sonnenfinsternis darf der Mondabstand vom Knoten nicht mehr als 16'01" betragen. Die Anzahl der Finsternisse in einer Serie ist daher begrenzt, sie umfaßt 68 bis 69 Finsternisse und dauert 1226 bis 1244 Jahre. Jede Serie eines Saroszyklus beginnt mit einer teilweisen Sonnenfinsternis mit einer sehr kleinen Phase an den Polen der Erde (beim aufsteigenden Knoten des Mondes am Südpol, beim absteigenden am Nordpol). Bei den nachfolgenden Saroszyklen nimmt der Grad der Verfinsterung immer mehr zu, und die Finsterniszone verschiebt sich in Richtung Erdäquator. Auf 6 teilweise Sonnenfinsternisse folgen 25 ringförmige, 3 ringförmig-totale und 27 totale Finsternisse. Die Serie wird mit 7 teilweisen Finsternissen abgeschlossen, der Grad der Verfinsterung nimmt jetzt immer mehr ab. Die letzte Finsternis erfolgt auf demjenigen Pol der Erde, der dem Beginn der Finsternisserie gegenüberliegt. Es laufen jeweils 40 bis 41 Sarosserien ab, in jedem Jahrhundert kommen 3 neue hinzu, 3 hören auf. In diesem Jahrzehnt endet eine Sarosserie, die mit einer teilweisen Sonnenfinsternis in der Antarktis am 23. 6. 727 begonnen hatte. Die 60. Finsternis dieser Serie war die teilweise Sonnenfinsternis (Phase: 0,069) vom 22. 7. 1971 im äußersten Nordosten der UdSSR. Diese, auch für historische Forschungen interessante Thematik behandelte Oppolzer in seinem bekannten Werk „Canon der Finsternisse“, Wien 1887.

Der Inex-Zyklus

In einem Zeitraum von 28 Jahren, 345 Tagen und 23 Stunden (358 synodische Monate) wiederholen sich ebenfalls die Finsternisse. Dieser Zeitraum entspricht 388,5 drakonitischen Monaten und ist nur um 12 Minuten kürzer. Die sich daraus ergebenden Finsternisseries sind länger als beim Saros. Eine Serie beim Inex-Zyklus dauert bis zu 9270 Jahren und enthält etwa 320 Sonnenfinsternisse. Zum Unterschied von einer Sarosserie beginnt eine Serie des Inex-Zyklus bei beiden Knoten, d. h. daß die erste Finsternis auf dem Nordpol, die zweite auf dem Südpol, die dritte wiederum auf der nördlichen Halbkugel usw. zu beobachten ist, wie es die nachstehende Übersicht zeigt:

Datum	Finsternis	Gebiet	Knoten
6. 5. 1845	ringförmig	Arktis	absteigend
16. 4. 1874	total	Antarktis	aufsteigend
20. 3. 1903	ringförmig	Sibirien	absteigend
7. 3. 1932	ringförmig	Antarktis	aufsteigend
16. 2. 1961	total	Europa	absteigend*)
26. 1. 1990	ringförmig	Antarktis	aufsteigend

*) Die Totalitätszone verlief durch Mittelitalien, bei uns war diese Sonnenfinsternis partiell.

Sidney van den Berg wies nach, daß das zeitliche Intervall zwischen zwei beliebigen Finsternissen durch folgende Beziehung ausgedrückt werden kann: $t = m \cdot s + n \cdot i$
[s: Länge des Saros (223 synod. Monate), i: Länge des Inex-Zyklus (358 synod. Monate), m, n: ganze Zahlen (positiv, negativ oder gleich null)].

Beim **Semester-Zyklus** gilt folgende Beziehung: $t = 5i - 8s$. In diesem Zyklus wiederholen sich die Finsternisse alle 6 synodische Monate, auch beginnen sie wie beim Inex-Zyklus bei beiden Knoten. Die Serien dieses Zyklus umfassen niemals mehr als 7 oder 8 Finsternisse, die mit einer teilweisen Finsternis auf den Polen der Erde beginnen. Auch hier wandert die Finsterniszone in Richtung Erdäquator. Die in der Mitte liegenden Finsternisse sind ringförmig oder total, wie aus der Übersicht zu ersehen ist:

Sonnenfinsternisse

Datum	Finsternis	Gebiet
22. 7. 1971	teilweise	Nordhalbkugel
16. 1. 1972	ringförmig	Südhalbkugel
10. 7. 1972	total	Nordhalbkugel
4. 1. 1973	ringförmig	Südhalbkugel
30. 6. 1973	total	Äquatorgebiet
24. 12. 1973	ringförmig	Äquatorgebiet
20. 6. 1974	total	Südhalbkugel
13. 12. 1974	teilweise	Nordhalbkugel

Mondfinsternisse

Datum	Finsternis	Größe (Bedeckungsphase)
15. 6. 1973	Halbschatten	0,50
10. 12. 1973	Kernschatten	0,11 (partiell)
4. 6. 1974	Kernschatten	0,83 (partiell)
20. 11. 1974	Kernschatten	1,29 (total)
25. 5. 1975	Kernschatten	1,46 (total)
18. 11. 1975	Kernschatten	1,07 (total)
13. 5. 1976	Kernschatten	0,13 (partiell)
6. 11. 1976	Halbschatten	0,86

Die partielle Sonnenfinsternis vom 11. 5. 1975 eröffnete eine neue Semester-Serie, die durch die partielle Sonnenfinsternis vom 2. 10. 1978 beendet wird.

Der Hepton-Zyklus

Hier gilt die Beziehung $t = 5s - 3i$ und umfaßt eine Periode von 3,32 Jahren (41 synodische Monate). Die ganze Serie eines solchen Zyklus dauert 40 bis 43 Jahre mit 13 bis 14 Sonnenfinsternissen. Jede Serie im Hepton-Zyklus beginnt ebenfalls bei beiden Knoten, es bilden sich in einer Serie zwei Gruppen von Finsternissen heraus. Die erste Gruppe wandert von Norden nach Süden, die zweite Gruppe von Süden nach Norden. In der Mitte der Serie überlagern sich beide, wie aus der Übersicht zu ersehen ist:

Datum	Finsternis	Gebiet	Abstand
30. 8. 1924	partiell	Nordhalbkugel	+1,31
24. 12. 1927	partiell	Südhalbkugel	-1,24
18. 4. 1931	partiell	Nordhalbkugel	+1,26
10. 8. 1934	ringförmig	Südhalbkugel	-0,69
2. 12. 1937	ringförmig	Äquatorgebiet	+0,44
27. 3. 1941	ringförmig	Äquatorgebiet	-0,50
Überschneidung			
20. 7. 1944	ringförmig	Äquatorgebiet	-0,03
12. 11. 1947	ringförmig	Äquatorgebiet	+0,37
7. 3. 1951	ringförmig	Äquatorgebiet	-0,24
30. 6. 1954	total	Nordhalbkugel	+0,61
23. 10. 1957	total	Südhalbkugel	-1,09
15. 2. 1961	total	Nordhalbkugel	+0,86
10. 6. 1964	partiell	Südhalbkugel	-1,14

In der letzten Spalte ist der Minimalabstand der Achse des Mondschattens vom Erdmittelpunkt in Einheiten des Erdäquatordurchmessers angegeben. Die Vorzeichen richten sich nach der Lage der Schattenachse (nördlich vom Erdmittelpunkt: +, südlich davon: -).

Für den Triton-Zyklus gilt $t = i - s$. Hierbei geht es um eine Periode von 10 Jahren und 11 Monaten. In dieser Zeit bewegt sich der Mond um $+0^{\circ}31'$ entgegen dem Knoten und um $-2^{\circ}30'$ gegenüber dem Hepton-Zyklus. Die Finsternisseries innerhalb eines Triton-Zyklus sind daher umfangreicher und treten 60mal auf. Eine ganze Serie dauert mehr als 7 Jahrhunderte. Der ganze Zyklus vollzieht sich nicht in der gewohnten Folgerichtigkeit. Besonders zu Beginn der Serie treten einige „nicht wirkliche“ Finsternisse auf. In der nachfolgenden Übersicht kann man feststellen, daß in der Serie dieses Zyklus die Finsternisse der Jahre 1851, 1873 und 1884 nicht eintreten konnten. Die Achse des Mondschattens verlief dicht an der Erdoberfläche.

Datum	Finsternis	Gebiet	Abstand
25. 3. 1819	partiell	Südhalbkugel	-1,47
23. 2. 1830	partiell	Nordhalbkugel	+1,37
22. 1. 1841	partiell	Südhalbkugel	-1,65
22. 12. 1851	keine	(Nordhalbkugel)	+1,59
21. 11. 1862	partiell	Südhalbkugel	-1,51
21. 10. 1873	keine	(Nordhalbkugel)	+1,67
19. 9. 1884	keine	(Südhalbkugel)	-1,65
20. 8. 1895	partiell	Nordhalbkugel	+1,39
21. 7. 1906	partiell	Südhalbkugel	-1,36
19. 6. 1917	partiell	Nordhalbkugel	+1,29
19. 5. 1928	total	Südhalbkugel	-1,01
19. 4. 1939	ringförmig	Nordhalbkugel	+0,94
18. 3. 1950	ringförmig	Südhalbkugel	-1,00
15. 2. 1961	total	Nordhalbkugel	+0,88
16. 1. 1972	ringförmig	Südhalbkugel	-0,94

Der Metonische Zyklus (benannt nach dem im 5. Jahrhundert v. u. Z. lebenden griechischen Astronomen und Mathematiker) umfaßt eine Periode von 19 Jahren. In dieser Zeit wiederholen sich die gleichen Mondphasen mit einer Genauigkeit von 1 Tag. Für eine Finsternisserie im Metonischen Zyklus gilt: $t = 10i - 15s$. Zu ihr gehören 5, mitunter auch nur 4 Finsternisse:

Datum	Finsternis	Gebiet
15. 2. 1942	keine	-
15. 2. 1961	total	Südeuropa, UdSSR
16. 2. 1980	total	Afrika, Indien
16. 2. 1999	ringförmig	Australien
15. 2. 2018	partiell	Antarktis
16. 2. 2037	keine	-

Übersetzt und gekürzt nach „Menej známe cykly opakovania zatmení“ von Marián Dujnič in Ríše Hvezd 1977, Nr. 9.

A. ZENKERT

Katalog der irdischen Meteoritenkrater

Der Katalog ist zugleich als Veröffentlichung der Sternwarte Pulsnitz Nr. 12 erschienen und somit zugänglich. Es handelt sich um die Zusammenstellung aller Meteoritenkrater, die unter dem Titel „Catalogue of 230 Meteorite Craters, thereto of 78 erroneous objects“ in „Meteoritics“, der Zeitschrift der (US-amerikanischen) Gesellschaft für Meteoritenkunde, Band 12, 1977, S. 61–78, von J. Classen herausgebracht wurde. Der Autor, bekannt u. a. durch seine große Meteoritensammlung, stellt darin die Meteoritenkrater in Tabellenform, geordnet nach Erdteilen und innerhalb derer nach der geographischen Länge, zusammen. Beigefügt sind u. a. Angaben über die geographische Lage, die Größe, Tiefe und Zahl der Einzelkrater, über den Grad der Gewährtheit des meteoritischen Ursprungs, das Jahr der Entdeckung und das Alter der Krater sowie die jeweiligen Literaturangaben.

Die Entdeckung der Meteoritenkrater auf der Erde datiert vom Jahre 1905 mit dem allgemein bekannt gewordenen großen Krater von Arizona/USA. In den darauf folgenden 50 Jahren stieg die Zahl auf 55 mehr oder weniger sichere Objekte an. Erst danach wurde die Suche nach Meteoritenkratern intensiv und, wie aus dem Katalog hervorgeht, mit großem Erfolg betrieben. Sie ist noch keineswegs abgeschlossen. Die vorliegende Übersicht ist für alle, die sich für dieses kosmische Phänomen interessieren, sehr nützlich.

G. HOPPE

J. Classen, Katalog der irdischen Meteoritenkrater.

Unsere Autoren:

Siegfried Kappelmeyer, 1502 Potsdam-Babelsberg, Fontanestraße
Dr. Paul Ahnert, 64 Sonneberg, Sternwarte
Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17
Gerd Renner, 6501 Crimla Nr. 1
Bernd Hübel, 301 Magdeburg, Gutenbergstraße 8
Bernd Reimann, 1054 Berlin, Schönhauser Allee 177b
Frank Rümmler, 4851 Nessel, Nr. 29
Siegfried Seliger, 8055 Dresden, Barfußweg 4
Jürgen Schulz, 5211 Kirchheim, Nr. 49
Dietmar Röhme, 4851 Nessel, Nr. 11
Karl Kirsch, 69 Jena, Dreißerstraße 39
Jürgen Rendel, 15 Potsdam, Fichtestraße 5
Hans Heerdegen, 92 Freiberg, Franz-Kögler-Ring 11
H.-J. Schulz, 8055 Dresden, Pilsnitzer Landstraße 141
Prof. Dr. G. Hoppe, 104 Berlin, Invalidenstraße 43

PZV 31052

EVP 1,50 M

5¹⁹⁷⁸ Astronomie und Raumfahrt



INHALT

Der erste DDR-Kosmonaut hat die Erde umrundet · Karl-Hein Neumann	129
Unterwegs zur Venus · Horst Hoffmann	130
Die Novae · Dipl.-Phys. Wolfgang Häupl	131
Die Voyager-Missionen · Dr. D. Möhlmann	139
Die Planetensichtbarkeit 1979 · Heinz Albert	3. Umschlagseite

Bildseiten

Ringnebel – Jagdhundenebel – Dreiecksnebel – Hantelnebel – Andromedanebel – M 37 – Lagunennebel und Trifidnebel – Die Ringgebirge Arzachel, Alphonsus und Ptolemäus. Zum Beitrag S. 153 „10 Jahre Volkssternwarte Zittau“	I–IV
---	------

Amateure beobachten und berichten

Sonnenbeobachtungen des Amateurastronomen · W. Schulze	145
Berechnete Zeiten (MEZ) von Ein- und Austritten von Mondformationen während der partiell- len Mondfinsternis am 13. März 1979 · Heinz Albert	150
Konjunktionen von Planeten und kleinen Planeten mit hellen Sternen im Jahre 1979 Dietmar Böhme	151
Arbeitskreis „Veränderliche Sterne · Helmut Busch	153
Wettbewerb des ZFA Astronomie, fünfte Aufgabe	152
Einige spezielle astronomische Ereignisse im Jahre 1979 · Arnold Zenkert	152
Zehn Jahre Volkssternwarte Zittau · Gudrun und Dietmar Kittä	153

Junge Amateure

Astronomie unterm Dach · Joachim Kleffe	154
---	-----

Aus der Literatur

Die Herkunft der Kometen	155
Das Seufzen des Mondes – Einschläge von Meteoriten – Quasarmodelle	156
Weitere Röntgensterne – Der Satellit, der um eine „Mulde“ kreist – VLA beginnt mit der Arbeit	157
Doppelstern mit Planeten? – Die Erde hat viele Dellen – Ballonsode mißt Magnetfeld – Die Rotation des Uranus – Zwei ungewöhnliche Kleinplaneten – Neutraler Wasserstoff um M 81 und M 82	158
Ein bemerkenswertes BL-Lacertae-Objekt – Internationaler Infrarot-Astronomiesatellit – Neue Fotos von 30 Doradus – Eine neue Periode im Röntgendoppelstern Cyg X 1? – Zwei Schalen in Cas A – Neptun ist heller geworden	159
Der Streit um die Hubble-Konstante geht weiter – Betrachtungen zum Maunder-Minimum der Sonnenaktivität	160

Buchbesprechungen

Aus dem Leben eines Weltraumpioniers – Yuri Gagarin	160
S. P. Koroljow	4. Umschlagseite

Redaktionschluß: 15.7. (15.9.) 1978

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. – Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur, Astronomie), 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium; OL Heinz Albert (Amateure beobachten und berichten), 963 Cirmnitzschau, Straße der Jugend 8; Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17; Bernd Zill (Junge Amateure), Pionier- und Volkssternwarte 9412 Schneeberg; Karl-Heinz Neumann (Raumfahrt), 1297 Zepernick, Heinestraße 90; Artur Hockauf (verantwortlicher Redakteur), 1157 Berlin, Marksburgstraße 13, Redaktionssitz: 101 Berlin, Hessesche Straße 11/12. Fernsprecher 2829744.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Manuskripte werden nur in doppelter Ausfertigung (mit Durchschlag) angenommen.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena.

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1978 mit 6 Hefen. Bezugspreis im Abonnement, zweimanatlich (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 erste DDR-Kosmonaut hat die Erde umrundet

KARL-HEINZ-NEUMANN

Der 26. August 1978 wird als ein historisches Datum in die Geschichte unseres Arbeiter-und-Bauernstaates eingehen. Dank der großzügigen Hilfe der Sowjetunion war es möglich, daß erstmalig ein DDR-Bürger, Oberstleutnant Sigmund Jähn, in den kosmischen Raum vorstoßen konnte. Die Sowjetunion hatte die Ausbildung unseres Forschungskosmonauten übernommen, die Trägerrakete und das Raumschiff Sojus 31 zur Verfügung gestellt. Jähn startete zusammen mit seinem sowjetischen Kommandanten Oberst Waleri Bykowski am 26. August 1978 um 15.51 Uhr MEZ (alle folgenden Zeiten in MEZ) vom Kosmodrom Baikonur in Kasachstan. Dieses bemannte Raumflugunternehmen erfolgte im Rahmen des Interkosmos-Programms.

Neun Minuten nach dem Start erreichte das Raumschiff nach Brennschluß der letzten Raketenstufe seine erste Erdumlaufbahn. Bei 51,6 Grad Bahnneigung (sie wurde während des gesamten weiteren Einsatzes nicht verändert) betrug die anfängliche Umlaufzeit 88,6 Minuten. Die Flughöhe lag zwischen 196,6 und 243,7 km.

Für die Funksprechverbindung mit der Erde wurde der Codename „Jastrib“ (deutsch: Habicht) verwendet. Beim Einlauf in die Erdsatellitenbahn betrug der Abstand zur Raumstation Salut 6 noch rd. 10000 km. Die beiden Kosmonauten gingen zunächst daran, ihre Raumzüge abzulegen, was etwa 1 1/2 Stunden in Anspruch nahm. Danach wurden sämtliche Systeme des Raumschiffes überprüft. Gegen 19.40 Uhr nahmen die Kosmonauten ein kleines Mittagessen ein. Kurz nach 20 Uhr erfolgte eine erste Bahnkorrektur. Eine zweite Bahnkorrektur war nach 2 1/2 Stunden abgeschlossen. Gegen 23 Uhr nahmen die Kosmonauten das Abendessen ein und gegen halb eins des nächsten Tages begaben sie sich zur Nachtruhe.

Bei ihrer 13. Erdumkreisung, am 27. August gegen 11 Uhr, nahmen Bykowski und Jähn das Frühstück ein. Der Abstand zwischen Sojus 31 und der Station Salut 6 betrug noch 3500 km. Es erfolgten noch zwei weitere Bahnkorrekturen, die das Raumschiff bis auf 10 km Abstand an die Station heranbrachten. Danach übernahmen automatische Steuerungsanlagen die weitere Annäherung. Die Kopplung mit Salut 6 erfolgte um 17.38 Uhr. Nachdem die Dichtheit des Kopplungsaggregats überprüft war, die Systeme von Salut 6 und Sojus 31 zusammengeschaltet und die Atmosphären angehängen waren, begann der Umstieg beider Kosmonauten um 20.33 Uhr. Von der Stammbesatzung in Salut 6, Oberst Wladimir Kowaljonok und dem Bordingenieur Alexander Iwantschenkow, wurden sie herzlich empfangen. Die Nachtruhe der vier Kosmonauten begann gegen 1 Uhr des nächsten Tages.

Am 28. August begannen die vier Kosmonauten um 10.30 Uhr mit ihrer Tätigkeit an Bord der Station Salut 6. Der Komplex Sojus 29/Salut 6/Sojus 31 hatte eine Umlaufzeit von 91,4 Minuten und bewegte sich im Höhenbereich zwischen 342 und 360 km um unsere Erde. Zunächst führten die Kosmonauten medizinische Untersuchungen des Herz- und Gefäßsystems mit den Apparaturen Polynom 2, Reograf und Beta durch. Zum Tagesprogramm gehörten weiter Untersuchungen über die Entwicklung von Bakterien und Gewebekulturen, mit Hilfe einer speziellen Stoppuhr aus der DDR, die die Kosmonauten mitgebracht hatten, prüften sie das Zeitempfinden im Zustand der Schwerelosigkeit. Einen großen Teil des Arbeitspensums dieses Tages nahmen fotografische Aufnahmen verschiedener Gebiete der Erdoberfläche und der Weltmeere ein, die durch visuelle Beobachtungen auch unter Benützung eines Feldstechers ergänzt wurden. Es erfolgte ferner das Experiment „Berolina“, bei dem in den Schmelzöfen „Splaw 01“ und „Kristall“ Halbleiterkristalle gezüchtet und andere Halbleitermaterialien aus Stoffen, die sich auf der Erde nicht mischen lassen, erzeugt wurden. Zusätzlich in das Arbeitsprogramm nahmen die Kosmonauten – nach Genehmigung durch das Flugleitzentrum – noch fotografische Arbeiten mit der Multispektralkamera MKF-6m vor.

Um 6 Uhr begann am 29. August der Arbeitstag des kosmischen Quartetts. Die technologischen Experimente mit den Schmelzöfen „Splaw 01“ und „Kristall“ wurden fortgeführt. Beim Experiment „Befragung“ mußten die Kosmonauten eine Reihe von Fragen schriftlich beantworten, die von Psychologen vorbereitet worden waren. Weitere Untersuchungen über Stoffwechsel und Bakterienwachstum folgten. Bykowski und Jähn begannen dann mit dem Umladen der Konturensessel, der persönlichen Gegenstände und ihrer Raumzüge von Sojus 31 in Sojus 29, welches für ihre Rückkehr zur Erde vorgesehen war.

Der Arbeitstag am 31. August begann um 6.00 Uhr. Einen großen Teil der Zeit nahm an diesem Tage die Arbeit mit der MKF-6 ein. Über verschiedenen Erdteilen und Ozeangebieten wurden drei Aufnahmegeräte gemacht. Die Hörempfindlichkeit der Kosmonauten ist beim Experiment „Audio“ gemessen worden. Im Schmelzofen „Splaw“ erfolgte die Herstellung verschiedener spezieller Glasarten im Rahmen des Experiments „Glas“.

Um 6.45 Uhr begann am 31. August der neue Arbeitstag für die Kosmonauten. Insgesamt 5 Stunden wurde an diesem Tage die Erde fotografiert, sowohl mit der MKF-6 sowie im Rahmen des Experiments „Biosphäre“ mit der Pentagon six m und der Praktika EE2. Auch die biologischen Experimente über das Bakterienwachstum wurden fortgeführt. Neben medizinischen Kontrollen erfolgte das Experiment „Sprache“ und „Geschmack“. Auch das Experiment „Berolina“ wurde fortgeführt. Bei ihren Arbeiten an diesem Tage fotografierten die Kosmonauten den pazifischen Zyklon „Esther“, der nach Meinung der Meteorologen sich in Auflösung befinden sollte. Die Kosmonauten stellten allerdings fest, daß er sich noch nicht auflöste. Sie beobachteten ferner über Kalifornien den Zyklon „Christie“. Entdeckt wurde über den Philippinen ein noch namenloser Zyklon. Bei Ozeanbeobachtungen konnte vor der Küste von Nordwestafrika eine auffällige Wasserfärbung festgestellt werden, die auf Planktonkonzentrationen hinweist. Über dem Roten Meer sahen sie rötlich gefärbte Staubwolken. Ein Polarlicht konnte beobachtet werden, welche sich äquatorwärts bewegte.

Am 1. September begann die Tätigkeit der Kosmonauten wiederum um 6.00 Uhr. Die Erdbeobachtungen und Erdfotos mit der Multispektralkamera wurden fortgesetzt. Bei Madagaskar entdeckten die Kosmonauten eine ungewöhnliche Wasserfärbung. Im Rahmen des Experiments „Berolina 2“ stellten sie Kristalle der Verbindung Wismut-Antimon her. Dann begannen die Kosmonauten mit dem Verstauen des zur Erde zurückzubringenden Forschungsmaterials in Sojus 29. Müll wurde in der Orbitalsektion von Sojus 29 untergebracht.

Am 2. September erfolgten die letzten gemeinsamen Experimente in der Raumstation Salut 6. Das Verladen der Fracht in Sojus 29 wurde abgeschlossen. Bykowski und Jähn überprüften das Orientierungs- und Steuerungssystem des Raumschiffes. Sie führten ferner eine Kontrollzündung der Triebwerke von Sojus 29 durch.

Am 3. September um 6.15 Uhr stiegen die Kosmonauten Bykowski und Jähn in das Raumschiff Sojus 29 um. Nach einer Überprüfung aller Systeme erfolgte um 9.20 Uhr die Abkopplung von der Raumstation Salut 6. Der Kosmonaut Jähn fotografierte dabei die Raumstation, von der sie sich langsam entfernten. Nach etwas mehr als einem weiteren Erdumlauf und einer Bahnänderung wurde um 11.52 das Bremsstrahlwerk über dem Atlantik gezündet. Die Brennzeit betrug 215,3 Sekunden. Damit wurde die Geschwindigkeit um 135 Meter pro Sekunde herabgesetzt. In 120 km Höhe erfolgte die Trennung der Orbitalsektion und des Versorgungsteils des Raumschiffes. Gegen 12.16 Uhr erfolgte der Eintritt in die dichteren Schichten der Atmosphäre. Im Höhenbereich von 70 bis 65 km begann dann für 4 Minuten der Ausfall der Funkverbindung. Um 12.23 Uhr war der Funkkontakt mit der Bodenleitstelle wieder hergestellt. Um 12.25 Uhr wurde der Hauptfallschirm mit 1000 Quadratmeter Fläche eingesetzt. Die Landung erfolgte um 12.40 Uhr 140 km südöstlich von Dscheskasgan in Kasachstan. Damit fand der erste Raumflug eines DDR-Interkosmonauten seinen erfolgreichen Abschluß.

Unterwegs zur Venus

Am 9. Sept. 1978 gelangte mit Venus 11 die 50. interplanetare automatische Station der Sowjetunion auf ihre kosmische Bahn. Mehr als die Hälfte dieser Sonden hatte den Mond zum Ziel; die anderen flogen zu unseren Nachbarplaneten Venus und Mars oder erforschten den Raum zwischen ihnen.

Venus 11 ist der 1280. Raumflugkörper mit dem Zeichen CCCP. Das bedeutet, jedes 25. Weltraumexperiment der UdSSR gilt der Erforschung des Sonnensystems, unserer Heimat im Universum. Auf dem Umweg über unsere planetaren Nachbarn erwarten die Wissenschaftler auch weiterhin Erkenntnisse über Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des blauen Planeten Erde.

Mit ihren 50 Raumsonden konnte die Sowjetunion 15 Pionierleistungen bei der Erforschung von Mond, Venus und Mars erzielen. Allein auf dem Abend- bzw. Morgenstern, einem Schwerpunkt der Planetenforschung, gelangen ihr fünf Ersttaten; Venus 1 war 1961 die erste interplanetare Station überhaupt; Venus 3 vollführte 1966 den ersten Abstieg in die Atmosphäre; Venus 7

nahm 1970 die ersten Messungen an der Oberfläche vor; Venus 9 schwenkte 1975 in eine Satellitenbahn um unsere Nachbarplaneten ein; die Landekapseln von Venus 9 und Venus 10 schließlich fotografierten erstmals seine Oberfläche.

Auf ihrem Flug wird Venus 11 Charakteristika des Sonnenwindes, der kosmischen Strahlen, der Ultraviolett- und der Röntgenstrahlung im Weltraum messen. Des weiteren sollen Gammastrahlen mit Geräten untersucht werden, die von sowjetischen und französischen Experten entwickelt worden waren.

Fünfmal schickte die Sowjetunion bereits „Einzelgänger“ auf die Raumreise zur Venus und dreimal „Zwillinge“, Stationen, die im Abstand von vier bis sechs Tagen starteten und mit Zeitdifferenzen von einem bis drei Tagen am Ziel eintrafen. Die Reisedauer lag zwischen 97 und 136 Tagen. Venus 11 und die am 14. Sept. gestartete Sonde Venus 12 werden im Dezember die Venus erreichen.

HORST HOFFMANN

1. Allgemeines über Novae

Manchmal, wenn dies auch selten der Fall ist, taucht unerwartet zwischen den uns bekannten Sternkonstellationen, an einer Stelle, an der sich vorher kein auffälliges Objekt befand, ein „Neuer Stern“ — wir wollen ihn Nova nennen — auf. Da diese Objekte innerhalb kurzer Zeit große Helligkeitsschwankungen durchmachen können, ist es schwierig, gute und genügend viele Beobachtungen zu erhalten. Man muß sich nun die Frage stellen, was eine Nova eigentlich ist. Eine Nova ist ein veränderlicher Stern besonderer Art. Seine Helligkeitszunahme kann durchaus $10^m - 13^m$ betragen, was einer Intensitätssteigerung von etwa 10^4 bis $1,6 \times 10^5$ entspricht. Die Bezeichnung „Neuer Stern“ ist streng genommen nicht völlig korrekt, da es sich nicht um ein neues Objekt handelt, sondern um einen vor dem Helligkeitsanstieg existierenden Stern geringer Helligkeit. Das Aufleuchten des Sternes dauert nicht sehr lange. Bereits nach einigen Tagen nimmt seine Helligkeit merklich ab. Dabei ist bemerkenswert, daß sich diese nach Monaten oder Jahren wieder in der Nähe der vor dem Ausbruch herrschenden Helligkeit befindet. Es läßt sich also nicht die Meinung aufrecht erhalten, daß es sich um das Aufleuchten eines völlig erloschenen Sternes handelt. Wir wollen deshalb in weiteren nicht mehr die Bezeichnung „Neuer Stern“ sondern „Nova“ verwenden.

Als typische Novae bezeichnet man die Objekte, die während der Beobachtungsdauer nur einmal aufleuchten. Die Helligkeit muß vor dem Aufleuchten und einige Jahre nach der Maximalhelligkeit konstant sein. Die Novaentwicklung kann anhand der Spektralentwicklung und der Helligkeitsschwankungen untersucht werden. Die Einführung der Novae in eine entsprechende Spektralklassifikation ist nicht einfach, da das Spektrum einer Nova in bestimmten Entwicklungsabschnitten innerhalb kürzester Zeit (z. T. $< 24^h$) völlig anders aufgebaut sein kann. Diese spektralen Änderungen treten meist zum Zeitpunkt der Maximalhelligkeit auf. Mit zunehmender Helligkeitsabnahme stabilisiert sich auch das Novaspektrum. Plötzliche Änderungen treten dann so gut wie nicht mehr auf. Ein wesentliches Merkmal der Nova ist das Aufleuchten von hellen Emissionsbändern mit stark, in Richtung zum violetten Rand des Spektrums, verschobenen Absorptionslinien. Die hellen Bänder existieren so lange, bis der Stern nahezu seine Ausgangshelligkeit wieder erreicht hat. Die sehr stark violett verschobenen Absorptionen werden im Verlauf der Novaentwicklung immer schwächer und verschwinden schließlich nach einigen Tagen bis Wochen völlig.

Nun wollen wir kurz auf die Bezeichnung der Novae zu sprechen kommen. Heute verwendet man im wesentlichen drei verschiedene Nomenklaturen. Die am häufigsten anzutreffende setzt ein N (Nova) vor die lateinische Bezeichnung des Sternbildes, in welchem diese Nova sichtbar wurde. Nach dem Sternbild folgt dann die Jahresangabe, in dem das Helligkeitsmaximum auftrat. Eine im Cygnus 1975 aufgelauchtete Nova erhielt z. B. die Bezeichnung N Cyg 1975. Eine andere Möglichkeit Novae zu bezeichnen ist die, daß man ihnen das Symbol V und eine anschließende Nummer zuordnet, ähnlich der Bezeichnung veränderlicher Sterne. So erhielt die oben genannte Nova außerdem die Bezeichnung V 1500.

Einige andere Novae erhielten ihren Namen von der gleichen Art, wie dies bei veränderlichen Sternen geschah (T Aur, T Cr B).

2. Die verschiedenen Grundtypen der Novae

Die Einteilung der Novae in die verschiedenen Grundtypen erfolgt nach der Schnelligkeit des Helligkeitsabfalles in 4 Gruppen.

Bezeichnung	tägliche Helligkeitsabnahme nach dem Maximum in Größenklassen pro Tag
sehr schnelle N.	$> 0^m2$
schnelle N.	zwischen 0^m19 und 0^m08
langsame N.	zwischen 0^m07 und 0^m01
sehr langsame N.	$< 0^m009$

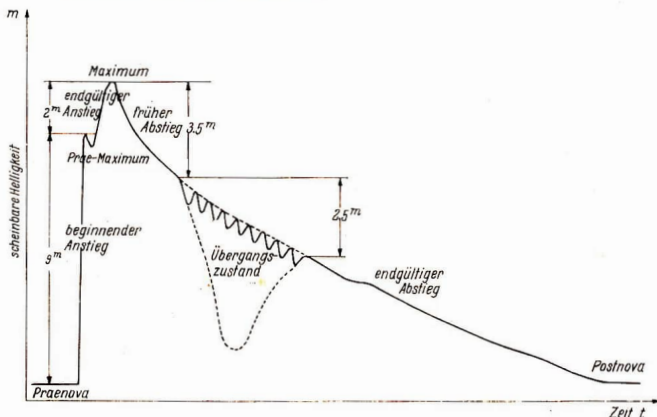
Bei den sehr schnellen Novae ist die Ausgangshelligkeit bereits nach einigen Jahren erreicht. Die sehr langsamen brauchen dafür schon einige Jahrzehnte um den Endzustand, den sogenannten Postnova-zustand zu erreichen.

3. Die Lichtkurve

Die Lichtkurven der schnellen Novae zeigen große Unterschiede zu denen der sehr langsamen. Bei der eingehenden Betrachtung von verschiedenen Lichtkurven ist es offensichtlich, daß es einige wesentliche Gemeinsamkeiten zwischen den verschiedenen Novatypen gibt. Eine der Besonderheiten ist der steile, schnelle Anstieg der Lichtkurven vom Praenovazustand bis zum Helligkeitsmaximum und der daran anschließende wesentlich langsamer verlaufende Helligkeitsabfall bis zum Postnova-zustand. Aus den verschiedenen Novalichtkurven und deren Besonderheiten wurden schematische Lichtkurven entwickelt. Die Kurve, die von Mc. Laughlin 1939 erstmals in dieser Allgemeinheit aufgestellt wurde, ist in Abb. 1 dargestellt. Es wurde davon ausgegangen, die Kurve in spezielle Abschnitte aufzuteilen. Dabei ist zu beachten, daß der steile Anstieg vom Praenovazustand zum Helligkeitsmaximum sehr schwer zu beobachten ist. Der Helligkeitsanstieg von $10^m - 13^m$ ist bei den meisten Novae innerhalb einiger Stunden abgelaufen. Eine noch detailliertere Unterteilung dieses Kurvenabschnittes ist demzufolge nur schwer möglich. Die von Mc. Laughlin angegebene schematische Novalichtkurve ist in 9 Abschnitte unterteilt:

1. **Praenovazustand:** Stern ist meist in der Helligkeit konstant oder schwankt leicht $\approx 1^m - 2^m$
2. **beginnender Anstieg:** nur wenige Novae werden in diesem Zustand beobachtet, weil die Zeitdauer des Helligkeitsanstieges bis zum Praemaximumhalt nie größer als 2–3 Tage war
3. **Praemaximumhalt:** liegt etwa 2^m unter dem Maximum
4. **endgültiger Anstieg (final rise):** die Nova wird noch heller und erreicht das Maximum in einem Tag für schnelle Novae, für langsame dauert dieser Prozeß bis zu einigen Wochen
5. **Maximum:** Maximalhelligkeit erreicht
6. **früher Abstieg (early decline):** für schnelle N. etwa $3^m - 4^m$ Helligkeitsverlust, bei langsamen kann man teilweise noch eine Helligkeitsvariation feststellen
7. **Übergangszustand:** hier treten die größten Unterschiede auf. Es können z. T. größere Helligkeitsschwankungen auftreten. Auch zeitweilige Helligkeitsverluste wurden in diesem Stadium beobachtet. Dieser Zustand endet bei einer Novahelligkeit, die etwa $6^m - 7^m$ unter dem Maximum liegt
8. **endgültiger Abstieg (final decline):** dieser Zustand schließt sich dem Übergangszustand an und zeigt einen stetigen langsamen Helligkeitsverlust bis zum Minimum
9. **Postnova:** einige Novae haben nach dem Erreichen des Minimums eine konstante Helligkeit, während andere Helligkeitsschwankungen von $1^m - 2^m$ in einigen Jahren aufweisen.

Abb. 1: Die schematische Lichtkurve einer Nova.



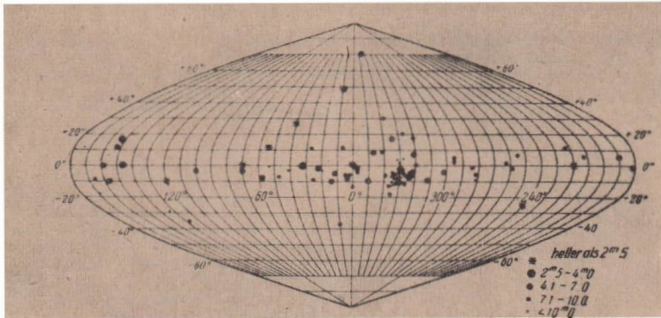


Abb. 2: Die scheinbare Verteilung der Novae in galaktischen Koordinaten (nach Woronzow-Weljaminow, Gasnebel und neue Sterne S. 248).

4. Die scheinbare galaktische Verteilung der Novae

Die Anzahl der Novae in der Galaxis übersteigt bereits beachtlich die hundertste. Betrachtet man die Koordinaten der beobachteten Novae, so ist eine starke Konzentration zum galaktischen Äquator festzustellen und außerdem besteht eine Anhäufung in Richtung des galaktischen Kerns im Sagittarius. Nach Woronzow-Weljaminow liegen von 135, nach diesem Gesichtspunkt untersuchten Novae, 67 innerhalb von $\pm 30^\circ$ galaktischer Breite und einer galaktischen Länge von 100° . Verschiedene Novae, die in höheren galaktischen Breiten auftreten, sind stark umstrittene Objekte. Bei einigen von ihnen ist man sich sogar nicht sicher, ob es sich um Novae handelt.

5. Die Entfernung der Novae

Die Entfernungsbestimmung der Novae mittels trigonometrischer Parallaxen ist sehr ungenau, weil die Entfernungen zu groß sind. Besser ist es, die Entfernung unter Benutzung der interstellaren Kalziumlinien zu ermitteln. Zu diesem Zweck wird der schon seit langem bekannte Zusammenhang zwischen dem Abstand (r) eines Sternes und der Äquivalentbreite (W) der interstellaren Ca-Linien (Münch 1968) benutzt. Der formelmäßige Zusammenhang ist für die N Cyg 1975

$$m_0 - M = 10.4 W(K) + 7.1; \quad m_0 - M = 19.4 W(H) + 6.4.$$

Diese Formel läßt sich ganz allgemein auch für die Entfernungsbestimmung von Novae benutzen, da sie lediglich auf die zwischen dem Objekt und dem Beobachter liegende interstellare Materie aufbaut. Dabei ist zu beachten, daß die lokale Verteilung der interstellaren Materie sehr stark variieren kann, was natürlich zu einer Änderung der W/r Beziehung führen muß. Diese inhomogenen Verteilungen führen zu einem relativ großen Fehler von 20–30 %. Um die Entfernung so genau wie möglich zu bestimmen, sollte die W/r Beziehung speziell für das beobachtete Gebiet bestimmt werden. Auf die anderen noch existierenden Methoden der Entfernungsbestimmung soll hier nicht eingegangen werden, da Interessenten diese in jedem Handbuch der Astrophysik nachlesen können.

6. Die Helligkeitsänderungen von Novae

Die Helligkeitsänderungen sind von Nova zu Nova unterschiedlich. So läuft im allgemeinen der Helligkeitsanstieg vom Praenovazustand bis zur Maximalhelligkeit enorm schnell ab. Zum Beispiel ist die Nova N Per 1901 von $< 11^m$ auf $2^m 7$ in einer Zeit von 27^h hinaufgeschwollen. Die weitere Steigerung vom Praemaximum zum Hauptmaximum lief dann etwas langsamer ab. Ein derart schneller Anstieg ist nicht die Regel, es kommt auch vor, daß Novae bis zum Erreichen ihres Maximums einige Tage benötigen. Jedoch gilt immer, daß die Geschwindigkeit des Helligkeitsanstieges bis zum Maximum wesentlich größer ist als die Abstiegsgeschwindigkeit. Eine andere wichtige Frage ist die, ob eventuell die Novae vor ihrem plötzlichen Helligkeitsanstieg veränderlich waren. Man kann hier keine eindeutige Antwort erbringen, da festgestellt wurde, daß einige durchaus merkliche Helligkeitsände-

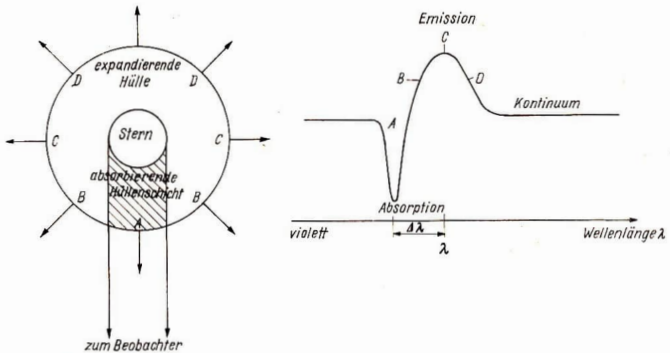


Abb. 3: Die Abb. zeigt, wie man sich die Entstehung der Absorptions- und Emissionslinien vorzustellen hat.

rungen besaßen, andere jedoch keine aufweisen konnten. Außerdem ist die Form des Maximums bei den verschiedenen Novae sehr unterschiedlich. Bei manchen Lichtkurven wurde neben einem ersten Maximum ein zweites mit fast der gleichen Helligkeit festgestellt. Andere Novae besaßen wieder ein sehr steil abfallendes Maximum im Abstiegsgebiet der Lichtkurve. Bei anderen Novae ist das Helligkeitsmaximum sehr flach und die Helligkeit schwankt während dieser Zeit sehr stark. Man kann also kein generelles Rezept für die Helligkeitsschwankungen angeben.

Je mehr Zeit nach dem Helligkeitsmaximum vergangen ist, umso langsamer nimmt die Helligkeit der Nova ab. In der Nähe der Ausgangshelligkeit ist die Helligkeitsabnahme besonders langsam. Jedoch ist auch das Erreichen des Postnovazustandes sehr unterschiedlich und kann vom Maximum aus gerechnet durchaus Jahre betragen. Alle diese Helligkeitsänderungen sind zum Teil mit Veränderungen im Spektrum verbunden. Weiterhin ist aus den bisherigen Novabeobachtungen der Schluß zu ziehen, daß eventuell Novae, die im Praenovazustand Sterne mit konstanter Helligkeit waren, auch im Postnovazustand beständig werden; veränderliche Sterne vor dem Novaausbruch werden im Postnovazustand auch wieder Veränderliche sein. Jedoch ist nicht zu vergessen, daß die Novabeobachtungen aus den verschiedenen Epochen, nicht immer uneingeschränkt verglichen werden dürfen, da die verschiedenen Messungen unterschiedliche Genauigkeiten besitzen.

7. Die spektrale Entwicklung einer Nova

Der Ablauf der Novaentwicklung läßt sich wesentlich besser anhand von Spektren nachvollziehen. Aus den Besonderheiten im Spektrum lassen sich dann in Verbindung mit der Lichtkurve Deutungsmöglichkeiten für die dort ablaufenden Vorgänge angeben.

Die spektrale Untersuchung einer Nova beginnt meist erst in der Nähe des Helligkeitsmaximums. Der Grund dafür ist die schnelle Entwicklung vom Praenovazustand zum Maximum. Anders liegt der Fall bei der Bestimmung der Lichtkurve. Unter Zuhilfenahme von älteren Photoplatten des entsprechenden Himmelsausschnittes, läßt sich dann die Helligkeit der Nova im Praenovazustand angeben. Nur in einigen wenigen Fällen wurden nicht wiederkehrende Novae vor ihrem Helligkeitsanstieg spektral beobachtet. Ausnahmslos waren diese Aufnahmen mit Objektivrismen gewonnen worden. Der aus diesen Platten gewinnbare Informationsgehalt ist jedoch nicht sehr groß.

Die Novae, die in ihrem frühen Entwicklungszustand (Prae-Maximum bis Hauptmaximum) beobachtet wurden, waren meist vom frühen Spektraltyp, deren Absorptionslinien in Richtung kürzerer Wellenlängen verschoben waren. Das während der ersten Phase bis einige Tage nach dem Maximum aufgenommene Spektrum wird das Praemaximumspektrum genannt. Einige von ihnen werden als pekuliäre B-Typen klassifiziert, andere waren denen der frühen A-Typen ähnlich. Es kamen aber auch bereits Novae vor, die in diesem frühen Entwicklungsstadium als frühe F-Spektren erkannt wurden. Ein Emissionsspektrum, das den Absorptionen zugeordnet werden kann, ist meist nicht oder

nur ganz schwach ausgebildet. Bereits mit dem Verlassen des Maximums ist das Spektrum in ein typisches Novaspektrum übergegangen, das durch die hellen Linien charakterisiert wird.

Diese nahezu symmetrisch um ihre Normallage aufgespaltenen Linien werden auf ihrer kurzwelligen Seite von starken Absorptionen unterbrochen. Jedoch ist die Verschiebung in violette Richtung stärker als beim Praemaximumspektrum. Die Emissionen, die in diesem, dem sogenannten Hauptspektrum auftreten, sind die des Wasserstoffs und einiger Metalle. Zu diesen kommen dann noch die Emissionen des Sauerstoffs [OI] bei 5877 Å, 6300 Å und 6368 Å und [N II] bei 5755 Å dazu. Die Intensitäten dieser Linien unterscheiden sich von Nova zu Nova sehr stark.

Im Anschluß an das Hauptspektrum entsteht das diffuse Funkspektrum. Dieses wird durch sehr starke unscharfe Wasserstoff- und einmal ionisierte Metallabsorptionen (Fe II, Mg II, Ca II) gekennzeichnet. Diese Absorptionen besitzen eine noch größere Linienverschiebung, als dies bei dem Hauptspektrum der Fall war. Im Laufe der Zeit werden die Linien schärfer und spalten dann oft in mehrere, meist symmetrisch um die Nullage liegende Komponenten auf. (Abb. 4) Grundlegend unterscheidet sich das Hauptspektrum vom diffusen Funkspektrum kaum. Lediglich die Wasserstoffemissionen und die Linien des neutralen Sauerstoffs sind sehr stark.

Nachdem diffuse Absorptionslinien des ionisierten Sauerstoffs und Stickstoffs in der Nähe von 5680 Å und die Heliumlinien bei 4026 Å und 4471 Å aufgetreten sind, spricht man vom Orionspektrum, da diese Absorptionen ebenfalls für den Orionnebel charakteristisch sind.

Das an das Orionspektrum anschließende nennt man das 4640 Å Stadium. Dieses Absorptionsspektrum wird durch die Absorptionen des N III bei 4097 Å und 4103 Å charakterisiert. In diesem Stadium sind auch noch die Linien des Orionspektrums enthalten. Ein bei einer Wellenlänge von 4640 Å liegendes Emissionsband wird den oben genannten Stickstoffabsorptionen zugeordnet. Dieses Band stellt sich als starke Hebung des Kontinuums an dieser Stelle dar. Es rührt von der Überlagerung der O II und N II Emissionen her. Wenn die Nova etwa 4^m unter die Maximalhelligkeit abgesunken ist, beginnt das sogenannte Nebelstadium. Es ist im wesentlichen durch die verbotenen Emissionen des zweimal ionisierten Sauerstoffs [O III] sowie des [Fe II] und des [Ne III] gekennzeichnet. Bei einer Helligkeit von 7^m unter dem Maximum ist das Nebelstadium vollständig entwickelt. Das Spektrum dieses Zustandes ähnelt dem eines planetarischen Nebels. Die am meisten diskutierte Linie dieses Zustandes ist die [Ne III], die sehr stark von Nova zu Nova variieren kann. Bemerkenswert ist noch, daß im Nebelstadium und im 4640 Å-Stadium, das kontinuierliche Spektrum sehr gering ist.

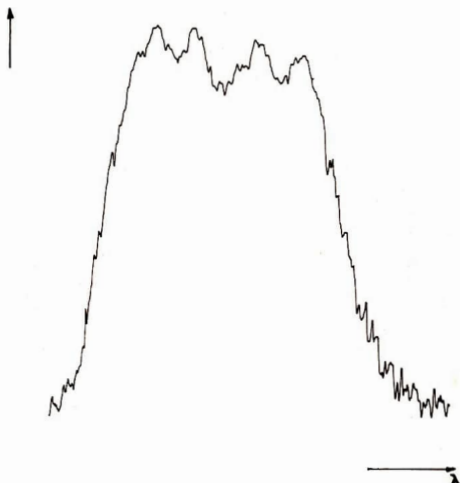


Abb. 4:
In dieser Abb. ist die Registrierung der H_{β} -Linie von N Cyg 1975 (Aufnahmedatum 27. 9. 1975) dargestellt. Man erkennt deutlich die komplizierte Struktur der H_{β} Linie, die sich im Laufe der Zeit sehr stark ändern kann. Das macht es äußerst schwierig, eine alles erklärende Theorie aufzubauen.

Es läßt sich meist nur noch durch sehr lange Belichtungszeiten erhalten. Jedoch sind dann die Emissionslinien sehr stark überbelichtet. Auf Grund der Gestalt der hellen Bänder (z. B. Symmetrie um Nullage) kann man ableiten, daß sie Produkte der expandierenden Hüllen sind. Die vom Zentralstern ausgehende Strahlung muß durch die dichteren abgestoßenen Hüllen hindurch und wird von diesen absorbiert. Diese absorbierte UV-Strahlung regt die Hüllenatome zur Reemission im sichtbaren Spektralbereich an. Die vom Zentralstern im sichtbaren Bereich emittierte Strahlung ist zu energiearm, um die Atome der Hüllen anzuregen und wird demzufolge absorbiert. Der geringe Prozentsatz, der die Hülle passiert, bildet den kontinuierlichen Hintergrund des Spektrums. Das kontinuierliche Spektrum hat einen relativ großen Anteil im UV, was dafür spricht, daß man es mit einem Stern von hoher Temperatur zu tun hat.

Das an das Nebelstadium anschließende Postnova-Spektrum dürfte dem der Praenova ähnlich sein. Die Verschiebung der Absorptionslinien nach der violetten Seite und der plötzliche Helligkeitsanstieg legt die Vermutung nahe, daß sich der Stern bei etwa gleichbleibender Oberflächentemperatur ausdehnt und somit die Leuchtkraft steigt. Die Emissionslinien müssen somit unverschoben, aber verbreitert erscheinen. Die anderen spektralen Eigenschaften, wie z. B. das Ansteigen der Intensität der Emissionen und das Aufspalten von Linien, läßt sich z. T. durch ein Abtrennen der äußeren Hüllenschichten erklären. Aus den Anregungsbedingungen dieser Hüllen (Photosphären) lassen sich ihre Temperaturen ermitteln und aus der Dopplerverschiebung kann auf die Expansionsgeschwindigkeit geschlossen werden. Die Kompliziertheit der Struktur der hellen Bänder zeigt uns, daß dieser Prozeß nicht einfach zu behandeln ist. Es wird sicherlich in den Hüllen zu bestimmten Inhomogenitäten kommen und es werden sich sicherlich auch Hüllen einholen und gegenseitig durchdringen. Alle diese Vorgänge werden entsprechend an der Gestaltung der Linienprofile der hellen Bänder mitwirken.

8. Einiges über die Theorie der Novae

Es wäre in einer solchen Übersichtsarbeit verfehlt, eine Theorie der Novae in allen ihren Einzelheiten darstellen zu wollen. Hier an dieser Stelle soll demzufolge nur auf einige Probleme und Hypothesen eingegangen werden, diese sollen aber auch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es soll hier im wesentlichen auf die Temperaturbestimmung von Novae, die Massen, die beim Aufleuchten von Novae ausgestoßen werden, der Mechanismus des Materieauswurfes und auf die Interpretationsmöglichkeiten der hellen Bänder eingegangen werden. Kommen wir zu dem erstgenannten Punkt, der Temperaturbestimmung der Novae. Hier an dieser Stelle soll die spektralphotometrische Temperatur behandelt werden.

Um die spektralphotometrische Temperatur zu bestimmen, wird die Energieverteilung des Sternspektrums benötigt. Läßt sich diese ausgedetete Strahlung durch das Planck'sche Strahlungsgesetz beschreiben,

$$I(\lambda) = \frac{c^2 h}{\lambda^5 \left(\frac{ch}{e^{\lambda T K}} - 1 \right)}$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit, h das Planck'sche Wirkungsquantum, K die Boltzmannkonstante, λ die Wellenlänge und T die Temperatur sind, dann spricht man davon, daß der Stern wie ein schwarzer Körper strahlt. Zanstra gab im Jahre 1926 ein Verfahren zur Bestimmung der Temperaturen heißer Sterne an, die diffuse Gasnebel zum Leuchten anregen. Die Grundidee besteht darin, daß er die unsichtbare UV Emissionsintensität des Sternes, die durch seine Temperatur bestimmt ist, unter Berücksichtigung der Intensität der Linien des Nebels abschätzt. Um die Temperatur aus der Energieverteilung des Kontinuums abzuleiten, muß ein Vergleich der Energieverteilung im Spektrum mit der einer Vergleichsquelle vorgenommen werden. Zu diesem Zweck wurde ein spektralphotometrischer Gradient G_{AB} abgeleitet. Dieser ist wie folgt definiert:

$$G_{AB} = \frac{\frac{d \ln I_A(\lambda)}{I_B(\lambda)}}{d(1/\lambda)} = 0.921 \frac{d[m_A(\lambda) - m_B(\lambda)]}{d(1/\lambda)}$$

Dabei sind I_A , I_B die Intensität des Spektrums der beiden Objekte (Stern und Vergleichsquelle) bei der gleichen Wellenlänge λ , m_A und m_B sind die gleichen Größen nur in Sterngrößenklassen ausgedrückt. Setzt man nun voraus, daß wir es mit einer ideal schwarzen Strahlung zu tun haben, d. h., daß das Planck'sche Gesetz gilt, kann der Gradient G_{AB} umgeformt werden. Er lautet dann

$$G_{AB} = \frac{c_2}{T_A} (1 - e^{-c_2/\lambda T_A})^{-1} - \frac{c_2}{T_B} (1 - e^{-c_2/\lambda T_B})^{-1}.$$

Führt man nun eine Bezeichnung

$$\varphi(T) = \frac{c_2}{T} (1 - e^{-c_2/T})^{-1}$$

ein und nennt diese absoluter Gradient, dann kann man $\varphi(T_A) = \varphi(T_B) + G_{AB}$ schreiben.

Als Vergleichsquelle benutzt man meist einen anderen Stern, da der Vergleich mit Laboratoriumsquellen sehr kompliziert ist. Die so ermittelte Temperatur hängt aber noch wesentlich, bei ein und demselben G_{AB} , von der Temperatur des Vergleichssterne ab. In der Praxis verwendet man sozusagen als Nullpunkt die AO-Sterne. Da bei diesen aber die Temperaturen zwischen 10000° und 18000° liegen, muß man beachten, daß sich die so ermittelten Temperaturen nur dann vergleichen lassen, wenn sie auf ein und dieselbe Vergleichsgröße reduziert werden. Für Sterne, die im ganzen beobachteten Spektrum wie ein schwarzer Strahler strahlen, ist der $\log I_A/I_B$ eine lineare Funktion von $1/\lambda$, der spektralphotometrische Gradient ist dann der Anstieg der entsprechenden Geraden. Schwierigkeiten und Ungenauigkeiten schleichen sich ein, wenn der Stern nicht wie ein schwarzer Strahler strahlt. Die Temperaturen werden in diesem Fall davon abhängen, in welchem Bereich der Energieverteilung gearbeitet wurde. Die bei den Novae in bestimmten Stadien auftretenden hellen Bänder über dem kontinuierlichen Spektrum, machen die Temperaturbestimmung sehr von der Auffassung des Untersuchenden abhängig. Jedoch muß an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Temperaturbestimmung doch relativ große Umstände bereitet, da die Intensitätsverteilung im Spektrum meist anders ist als die eines ideal schwarzen Körpers.

Im folgenden wollen wir uns mit den Massen, die bei einem Novaausbruch ausgestoßen werden, beschäftigen. Dieses Problem wurde von vielen Forschern behandelt und es entstanden dadurch eine größere Anzahl von Theorien, die zum Teil verschiedene Ausgangspunkte haben.

Durch die Berechnung der von den Novae ausgestoßenen Massen ist es eventuell möglich, Aussagen über die bei diesen Prozessen wirkenden Mechanismen und Kräfte zu machen. Die Ähnlichkeit der Novaspektren, falls der Zentralstern zu sehen ist, mit den Spektren der planetarischen Nebel, läßt nicht unbedingt Masserückschlüsse zu. Der Grund dafür besteht darin, daß die Expansionsgeschwindigkeiten der Novahüllen sehr groß sind, während bei den planetarischen Nebeln diese hohen Geschwindigkeiten nicht beobachtet werden. Der früheste Versuch, die ausgestoßenen Massen zu bestimmen, stammt von Ambarzumian und Kosirew aus dem Jahre 1933. Sie versuchten, die ausgestoßene Masse über eine Schätzung der pro cm^2 der Oberfläche der Hülle, bei der die optische Dicke $\tau \approx 1$ und die Maximalhelligkeit des Sternes auftrat, zu ermitteln. Eine zweite, von den beiden oben genannten Autoren angewandte Methode bestand in der Bestimmung des Zeitpunktes der maximalen Intensität des Heliumbandes $\text{He}^+ 4686 \text{ \AA}$. Dieses Band ist dann zu beobachten, wenn die Temperatur so groß geworden ist, daß das Helium ionisiert werden kann und das UV-Licht des Sternes, das unterhalb der Hauptseriengrenze des ionisierten Heliums liegt, vollständig absorbiert. Die Intensität dieses Bandes wächst mit steigender Temperatur, fällt aber, wenn die optische Dicke der Hülle < 1 wird. Falls der atomare Absorptionskoeffizient $K(\lambda)$ bekannt ist, kann man berechnen, daß die optische Dicke der Hülle 1 ist, falls in dieser $8 \times 10^{17} \text{ He}^+/\text{cm}^2$ vorkommen. Falls nun der Zeitpunkt des Eintretens der Maximalhelligkeit des Bandes und die Expansionsgeschwindigkeit bekannt sind, läßt sich die Anzahl der He^+ -Ionen angeben (neutrale He-Atome werden vernachlässigt). Die Anzahl der He-Kerne wird aus der Ionisationsformel berechnet, wobei als Voraussetzung die Hülle vollständig aus Helium besteht. Aus der Sterntemperatur und einem Faktor der Strahlungsverdünnung läßt sich dann die ausgestoßene Masse ermitteln. Andere Wissenschaftler haben die von ihnen ermittelten absoluten visuellen Helligkeiten der Zentralsterne in den verschiedenen Entwicklungsphasen den ausgestoßenen Massen gegenübergestellt und festgestellt, daß sich diese durch die Formel

$$\mathfrak{M} = 10^{(-0.4 M_{\text{vis}} + 25.5)}$$

darstellen läßt. Die erhaltenen Massen lagen im Bereich von $10^{25} < \mathfrak{M} < 10^{30} \text{ g}$. Bei M_{vis} von $\approx -7^m$ beträgt die Masse $\approx 10^{28} \text{ g}$. Die Ergebnisse der hier dargestellten Theorie und der zahlreichen noch existierenden, die alle mehr oder weniger unabhängig voneinander sind, liefern aber alle eine Masse der Hülle von $10^{28} - 10^{29} \text{ g}$. Jedoch sollen diese Zahlenwerte nicht als unabänderlich hingestellt werden, da eine entscheidende Voraussetzung zur Massebestimmung der Hülle der Ausstoßvorgang dieser ist.

Ein anderes Problem, welches bei den Novaausbrüchen auftritt, ist das: wie soll man sich den Prozeß des Materieausbruches vorstellen? Die allgemein vertretene Auffassung ist die, daß innere Prozesse des Sternes zum Aufleuchten einer Nova führen. Für das Ausstoßen der Materiehüllen wird zu einem großen Anteil der plötzliche Anstieg des Strahlungsdruckes gesehen. Eine relativ einleuchtende Theorie, die den Prozeß des Materieausbruches beschreibt, wurde von Milne angegeben. Andere Autoren, wie z. B. Mc Crea, verfeinerten seine Theorie etwas oder erweiterten diese auf weiter außen liegende Schichten. Um eine Allgemeinverständlichkeit zu wahren, möchte ich hier nur kurz auf die Milne-

schen Argumentationen eingehen. Er geht nicht davon aus, wieso es zum Aufleuchten eines neuen Sternes kommt, sondern stellt fest, daß sich beim Aufleuchten eines Sternes plötzlich seine Helligkeit in der Photosphäre erhöht. Der damit verbundene Anstieg des Strahlungsdruckes transportiert die Atome aus der Sternatmosphäre weg, die vorher durch die gravitative Wirkung des Sterns im Gleichgewicht gehalten wurde. Der für uns sichtbare Beweis ist die allgemeine Verschiebung des Spektrums entsprechend der Dopplerverschiebung in den violetten Bereich. Die Atome erhalten auf diese Art und Weise eine bestimmte Endgeschwindigkeit. Die nachfolgenden Explosionen produzieren die anderen Hüllen. Es ist aber möglich, daß jede dieser einzelnen Hüllen eine zu geringe Geschwindigkeit hat, um eine bemerkbare Absorption hervorzurufen. Je mehr Explosionen auftreten, umso mehr Gase werden sich dann ansammeln, die in ein und demselben Spektralbereich absorbieren. Die auf diese Art entstandenen Absorptionen sind aber nur dann zu bemerken, falls ein großer Teil der Atome die Endgeschwindigkeit erreicht hat. Solange die Mehrzahl der Atome diese Geschwindigkeit nicht erreicht hat, sind die von ihnen hervorgerufenen Absorptionen zu schwach um bemerkt zu werden, da sie auf einen größeren Spektralbereich verteilt sind. Die Theorie gibt nun für diesen einfachen Fall, für die Grenzgeschwindigkeit folgende Formel an:

$$v_{\infty}^2 = v_{\infty}^2 \left[\frac{I_1 - I_0}{I_0} - \frac{V^2}{V_{\infty}^2} \right]$$

wo v_{∞} die parabolische Geschwindigkeit an der Oberfläche des Sterns, V die Geschwindigkeit, die der halben Breite der Absorptionslinie entspricht, I_0 die Intensität im Zentrum der Linie und I_1 des sich anschließenden kontinuierlichen Spektrums ist.

Die Grenzgeschwindigkeit an der Oberfläche des Sterns wird durch folgende Formel

$$V_{\infty}^2 = 2K^2 \frac{M}{r}$$

berechnet. Dabei sind K die Gravitationskonstante, M die Masse und r der Radius des Sterns.

Die großen Unterschiede zwischen den theoretischen Werten und den gemessenen Geschwindigkeiten liegen z. T. an den Voraussetzungen, für die diese Theorie gilt. Es besteht offensichtlich ein gewisser Unterschied zwischen dem Helligkeitsmaximum und dem Ausstoßen der Atome.

9. Schematische Theorie der Konturen der hellen Bänder

Wie bereits im Abschnitt 7 gesagt wurde, erscheinen die hellen Bänder im Spektrum, nachdem die Nova ihre Maximalhelligkeit erreicht hatte. Dieser Effekt läßt sich in diesem Stadium auf zwei verschiedenen Wegen erklären. Die Bildung von hellen Bändern kann entweder als Effekt der schnellen Expansion einer dünnen durchsichtigen Gashülle oder durch ein kontinuierliches Materieausströmen erklärt werden. In beiden Fällen ist die halbe Breite dieses Bandes die größte Radialgeschwindigkeit bezüglich des Beobachters. Die anderen dazwischen liegenden Punkte werden durch die Atome gebildet, die sich unter einem bestimmten Winkel zur Beobachtungsrichtung bewegen. Eine anschauliche Darstellung ist in der Abb. 3 gegeben.

Theoretische Betrachtungen dieses Sachverhaltes sind sehr viele angestellt worden. Hier an dieser Stelle soll nur auf einige grundlegende Gedanken hingewiesen werden. Eine von Chandrasekhar aufgestellte Theorie berücksichtigt die Abschirmung des hinter dem Zentralstern liegenden Hüllenteils und daß die Bänderprofile mit dem Ausstoßmechanismus gekoppelt sind. Die durch die erste Voraussetzung auftretende Asymmetrie des Profils würde aber nicht lange Zeit von bedeutendem Einfluß sein, da die expandierende Materiehülle bereits kurze Zeit nach dem Ausbruch der Nova einen wesentlich größeren Hülldurchmesser hat, als der Sterndurchmesser beträgt. Der Abschirmeffekt würde mit der Zeit sehr stark abnehmen. Daß dieser Effekt vorhanden ist, wird nicht abgestritten, aber man zweifelt an der von Chandrasekhar behaupteten überwiegenden Rolle. Die zweite Voraussetzung ist sicherlich die wesentlichere. Hier sind zwei Hypothesen möglich.

1. Atome werden unter dem Einfluß einer konstanten Kraft ausgestoßen (z. B. Milne Theorie).
2. Die Atome werden durch eine plötzlich auftretende Kraft aus der Sternoberfläche befördert und werden durch den gravitativen Einfluß des Sternes gebremst.

In beiden Fällen ist dies einer Beschleunigung gleichzusetzen, nur mit dem Unterschied, daß es sich bei der Milnethorie um eine beschleunigte und im zweiten Fall um eine verzögerte Bewegung handelt. Im Fall eins wurde für die Expansionsgeschwindigkeit der Hülle folgendes vorausgesetzt:

$$v \approx \sqrt{1-r^{-1}}; \text{ während für den zweiten Fall } v \approx \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{1}{r} - 1\right)}$$

bestimmte Anfangsgeschwindigkeit zu verstehen. Für die Strahlungsintensität nahm man für beide Fälle die Formel $i(r) = r^{-4} v^{\beta-2}$ an (β = Linienformfaktor). Auf eine ausführliche Deutung dieser Größen soll hier nicht eingegangen werden. Es sei lediglich soviel bemerkt, daß die Milnesche Theorie die Beobachtungen besser wiedergibt als die Explosions-theorie, obwohl die letztere erklärbarer ist.

Literatur:

- B. A. Woronzow-Weljaminow: Gasnebel und Neue Sterne, Verlag Kultur und Fortschritt, Berlin 1953.
 I. L. Greenstein: Stellar Atmospheres Vol VI (General Editor G. P. Kuiper). The university of Chicago Press. Chicago and London.
 Milne: On the possibility of the high speed atoms from the sun and stars MN 86, 459, 1926.
 Ambarzumian-Kosirew, N.: Über die Massen der von den neuen Sternen ausgestoßenen Gashüllen. Z f. Ap. 7, 320, 1933.
 Mc Crea, W.: The velocities of matter ejected by novae. Obs. 60, 277, 1937.
 Münch, G.: Nebulae and Interstellar Matter, ed. B. B. Middlehurst and L. H. Aller, The university of Chicago Press, Chicago and London 1968.

Die Voyager-Missionen

Dr. D. MÖHLMANN

1. Vorbemerkung

Im Herbst 1977 ereignete sich eine nur ungefähr alle 150 Jahre wiederkehrende Planetenkonstellation, die es ermöglicht, mit einem nahezu vollständig passiv bewegten Raumfahrzeug fast alle äußeren Planeten unseres Planetensystems innerhalb von etwa zehn Jahren zu erreichen. Mit den Starts der Voyager-Sonden am 20. August 1977 (Voyager 2) und am 5. September 1977 (Voyager 1) wurde diese Möglichkeit genutzt.

Als Folge der etwas stärkeren Startbeschleunigung wird sich Voyager 1 etwas schneller zum Jupiter bewegen und den jupiternächsten Punkt seiner Bahn am 5. März 1979 erreichen (Entfernung etwa 278000 km). Die Experimente zur Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Jupiter-atmosphäre, der Magnetosphäre des Jupiter und einiger seiner Monde erfolgt beginnend mit dem 15. Dezember 1978 bis zum April 1979. Am 20. April 1979 beginnt dann Voyager 2 mit analogen Beobachtungen des Jupiter und seiner Umgebung. Am 10. Juli 1979 erreicht Voyager 2 den jupiternächsten Punkt seiner Bahn (Entfernung 643000 km). Weitere Messungen werden dann noch bis in den August 1979 hinein erfolgen.

Da die Sonden während der Annäherung an den Jupiter ständig beschleunigt werden, erreichen sie in der Nähe der großen Planeten eine sehr hohe Geschwindigkeit. Durch dieses „Schwungholen“ wird die Flugdauer der Sonden sehr stark verkürzt. Durch eine entsprechende Wahl der Bahn kann neben der Beschleunigung auch eine solche Änderung der Flugrichtung erreicht werden, daß die Sonden gezielt von Planet zu Planet „geschleust“ werden.

Der Ringplanet Saturn wird durch diese Bahnwahl von Voyager 1 bereits im Jahre 1980 erreicht. Die maximale Annäherung wird am 12. November 1980 (Entfernung 138000 km) stattfinden. Die Messungen erfolgen während des Vorbeifluges vom August 1980 ab bis zum Januar 1981. Ein besonderer Schwerpunkt der Beobachtungen in Saturnnähe ist der Saturnmond Titan, der größer ist als der Planet Merkur und eine eigene Atmosphäre besitzt. Voyager 1 wird dem Titan sehr nahe kommen (bis auf 7000 km und eventuell noch näher). Wegen des Treibhauseffektes hat diese Atmosphäre eine relativ hohe Temperatur. Ihre Zusammensetzung ähnelt vermutlich der reduzierenden Uratmosphäre der Erde. Sollte Voyager 1 den Titan nicht zufriedenstellend beobachten können, so wird Voyager 2 (der die Beobachtungen in Saturnnähe im Juni 1981 beginnt, am 27. August 1981 den Saturn mit

einem Abstand von 102000 km passiert und bis Oktober 1981 weiter beobachten wird) eine Bahnkorrektur vornehmen, um den Titan zu beobachten. Falls diese Bahnkorrektur nicht notwendig wird, erreicht Voyager 2 im Januar 1986 den Uranus und im September 1989 den Neptun.

2. Geplante Experimente

Die beiden identischen (und wegen eines Computerfehlers noch kurz vor dem ersten Start ausgetauschten) Voyager-Sonden tragen jeweils elf Instrumente. Sie werden im folgenden beschrieben:

2.1. Plasmaspektrometer: Zwei Plasmadetektoren sind derart an den Sonden montiert, daß einer parallel zur Richtung zur Erde und der andere senkrecht dazu ausgerichtet ist. Der zur Erde gerichtete Detektor gestattet Messungen der Geschwindigkeit, der Dichten und des Druckes der Plasmaionen. Der zweite (zur Seite ausgerichtete) Detektor mißt Elektronen im Energiebereich von 5 eV bis zu 1 KeV.

2.2. Ultraviolett-Spektroskopie: Das UV-Spektrometer mißt atmosphärische Strahlungen im Wellenlängenbereich von 400 Å bis 1600 Å. Dabei können sowohl Messungen des durch Resonanzstreuung der solaren Strahlung entstehenden atmosphärischen Leuchtens als auch des (durch Absorption) veränderten Sonnenspektrums erfolgen, wenn sich die Atmosphäre der Planeten und Monde zwischen Sonde und Sonne schiebt. Aus dem Absorptionsspektrum lassen sich Informationen über Zusammensetzung und thermische Struktur der Atmosphären ableiten.

2.3. Radiowellenausbreitung: Das Fernübertragungssystem arbeitet dual auf Frequenzen im S-Band und im X-Band. Die Untersuchung der Radiowellenausbreitung eines „Dual-Frequenz-Signals“ während des Durchgangs eines Planeten oder Mondes mit einer Atmosphäre durch die Linie Sonde—Erde gestattet die Bestimmung physikalischer Parameter der jeweiligen Ionosphären oder Atmosphären. Durch die präzise Verfolgung des Signals während des Vorbeiflugs der Sonde an einem Mond gelingt es weiterhin über die auftretenden Beschleunigungen die Massen dieser Himmelskörper zu bestimmen. Struktur und Formverteilungen der Materie der Ringe des Saturn sollen ebenfalls durch Interpretation der Signale, welche die Ringe passieren, ermittelt werden.

2.4. Infrarot-Spektroskopie und Radiometrie: Mit diesen, zu einem Gerät gekoppelten Meßgeräten ist es möglich, die globale und lokale Energiebilanz von Atmosphären zu studieren. Aussagen über die Zusammensetzung der Atmosphären sind ebenso ableitbar wie vertikale Temperaturprofile. Die Instrumente verwenden einen Primärspiegel mit 51 cm Durchmesser und einem Blickfeld von 0,25 Grad.

2.5. Teleskop für niederenergetische geladene Teilchen: Dieser Plasmadetektor dient dem Studium von Magnetosphäre und Stoßfront des Jupiter, der Messung von Teilchen in der vermuteten Magnetosphäre des Saturn (insbesondere der Strahlungsgürtel in diesen Magnetosphären) und dem weiteren Studium des interplanetaren Plasmas. Der Energiebereich des Detektors ist 10 KeV bis 1,1 MeV für Elektronen und 10 KeV bis 150 MeV für Ionen. Während der Untersuchungen des interplanetaren Plasmas werden auch Alphateilchen und schwere Kerne (bis $Z = 26$) getrennt identifiziert und ihre Energiespektren im Bereich von 0,05 MeV bis 30 MeV bestimmt.

2.6. Multifilter-Polarimeter: In acht, durch Filter festgelegten Spektralbereichen im Wellenlängenbereichsintervall von 2200 Å bis 7500 Å wird die mit einem Teleskop gesammelte Strahlung mit Fotovervielfachern verstärkt und so gemessen. Diese spektralen Untersuchungen gestatten Aussagen über die Atmosphären von Jupiter und Saturn und auch über die Struktur der Saturnringe.

2.7. Dreiachsiges Magnetometer: Ziel dieses Experimentes sind Messungen der Magnetfelder in der Nähe von Jupiter und Saturn, der Wechselwirkung der Magnetosphären dieser Planeten mit dem Sonnenwind und der Struktur der Grenze zwischen Sonnenwind und interstellarem Plasma (falls diese Grenze erreicht wird). Der Meßbereich erstreckt sich von 10^{-11} Vs/m² bis $2 \cdot 10^{-3}$ Vs/m² (0,01 Gamma bis 20 Gamma). Diese Meßgeräte sind auf einem 13 Meter langen Ausleger weit entfernt von der Sonde angebracht.

2.8. Plasmawellen: In diesem Experiment erfolgen Messungen der Elektronendichteprofile bei Jupiter und Saturn. Daraus können Informationen über lokale Welle-Teilchen-Wechselwirkungen abgeleitet werden. Die Messungen erfolgen im Bereich von 10 Hz bis 56 kHz mit einer für planetare radio-astronomische Zwecke entwickelten 10-m-Antenne.

2.9. TV-Fotografie: Mit einer, dem Mariner 10-TV-System entsprechenden Zwei-Kamera-System erfolgen Aufnahmen mit einer kurzbreitwinkligen Weitwinkelkamera und einer langbreitwinkligen Kamera für schmalere Bildausschnitte. Die Auflösung hängt naturgemäß von der Entfernung zu den passierten Monden und Planeten ab. Sie liegt in einigen günstigen Fällen zwischen 500 m und 1 km. Für Jupiter wird eine Auflösung von 20 km und für Saturn von 5 km erreicht. Ziele sind die fotografische Erfassung globaler Bewegungen und Wolkenverteilungen auf Jupiter und Saturn wie zonale

Rotation, zonale Scherungen der Strömungen, vertikale Scherungen, Strömungsinstabilitäten, Flecken und Spektrum der Skalen der atmosphärischen Bewegungen. Von besonderem Interesse ist auch das Studium des von den großen Planeten ausgehenden Energieflusses. Dabei sucht man vor allem nach entsprechenden Konvektionszellen und studiert die Mechanismen der Ausbreitung dieser aus den Planeten kommenden Energie (Wachstum und Zerfall, Morphologie und vertikale Struktur der Wolkenkomplexe, Natur der Chromophoren, deren Struktur und Entwicklung). Ein besonderer Schwerpunkt ist hierbei die hochauflösende Beobachtung des „Großen Roten Fleckes“ auf dem Jupiter.

Die Fernsehbeobachtungen der Monde erfolgen mit den Schwerpunkten:

- a) Untersuchung globaler Charakteristika, Form, Figur, Rotation, Rotationsachse, Kartografie
- b) Geologie – Vulkanische Strukturen, Kraterbildung, Lineamente, Erosionsprozesse, Polkappen, vergleichende planetologische Studien, Erforschung der Atmosphäre
- c) Struktur der Oberfläche – Kolorimetrie, Streuung des Lichtes, Natur der Helligkeitsvariationen
- d) Suche nach neuen Satelliten
- e) Studium der Saturnringe – Auflösung der einzelnen Ringkomponenten und Materiestudie, optische Streuungsuntersuchungen
- f) Suche nach neuen Kometen, Planetoiden und anderen interessanten Objekten.

2.10. Teilchenteleskope mittlerer und hoher Energien:

Ziel dieser Experimente ist die Untersuchung von Teilchenbeschleunigungsprozessen, von Dynamik und Struktur der interstellaren kosmischen Strahlung und der Teilchenumgebung der Planeten und Monde. Dazu enthält das Gerätesystem ein Teilchenteleskop für hohe Energien (6–500 MeV pro Nukleon) für Kerne mit Atomzahlen von 1 bis 30. Ein weiteres Teleskop für niedrigere Teilchenenergien mißt im Bereich von 0,15 MeV bis 30 MeV pro Nukleon. Weiterhin gehört zu diesem Gerätekomplex ein Elektronenteleskop zur Untersuchung von Elektronen im Bereich von 3 MeV bis 100 MeV.

2.11. Planetare Radioastronomie: Dieses Experiment arbeitet auf Frequenzen zwischen 20 kHz bis 40,5 kHz. Die Signale werden mit einem Paar zueinander senkrechter „10 m-Monopolantennen“ empfangen. Die Untersuchungen der Radioemissionen von Jupiter und Saturn in diesem Frequenzbereich geben Informationen über die Plasmaresonanzen und nichtthermische Strahlungen in den Magnetosphären dieser beiden Planeten.

Die Bearbeitung dieser elf Experimentgruppen erfolgt mit elf Wissenschaftlerkollektiven mit insgesamt 85 Mitarbeitern.

3. Technische Parameter

Da auf der sonnenfernen Bahn der Voyager-Sonden die Sonnenenergie nicht mehr zum Betrieb der Gerätesysteme ausreicht, wurde jede der Sonden mit drei thermoelektrischen Radionuklid-Generatoren ausgestattet. Diese Generatoren liefern nach 1,5 Jahren Flugzeit, also in der Nähe des Jupiter, noch eine Leistung von 420 Watt. Zum Zeitpunkt des Erreichens des Saturn liegt die Leistung dieser Generatoren noch bei 385 Watt. Davon werden für den Betrieb der wissenschaftlichen Geräte 108 W und für das Fernübertragungssystem ungefähr 100 W benötigt.

Das Fernübertragungssystem arbeitet mit zwei S-Band-Sendern von 10 Watt bis 28 W Leistung und zwei X-Band-Sendern mit 13 Watt bis 22 Watt Leistung. Diese hochfrequenten Funkbänder werden wegen der hohen Datenflußrate verwendet. Der Datenfluß beträgt beispielsweise während der Messungen in Jupiternähe 115000 bit pro Sekunde. Dabei werden vom Jupiter die TV-Bilder direkt (in Echtzeit) übertragen. Wegen der größeren Entfernung ist bei diesen Übertragungen vom Saturn nur noch ein Datenfluß von 44000 bit pro Sekunde vorgesehen. Die Saturnbilder werden daher zuerst auf Magnetband gespeichert (die gesamte Datenspeicherkapazität liegt bei 550 Megabit) und dann verlangsamt zur Erde übermittelt. Dabei werden die Signale abwechselnd von den drei großen 64 m Radioantennen des „Deep Space Network“ der NASA in Californien, Spanien und Australien empfangen.

Während des Fluges zwischen den Planeten wird nur ungefähr einmal wöchentlich Kontakt mit den Voyager-Sonden aufgenommen. Die Datenrate beträgt zu diesen Zeiten „nur“ 2560 bit pro Sekunde. Die Voyager-Sonden sind in allen drei Achsen stabilisiert. Die Orientierung erfolgt dabei an der Sonne und dem Stern Kanopus. Damit wird u. a. auch eine ständige Ausrichtung der Parabolantenne (von 3,70 m Durchmesser) auf die Erde und eine besser orientierte Arbeit der TV-Kameras und der Experimentensensoren erreicht. Die ständige Kontrolle und Korrektur dieser festen Ausrichtung erfolgt von 16 kleinen Hydrazin-Triebwerken aus, die übrigens auch zur Bahnkorrektur verwendet werden.

Die optischen Instrumente befinden sich an einem 8,70 m langen Ausleger in einem Gerätekomplex für die auch Farbbilder liefernden TV-Kameras (von 20 cm bzw. 150 cm Brennweite), für das UV-

Spektrometer, das IR-Interferometer, Spektrometer und Radiometer und für das Fotopolarimeter. An diesem Ausleger sind (ungefähr auf halber Länge) auch die Teilchendetektoren und die Plasmaexperimente angebracht.

Zentraler Teil der Voyager-Sonden sind der große Parabolspiegel und das Triebwerksystem.

An einem weiteren Ausleger auf der den Meßgeräten entgegengesetzten Seite der Sonde befinden sich die schon erwähnten drei thermoelektrischen Radionuklid-Generatoren. Neben dem ebenfalls bereits erwähnten 13 m langen Ausleger für die Magnetometer gehen noch zwei zueinander senkrechte Peitschen-Antennen von 10 m Länge vom Zentralteil der Sonde aus.

Die Gesamtmasse einer Voyager-Sonde beträgt 810 kg, davon entfallen 105 kg auf die Sensoren und die Instrumente.

Der Bau der Voyager-Sonden kostete 346 Millionen US-Dollar. Die Kosten für die Titan-Centauro-Trägerraketen liegen bei 71,6 Millionen US-Dollar. Die jahrelange Bahnverfolgung und Datenauswertung wird ungefähr weitere 33 Millionen US-Dollar erfordern. Die Gesamtkosten für dieses Projekt liegen damit bei 450 Millionen US-Dollar.

4. Wissenschaftliche Schwerpunkte der Missionen

Aus den unter 2. genannten Experimenten kann bereits die wissenschaftliche Aufgabenstellung der Voyager-Missionen abgelesen werden. Im folgenden soll jedoch noch vertieft auf einige dieser Fragestellungen eingegangen werden.

Die Abbildung 1 zeigt die Bahn von Voyager 1 in Jupiternähe und die Positionen einiger Satelliten während dieser „Jupiter-Passage“. Die in Klammern genannten Zahlen geben die jeweils geringste Entfernung in Kilometern an.

In der Abbildung 2 sind die entsprechenden Angaben für Voyager 2 angegeben. In beiden Fällen sollen die Jupitermonde mit den TV-Kameras mehrmals aufgenommen werden. Von besonderem Interesse ist hierbei der Mond Io, der die Radiostrahlung aus der Jupitermagnetosphäre moduliert. Interessant und bislang noch ungeklärt sind auch die Helligkeitsschwankungen des Io.

Weiterführende Untersuchungen erfolgen auch zur Physik der riesigen Magnetosphäre des Jupiter. Aus radioastronomischen Messungen von IMP-Satelliten ist zu vermuten, daß der Saturn ebenfalls eine Magnetosphäre hat. Auch diese wird mit den Teilchen- und Plasmadetektoren direkt „vermessen“ werden. Über mögliche Magnetosphären von Uranus und Neptun ist zur Zeit nichts bekannt. Auch

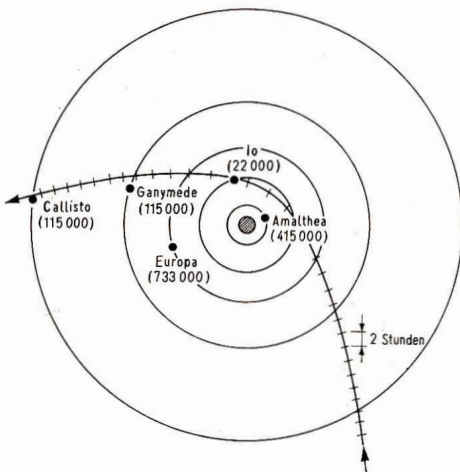


Abb. 1.
Bahnverlauf von Voyager 1
im Jupitersystem.

Abb. 2.
Bahnverlauf von Voyager 2
im Jupitersystem.

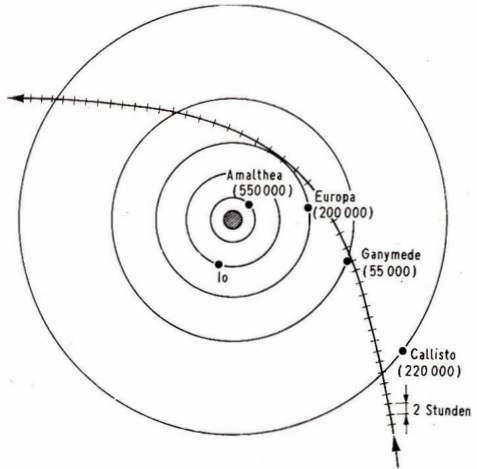


Abb. 3.
Bahnverlauf von Voyager 1
im Saturnsystem.

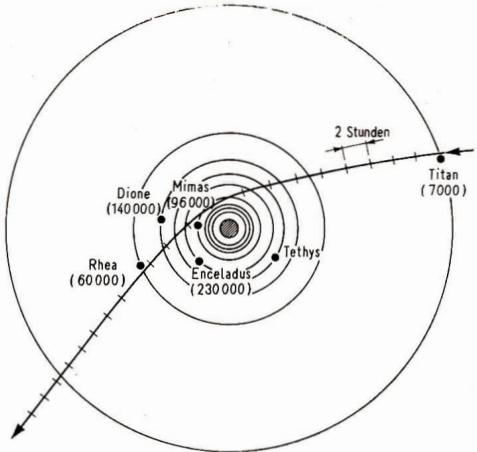
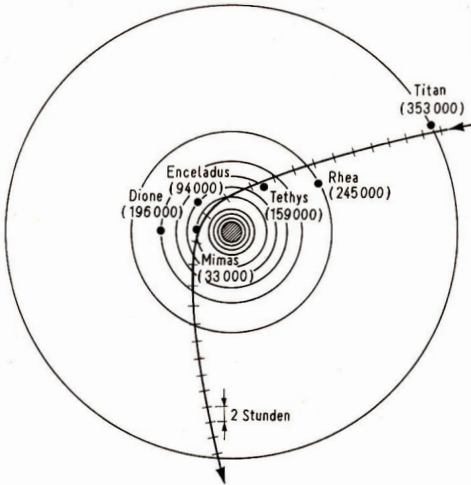


Abb. 4.
Bahnverlauf von Voyager 2
im Saturnsystem.



hierüber werden die Messungen der Voyager-Sonden Klarheit (vielleicht als neue Entdeckungen) bringen.

Besonderes Interesse gilt auch den Untersuchungen der Struktur und Zusammensetzung der Saturn-Ringe und auch den erst kürzlich entdeckten Ringen des Uranus. Aus der Streuung des Sonnenlichtes an den Ringen können auch Informationen über die Form der Materiebrocken des Ringes erhalten werden. Geklärt werden kann so auch, ob die Ringe noch von einer Gaswolke umgeben sind.

Da Jupiter und Saturn mehr Wärme abstrahlen als sie von der Sonne erhalten, haben sie noch interne Wärmequellen. Diese Tatsache bestimmt ganz wesentlich die Struktur und Dynamik der Atmosphären dieser Planeten, denen ebenfalls wichtige Teile der Beobachtungsprogramme gewidmet sind. Die Messungen der Voyager-Sonden werden auch die Frage klären, ob auch die Planeten Uranus und Neptun noch interne Wärmequellen haben.

Die Abbildungen 3 und 4 geben die voraussichtlichen Bahnen der beiden Voyager-Sonden durch das Saturn-System wieder. Die in Klammern genannten Zahlen sind wieder die Minimalabstände in Kilometern. Die Oberflächen der Monde des Saturn sind genau wie bei den Jupitermonden Gegenstand der Untersuchungen. Aus den vergleichenden Studien von den insgesamt über zehn großen Körpern unseres Sonnensystems erhofft man sich auch weiterführende planetologische Ergebnisse.

Literatur:

- E. Burgess, *Voyaging to the outer planets*, New Scientist 18 August 1977, 400.
W. Engelhardt, *Besuch bei Jupiter und Saturn*, Umschau 77 (1977) Heft 15, S. 505.
S. Sharrock, *Voyage to the outer planets*, Nature 269, 1977, 98.
NASA-Report on active and planned Spacecraft and experiments, NSSDC-77-03.



Abb. 1: M 57 „Ringnebel“, Newton 400/2000, NP-27-Film, 10 min belichtet. Foto: G. Hamann, D. Kitta.

Abb. 2: M 51 „Jagdhundenebel“, Newton 400/2000, NP-27-Film, 45 min belichtet. Foto: G. Hamann, D. Kitta.





Abb. 3: M 33 „Dreiecksnebel“, Newton 400/2000, ZU-2-Platte, 45 min belichtet. Foto: D. Kitta.

Abb. 4: M 27 „Hantelnebel“, Newton 400/2000, NP-27-Film, 60 min belichtet. Foto: G. Hamann, D. Kitta.





Abb. 5: M 31 „Andromedanebel“, Tessar 4,5/300, ZU-2-Platte, 45 min belichtet. Foto: D. Kitta.

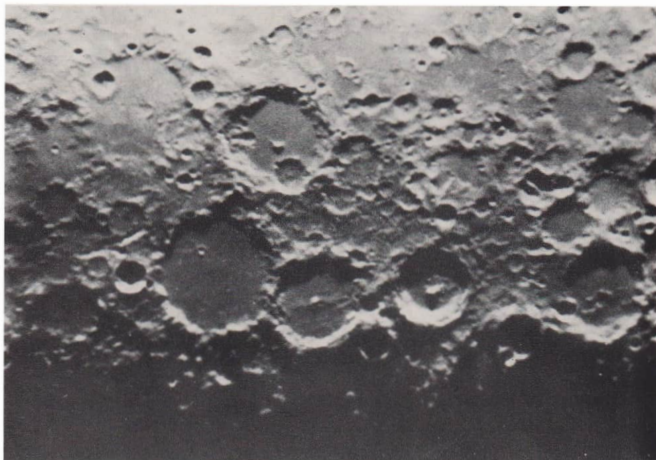
Abb. 6: M 37, Schmidtkamera 150/200/300, NP-27-Film, 10 min belichtet. Foto: G. Baum.





Abb. 7: M 8 und M 20, „Lagunennebel“ und „Trifidnebel“, Schmidtkamera 150/200/300, NP-27-Film, 4 min belichtet. Foto: D. Kitta.

Abb. 8: Die Ringgebirge Arzachel, Alphonsus und Ptolemäus, Cassegrain 400/5750 + 25 mm Okular, NP-20-Film, 4 s belichtet. Foto: W. Müller.



Amateure beobachten und berichten

Sonnenbeobachtungen des Amateurastronomen

W. SCHULZE

Die geringere Entfernung der Sonne ermöglicht es, an ihr Untersuchungen zu führen, wie sie an den punktförmigen Fixsternen nicht möglich sind. Daher ist die Kenntnis der physikalischen Eigenschaften unserer Sonne von großem Wert für die astronomische Forschung. Wenngleich die Sonne mit modernsten Instrumenten weltweit überwacht wird, so sollte auch der Amateurastronom dieses interessante Forschungsobjekt in seine Beobachtungsaufgaben einbeziehen. In zwangloser Folge zeigt der Verfasser einige Aspekte der Auswertung eigener Sonnenbeobachtungen auf.

Bereits mit kleinen Fernrohren können Veränderungen in der Photosphäre der Sonne beobachtet werden. Bei regelmäßigen Beobachtungen ist zu erkennen, wie Sonnenflecke sich bilden und vergehen. Man kann die Bewegung der Fleckengruppen vom östlichen zum westlichen Sonnenrand verfolgen, die ja ein Ausdruck der Rotation unseres Zentralgestirns ist. Auch feinadrigte Fackeln mit ihren Veränderungen sind am Sonnenrand zu sehen. Schließlich deuten die Randverdunkelung und die Granulation auf physikalische Besonderheiten in der gasförmigen Photosphäre hin. Mit geringem Aufwand lassen sich Geräte herstellen, mit denen die eindrucksvollen Protuberanzen am Sonnenrand auch dem Amateurastronomen zugänglich sind. All diese Erscheinungen werden immer wieder faszinieren, vorausgesetzt, es wird planmäßig nach einem festen Beobachtungsprogramm gearbeitet.

Werden „sinnvolle“ Beobachtungsmöglichkeiten für den Astro-Amateur aufgezählt, so wird neben Sternbedeckungen und veränderlichen Sternen auch schon einmal die Beobachtung von Seyfert-Galaxien empfohlen. Aber es fehlt in diesen Aufzählungen oftmals die Sonne. Und dabei ist dieser Himmelskörper mit einfacher instrumenteller Ausrüstung so gut beobachtbar.

In diesem Aufsatz soll nicht beschrieben werden, wie die Sonne beobachtet wird, sondern an Hand einiger Beispiele möchte ich nachstehend Möglichkeiten zur Gewinnung von Erkenntnissen aus den Beobachtungen an Hand eigener praktischer Erfahrungen erläutern. Sicher gewinnen wir keine Erkenntnisse, mit denen die Sonnenphysik wesentlich bereichert werden kann, aber es können Denkanstöße gegeben werden und vor allem wird der Sonnenbeobachter mit Erscheinungen der Natur vertraut, wie sie eben nur durch systematische Arbeit erworben werden können. Das ist letztendlich das Anliegen unseres Hobbys, in dem der Liebhaberastronom ja Entspannung sucht.

Beobachtungsmethoden und -verfahren

Wie schon gesagt wurde, soll die Beobachtungstechnik detailliert nicht beschrieben werden. Es sei auf die Arbeit von Glombik über „Durchführung und Auswertung von Sonnenbeobachtungen“ [1] in dieser Zeitschrift hingewiesen. Hierzu gebe ich nachstehend eine ergänzende tabellarische Übersicht der Methoden und Verfahren, die vom Amateur anwendbar sind.

Von mir wird die Sonne seit mehr als 20 Jahren beobachtet. Anfangs wurden Flecke gezeichnet und ihre Entwicklung verfolgt. Selbstverständlich erfolgte in diesem Zusammenhang auch die Ermittlung der Relativzahl. Mit Beginn des 20. Zyklus wurde dann ein festes Beobachtungsprogramm aufgestellt, welches bis zum Ende des Zyklus nicht verändert wurde, so daß stets ein homogenes Beobachtungsmaterial zur Auswertung zur Verfügung stand.

Zur Realisierung des Programms wurde die Sonne möglichst oft im Projektionsverfahren beobachtet. Wenn es galt, besondere Einzelheiten zu erfassen, erfolgten die Beobachtungen mit dem Herschel-Prisma. Beobachtet wurde in der Regel am Fenster eines ungeheizten Zimmers. Hierbei wurden die Flecken und Gruppen gezählt, die Gruppen nach dem Waldmeierschen Schema eingestuft, die heliographischen Koordinaten bestimmt und die Größe der Umbra von Flecken in Millionstel der Sonnenhemisphäre geschätzt. Monatlich erfolgte die Auswertung der Beobachtungen. Es wurden Tabellen und graphische Darstellungen gefertigt und fortlaufend ergänzt. Ein jährlicher Beobachtungsbericht sicherte die Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse. Ferner erfolgten Veröffentlichungen über Besonderheiten der Sonnenfleckensstatistik und der heliographischen Lage von Gruppen.

Tabelle 1: Kurzfassung der Möglichkeiten zur Sonnenbeobachtung durch Amateurastronomen

Beobachtungsprogramm	Beobachtungstechnik	Erkenntnisse
Beobachtung der Randverdunkelung und der Granulation Zeichnung oder Photographie und Beschreibung von Sonnenflecken und Fackeln Einstufung der Gruppen nach dem Schema von Waldmeier	Projektionsverfahren; direkte Beobachtung mit Sonnenfilter und Herschel-Prisma; Photographie der Sonne	Bereicherung des eigenen Wissens; Grundlage der Sonnenbeobachtung Variationen kurzer Dauer; tägliche Änderungen
Ermittlung der Relativzahl	Projektierungsverfahren; direkte Beobachtung mit Sonnenfilter und Herschel-Prisma	Verlauf der Fleckenzyklen; Epochen der Minima und Maxima; Sonnenfleckenprognose
Bestimmung der heliographischen Koordinaten	Projektionsverfahren	Verteilung der Flecken auf der Sonnenoberfläche; Nachweis der Zonenwanderung u. a.
Abschätzung der Fleckengrößen		Vergleich der Flächen mit Relativzahlen; Beziehung zwischen Größenklassen und Fleckenzahl
Beobachtung von Protuberanzen	Protuberanzenfernrohr oder Protuberanzenokular	Korrelation der Protuberanzen mit Aktivitätsgebieten; Variationen kurzer Dauer

Tabelle 2: Jahresmittel der Relativzahlen aus eigenen Beobachtungen

Jahr	Zahl der Beoh.	mittl. Sicht	f	g	R	R_N	R_S	k	$R - R_Z$	relat. Abw. in %	Bemerkungen
1964	141	3.6	3.2	0.6	9	7	2	1.11	- 1.2	12	73 × fl
1965	125	3.8	5.5	0.9	16	13	3	1.04	+ 0.9	6	57 × fl
1966	134	3.5	16.3	2.6	47	41	6	1.12	0.0	0	6 × fl
1967	117	3.5	38.9	5.4	105	70	35	1.01	+11.2	12	
1968	122	3.2	45.9	6.2	112	65	47	0.98	+ 6.1	6	
1969	98	3.3	31.8	5.4	87	55	32	1.23	-18.5	17	
1970	99	2.8	30.4	6.1	109	64	45	1.14	+ 4.5	4	
1971	114	3.1	19.1	4.2	70	37	33	1.07	+ 3.4	5	
1972	98	3.3	23.5	4.6	74	29	45	0.99	+ 5.1	7	1 × fl
1973	111	3.3	11.3	2.3	35	16	19	1.10	- 3.0	8	11 × fl
1974	85	3.6	7.7	1.8	30	10	20	1.34	- 4.5	13	11 × fl
1975	104	3.4	4.6	0.8	17	11	6	1.20	+ 1.5	10	47 × fl
1976	102	3.4	2.1	0.7	11	4	7	1.37	- 1.6	13	41 × fl

fl = fleckenfrei

Besonderheiten eigener Beobachtungen im 20. Sonnenfleckenzyklus

Aus der Tabelle 2 folgt, daß im Mittel jeder 3. bis 4. Tag durch eine Sonnenbeobachtung belegt ist. Das war nicht immer leicht, da sowohl meine Frau als auch ich berufstätig sind. Manch Amateurastronom wird es hier zu besseren Ergebnissen bringen. Zur Gewinnung von Erkenntnissen über den Ablauf des 20. Zyklus war aber die Kontinuität der Beobachtung für den ganzen Zeitraum von Bedeutung, und dieses Ziel wurde erreicht.

Aus der Tabelle sind die Jahresmittel der Einzelflecke f und der Gruppen g sowie die eigene Relativzahl, diese auch getrennt für die Nord- und Südhemisphäre zu sehen. In der Spalte Bemerkungen weist fl auf beobachtete fleckenfreie Tage hin. Zur Einschätzung der eigenen Beobachtungen wurde die Differenz $R - R_Z$ gebildet und die relative Abweichung der eigenen Relativzahl R zu der definitiven Züricher Relativzahl in Prozent angegeben.

Die relative Abweichung ist zu Zeiten der Minima größer als im übrigen Zyklus. Einer der Gründe hierfür dürfte sein, daß ein nicht beobachteter Porenfleck im Minimum sich stärker auf R auswirkt als im Maximum. Eine Erklärung zur Abweichung des Faktors k im Jahre 1969 ist erforderlich. Nachdem zuvor mit dem Okular $f = 6$ mm beobachtet wurde, erfolgte ab 1969 die Beobachtung mit dem Okular $f = 10$ mm. Die Folge war, daß die Relativzahl selbst im Jahresmittel mit 17 % zu klein ermittelt wurde. Nur gleichbleibende Beobachtungstechniken führen zu verwertbaren Ergebnissen.

In den übrigen Jahren war die Abweichung zu den Züricher Relativzahlen gering, so daß die eigenen Beobachtungsergebnisse in alle Überlegungen und Auswertungen einbezogen werden konnten.

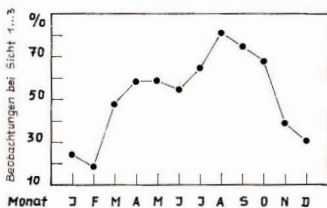


Abb. 2, oben:
Sichtverhältnisse im Verlauf des Jahres.

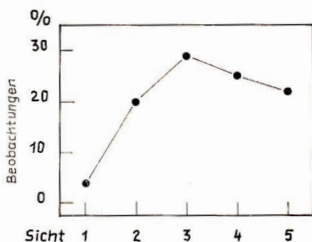


Abb. 1, oben rechts:
Mittlere Sicht in den Jahren 1964...1976.

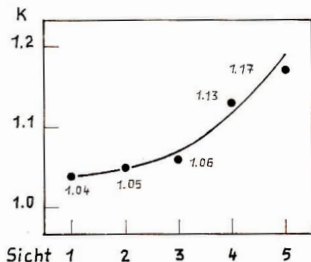


Abb. 3, rechts:
Abhängigkeit des Faktors k von der Sicht.

Faktor k in Abhängigkeit von der Sicht

Die Sichtverhältnisse entsprechen denen einer Großstadt. In einer 5-stufigen Skala wurde die Sicht im Mittel des Beobachtungszeitraums mit 3.4 bestimmt. Aus Abb. 1 ist zu ersehen, daß wirklich nur wenig Beobachtungen unter sehr guten Bedingungen (Sicht 1) ausgeführt werden konnten. Aber auch die unterschiedlichen Sichtverhältnisse des Jahres sind von Interesse. Darum habe ich in Abb. 2 graphisch dargestellt, wieviel Prozent der Beobachtungen in den einzelnen Monaten bei Sicht 1...3 möglich waren. Die Gesamtzahl der Beobachtungen eines Monats wurde 100 % gesetzt. Auch hierbei handelt es sich um Mittelwerte des gesamten Beobachtungszeitraumes. Es ist zu erkennen, daß die besten Sichtverhältnisse bei den ruhigen Wetterlagen des Spätsommers auftraten.

Die vorstehende Beschreibung der Sichtverhältnisse war zum Verständnis der Abhängigkeit des Faktors k von der Sicht erforderlich. Aus Abb. 3 ist zu ersehen, daß eine derartige Beziehung tatsächlich besteht. Immerhin ist k bei Sicht 5 11 % größer als bei Sicht 1. Jeder Sonnenbeobachter muß selbst wissen, ob er diesen Einfluß berücksichtigt. Mir erscheint es vorteilhaft, wenn k für Sicht 1 bis 3 sowie für Sicht 4...5 gesondert bestimmt wird.

Monatsmittel der Relativzahlen und ihre Ausgleichung

Hat der Sonnenbeobachter die tägliche Relativzahl nach der Formel $R = k(10g + f)$ ermittelt, so erfolgt zweckmäßig die Bildung von gleitenden Mittelwerten aus jeweils drei Beobachtungen. Überträgt man diese Werte in eine Graphik, bei der als Ordinate eben diese Mittelwerte und als Abszisse die Zeit, also die Tage aufgetragen werden, so lassen sich tägliche Variationen der Sonnenfleckenstatistik recht gut erkennen.

Aussagekräftiger sind aber Monatsmittel. Ohne Ausgleichung würde sich ein Linienzug ergeben, der die Tendenz der Fleckentätigkeit nur schwer erkennen läßt. Zur Festlegung der Minima und Maxima und zu eingehenden Studien über die Fleckenhäufigkeit ist die Bildung ausgeglichener Monatsmittel aus jeweils 13 Monatsmitteln üblich. Das Verfahren dieser Ausgleichung ist in der Literatur — u. a. auch unter [2] Seite 23 — ausführlich beschrieben. Werden diese ausgeglichenen Monatsmittel aufgetragen, so ergibt sich ein gut geglätteter Kurvenzug, der Abweichungen einzelner Monate kaum noch erkennen läßt. Mir erscheint für den Amateur ein Verfahren vorteilhaft, bei dem aus jeweils

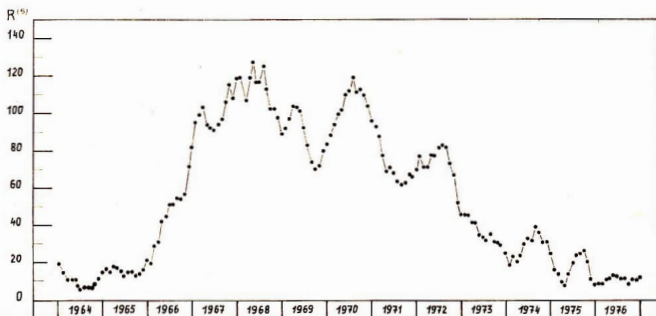


Abb. 4: Monatsmittel des 20. Sonnenfleckenzyklus.

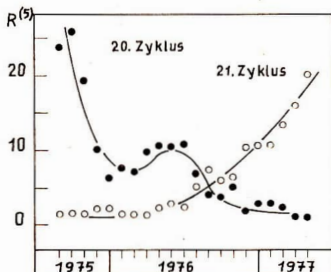
5 Monatsmitteln gleitende Mittelwerte gebildet werden. Hierbei gilt für die Auswertung jeweils der mittlere dieser 5 Monate. Andere Verfahren der Ausgleichung sind möglich; sie richten sich nach den Erkenntnissen, die gewonnen werden sollen.

In Abb. 4 wird für den 20. Zyklus eine graphische Darstellung der Monatsmittel gegeben. Hierbei wurden aus 5 Monatsmitteln gleitende Mittelwerte gebildet. Eine Interpretation dieser Kurve läßt erkennen, daß einem steilen Anstieg ein langes Maximum mit Nebenmaxima folgt. Danach setzt der zögernde Abstieg zum Minimum ein. Besonderheiten in der Fleckenhäufigkeit einzelner Monate sind gut erkennbar.

Wir wollen uns merken, daß mit der Ausgleichung Tendenzen der Fleckenhäufigkeit besser erkennbar werden. Darüber hinaus werden Beobachtungsfehler gemindert.

Relativzahlen zur Zeit der Minima

Vor Eintritt der Minima treten in hohen heliographischen Breiten die ersten Gruppen des neuen Zyklus auf, während die Gruppen des alten Zyklus in niederen Breiten beobachtet werden. Macht man sich diesen Tatbestand zu Nutze und trifft die Annahme, daß alle Gruppen unter 15° dem auslaufenden Zyklus und alle Gruppen über 15° heliographischer Breite dem neuen Zyklus angehören, so lassen sich für beide Zyklen getrennte Kurven der Monatsmittel recht gut darstellen. In Abb. 5 sind der 20. und der 21. Zyklus dieser Erläuterung entsprechend wiedergegeben. Zur Glättung der Kurve wurden die Werte aus 5 Monaten gemittelt und dann nochmals graphisch ausgeglichen. Der Schnittpunkt beider Kurven, das ist der Zeitpunkt, zu dem die Relativzahlen beider Zyklen gleich sind, fällt annähernd mit dem Minimum 1976.5 zusammen.



Zonenwanderung der Sonnenflecke

Im Ablauf eines Fleckenzyklus nähern sich die Sonnenflecke allmählich dem Äquator. Diese Zonenwanderung kommt gut in einem Diagramm zum Ausdruck, in dem jede beobachtete Gruppe durch einen Punkt gekennzeichnet wird. Als Abszisse wird die Zeit und als Ordinate die heliographische Breite aufgetragen. Für den 20. Zyklus gebe ich mit der Abb. 6 das Schmetterlingsdiagramm nach eigenen Beobachtungen. Die Zonenwanderung mit den Streuungen der einzelnen Gruppen ist gut zu ersehen. Es lassen sich auch aus den mittleren heliographischen Breiten

Abb. 5: Übergang vom 20. zum 21. Zyklus.

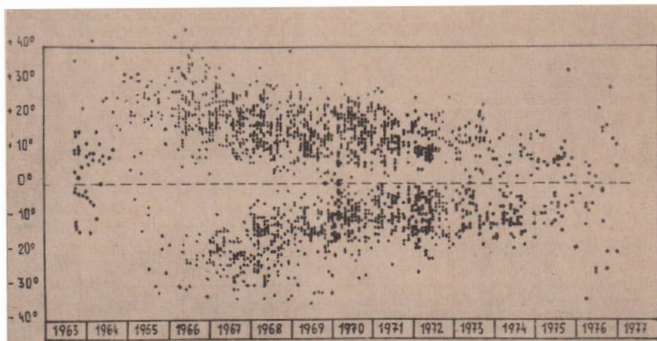


Abb. 6: Zeit-Breitenverlauf (Schmetterlingsdiagramm).

der im Laufe eines Monats beobachteten Gruppen Zonenwanderungskurven zeichnen. Werden diese Kurven getrennt für die Nord- und Südhemisphäre aufgetragen, so sind Unterschiede in der Annäherung zum Sonnenäquator gut zu erfassen.

Qualitative Eigenschaften der Sonnenflecke

Mit den Mitteln des Astroamateurs können spektrale Untersuchungen oder Messungen magnetischer Feldstärken an Sonnenflecken im Allgemeinen nicht ausgeführt werden. Trotzdem braucht er sich nicht nur auf quantitative Untersuchungen der Sonnenflecke zu beschränken.

Im Zusammenhang mit der Abschätzung der Größe von Umbräflächchen fand ich eine empirische Beziehung zwischen den Fleckenzahlen und ihren Größen. Einzelheiten findet der interessierte Leser unter [3] erläutert. Aber auch die Beschreibung auffallender Sonnenflecke gibt Aufschluß über Besonderheiten. Darum soll nachstehend noch einmal an einige besondere Gruppen des 20. Zyklus erinnert werden.

Im Jahre 1966 erweckte eine Gruppe mein Interesse, die am 24. August erstmals in niedriger heliographischer Breite beobachtet wurde und mehrere Rotationen überdauerte. Die Besonderheit dieser Gruppe lag nicht nur in ihrer langen Lebensdauer, sondern auch in ihrer für diesen Zeitpunkt unerwartet niedrigen Breite. In der Umgebung entwickelte sich ein Aktivitätszentrum, welches durch die Koordinaten $b = +2^\circ \dots +13^\circ$ und $l = 248^\circ \dots 260^\circ$ begrenzt wurde. In der unter [4] genannten Arbeit habe ich hierüber berichtet.

Als die Fleckentätigkeit ihren Höhepunkt erreicht hatte, also im Jahre 1968, wurden 2 F-Gruppen mit besonders vielen Einzelflecken beobachtet. Am 26. Januar trat bei $b = +14^\circ$ und $l = 164^\circ$ eine Gruppe mit 5 Flecken auf. Beide Hauptflecke standen in größerem Abstand zueinander, so daß die Einstufung in G erfolgte. Schon wenige Tage später, nämlich am 1. Februar, hatte sich diese Gruppe stark entwickelt. Es wurden 63 Einzelflecke gezählt. Im Maximumsjahr traten weitere größere Gruppen auf.

Ein wirklich eindrucksvolles und besonderes Erlebnis war die Beobachtung der großflächigen Gruppe Anfang August 1972. Der Anblick dieses Sonnenfleckes auf dem Projektionsschirm ist mir unvergänglich. Die Presse berichtete überschwänglich über das Ereignis. Es trat eine verstärkte Sonnenaktivität auf, die weltweit von Observatorien und Raumsonden beobachtet wurde. Die erhöhte elektromagnetische Strahlung und Eruptionen kosmischer Strahlung führten zu vielfältigen und ungewöhnlichen solar-terrestrischen Erscheinungen.

Der Fleck hatte einen größten Durchmesser von 90 000 km. In die zunächst flächig geschlossene Penumbra waren 4 große und mehrere kleine Kerne eingebettet. Beim Vorübergang auf der Sonnenscheibe — nach dem 3. August — zerfiel die Penumbra unter Zunahme der Zahl der Einzelflecke. Die Position der multipolaren Fleckengruppe war $b = +13^\circ$ und $l = 11^\circ$. Am Ostrand der Sonne wurde an dieser Stelle am 27. August ein A-Fleck beobachtet, in dessen Umgebung die Fleckentätigkeit bald wieder lebhaft wurde.

Trotzdem wir uns ja 1972 schon dem Minimum näherten, war der beschriebene Fleck noch nicht die letzte auffallende Erscheinung des 20. Sonnenfleckenzyklus. Sehr überraschend trat im Oktober 1974 bei $b = +10^\circ$ und $l = 280^\circ$ eine F-Gruppe auf, in der 39 Einzelflecke gezählt wurden. Im vorausgehenden Teil wurden 11, in der verbindenden Brücke 6 und im nachfolgenden Teil 22 Flecke ermittelt. Die Gruppe erstreckte sich am 21. Oktober über 21° heliographischer Länge. Sie war eine der eindrucksvollsten des ganzen Zyklus.

Schlußbemerkungen

Die an Hand praktischer Beispiele gegebenen Hinweise zur Auswertung von Sonnenbeobachtungen durch den Amateur erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie sollen aber Anregungen für eigene Gedanken geben. Wichtig ist, daß Beobachtungsmaterial und Teilergebnisse geordnet und zusammengefaßt werden. Dann bleiben eigene Erkenntnisse nicht aus; in bescheidenem Maße nutzen sie vielleicht sogar der Wissenschaft. Auch auf dem Gebiet der Sonnenphysik kann der Amateurastronom so sinnvoll arbeiten.

Literatur:

- [1] Glombik, Astronomie und Raumfahrt 5/1976, S. 144
- [2] Gleissberg, Die Häufigkeit der Sonnenflecken, Berlin 1952.
- [3] Schulze, W., Die Sterne 54 (1978).
- [4] Schulze, W., Die Sterne 45 (1969) 107.

Berechnete Zeiten (MEZ) von Ein- und Austritten von Mondformationen während der partiellen Mondfinsternis am 13. März 1979

(Die Zeiten bezeichnen den Ein- oder Austritt des Zentrums der Formation)

	Eintritt	Austritt		Eintritt	Austritt
Aristarchus	21 ^h 02 ^m	22 ^h 30 ^m	Manilius	21 27	23 00
Autolycus	21 37	22 40	Menelaus	21 33	23 02
Billy	20 39	22 54	Messier	21 38	23 29
Campanus	20 47	23 10	Pico	22 00	22 05
Censorinus	21 31	23 22	Piton	21 49	22 24
Copernicus	21 05	22 52	Plinius	21 37	23 05
Dionysius	21 25	23 14	Proclus	21 49	23 12
Goclenius	21 32	23 33	Pytheas	21 13	22 43
Grimaldi	20 35	22 44	Riccioli	20 35	22 42
Helicon	21 35	22 20	Tarantius	21 42	23 22
Kepler	20 54	22 45	Timocharis	21 23	22 40
Langrenus	21 38	23 36	Tycho	20 53	23 23
Le Verrier	21 36	22 21	Vitruvius	21 43	23 06

Das Mare Frigoris wird nicht verfinstert. Im Norden streift der Kernschatten die Zentren der Krater Bianchini (21^h54^m) und Pico (22^h03^m) sowie den Südwall von Eudoxus (22^h13^m). Laplace Prom. tritt über 42 km in den Kernschatten und Piton etwa 93 km. Folgende Formationen werden nicht verfinstert, es sind die Daten der maximalen Annäherung des Kernschattens gegeben:

Montes Recti	24 km	21 ^h 59 ^m	Eudoxus (Zentrum)	33 km	22 13
Aristoteles (Zentrum)	150 km	22 12	Plato (Zentrum)	110 km	22 03
Endymion (Zentrum)	280 km	22 21	Harpalus (Zentrum)	62 km	21 53

Konjunktionen von Planeten und kleinen Planeten mit hellen Sternen im Jahre 1979

Die Tabelle gibt einige Konjunktionen in Rektaszension (in einem Fall in Deklination). Die vierte Spalte gibt die Distanz von dem Planet Nord (N), Süd (S) oder West (W) vom Stern. Dies ist nicht der Wert für die geringste Distanz. Die letzten beiden Spalten geben die visuellen Helligkeiten des Sternes und des Planeten.

Planet	Datum	UT		Stern	vis. Helligkeiten	
		h	m		Stern	Planet
Merkur	Juni 14	7	0 02 S	ϵ Gem	+3.2	-0.6
	Sept. 02	10	1 15 N	α Leo	1.3	-1.2
Venus	Feb. 08	1	0 16 N	μ Sgr	4.0	-3.9
	17	3	0 21 N	ξ Sgr	3.6	-3.8
	19	15	0 25 N	π Sgr	3.0	-3.8
	Apr. 7	9	0 41 S	λ Aqr	3.5	-3.4
	Mai 15	21	0 04 S	σ Psc	4.5	-3.3
Mars	Dez. 3	11	0 46 N	λ Sgr	2.9	-3.3
	Juli 5	2	0 08 N	53 Tau	5.4	+1.5
	7	23	0 01 N	247 B Tau	5.7	+1.5
	Sept. 5	13	0 52 N	δ Gem	3.5	+1.5
	Nov. 17	16	1 35 N	α Leo	1.3	+1.0
	Dez. 14	4	0 14 S	53 Leo	5.3	+0.6
	Dez. 29	13	1 51 N	χ Leo	4.7	+0.2
Jupiter	Juni 18	5	0 37 N	δ Cnc	4.2	-1.4
	Sept. 26	12	0 20 N	α Leo	1.3	-1.3
Uranus	Jan. 29	4	0 05 N	26 Lib	6.3	+5.9
	März 23	3	0 06 N	26 Lib	6.3	5.8
	Nov. 4	16	0 02 N	26 Lib	6.3	6.0
	29	21	0 01 N	28 Lib	6.2	6.0
Neptun	Juni 15	23	0 04 N	-21° 4544	6.8	7.7
	Okt. 31	8	0 02 S	-21° 4544	6.8	7.8
Pallas	Apr. 16	6	0 35 S	δ Equ	4.6	10.6
	Dez. 1	13	0 18 S	15 Aqr	5.7	10.4
	14	22	0 15 N	β Aqr	3.1	10.5
Ceres	Sept. 17	20	0 59 N	θ Cet	3.8	7.7
	30	21	0 23 S	37 Cet	5.2	7.5
	Okt. 5	22	0 14 N	32 Cet	6.6	7.5
Juno	Aug. 25	15	0 15 S	134 Tau	4.9	9.5
	Sept. 21	12	0 02 N	15 Mon	4.7	9.3
	Nov. 4	13	1 09 S	α CMi	0.5	8.8
	23	14	0 36 W	ζ CMi	5.1	8.6
Vesta	Aug. 12	17	0 18 S	λ Cet	4.7	7.8
	Nov. 14	03	0 59 S	ν Cet	+5.9	+6.7

DIETMAR BÖHME

Nach einer Mitteilung von JEAN MEEUS, Belgien.

Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“

Am 20. Mai 1978 fand die diesjährige Zusammenkunft der Mitglieder des Arbeitskreises „Veränderliche Sterne“ in der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha statt. Trotz ungünstiger Verkehrsverbindung, Terminverschiebung und schlechtem Wetter fanden sich 18 Teilnehmer ein, um ein umfangreiches Programm zu absolvieren.

Im ersten Teil der Zusammenkunft wurden die trotz ungünstigen Beobachtungswetter zahlreich ausgeführten Beobachtungen ausgewertet und viele Hinweise für die Beobachtungstätigkeit gegeben. Das neue Meldeverfahren stand im zweiten Teil im Mittelpunkt. Durch bessere Organisation soll für alle Zeit und Mühe gespart werden. Sehr deutlich zeigte sich, daß das Arbeitsniveau innerhalb des Arbeitskreises durch gewachsene Erfahrungen und Kennt-

nisse sowie durch bessere materielle Voraussetzungen angehoben wurde.

In zwei kurzen Fachvorträgen vom Leiter der Zentrale des Arbeitskreises wurden aktuelle praktische Hinweise für alle Beobachter erteilt. Die Pausengespräche dienten wieder dazu, den persönlichen Kontakt der Mitglieder und ihre Zusammenarbeit fördern zu helfen. Darum wurden im letzten Teil noch weitere organisatorische, fachliche und praktische Fragen erörtert. Auch über das interne Informationsblatt und seine Verbesserung wurde gesprochen. So war für jeden Teilnehmer etwas im Programm enthalten.

Insgesamt wurden in der 5. Auswertung der Beobachtungen 8229 Helligkeitsschätzungen von 17 Beobachtern ausgewiesen, wovon 5463 visueller und 2766 fotografischer Art waren. Sie ergaben 202 Minima/Maxima an kurzperio-

dischen Veränderlichen und 54 Maxima/Minima an Mira-
sternen. An halbregelmäßigen und unregelmäßigen Veränderlichen wurden insgesamt 2019 Schätzungen durchgeführt. Die Ergebnisse werden wie immer der Fachpresse zugeführt.

Ein neues Verfahren zur Deponie von Beobachtungsdaten an halb- und unregelmäßigen Veränderlichen wurde vorgeschlagen und bildet die Grundlage für künftige Auswertungen.

Im Namen der Fachastronomen bedankte sich Herr Dr. W. Wenzel von der Sternwarte Sonneberg und der Leiter der Zentrale des Arbeitskreises für die fleißige Beobachtungstätigkeit.

HELMUT BUSCH
Leiter des Arbeitskreises

Wettbewerb des ZFA Astronomie, fünfte Aufgabe

Gruppe A

Alte chinesische und japanische Chroniken verzeichnen das Aufleuchten der Supernova im Sternbild Stier I. J. 1054. An der bezeichneten Stelle befindet sich heute der Crabnebel M 1. Der Durchmesser des Nebels beträgt 180", er vergrößert sich jährlich um etwa 0,2".

Berechnen Sie, wann die Expansion begonnen hätte! Voraussetzung ist eine konstante Ausdehnungsgeschwindigkeit.

Die scheinbare Helligkeit der Nova muß etwa $m = -6$ gewesen sein. Welche absolute Helligkeit hatte der neue Stern in seinem Helligkeitsmaximum?

Die Nova soll angeblich etwa 2 Jahre mit bloßem Auge sichtbar gewesen sein. Überprüfen Sie, ob dieses Ergebnis stimmt! Als Grenzgröße für das bloße Auge wird $m = +6$ angenommen.

Vergleichen Sie die Strahlungsleistung der Supernova im Maximum und diejenige der Exnova mit der Strahlungsleistung der Sonne ($M = +4,7$)!

Gruppe B

Am 25. Oktober 1966 wurde die sowjetische Mondsonde LUNA 12 gestartet. Es handelte sich dabei um einen Mondsatelliten mit einer Masse von etwa 1000 kg, der mit einer Foto- und Bildübertragungsanlage ausgerüstet war. Seine Bahnhöhe lag am 29. Oktober zwischen 100 und 1750 km bei einer Umlaufzeit von 3 h 15 min.

Berechnen Sie die mittlere Bahngeschwindigkeit von LUNA 12!

Berechnen Sie die mittlere Zentralbeschleunigung, die LUNA 12 durch die Mondgravitation erteilt wird!

Berechnen Sie die Sichtweite im Periselenium und im Aposelenium! Als Hilfe: Die Sichtweite bildet mit dem Radius des Mondes und der Strecke Mittelpunkt des Mondes – Satellit ein rechtwinkliges Dreieck. Der rechte Winkel befindet sich am Berührungspunkt des Mondradius mit dem Mondrand und der Strecke vom Satelliten zu diesem Berührungspunkt (Tangente).

Einige spezielle astronomische Ereignisse im Jahre 1979

Alle Zeitangaben in MEZ

- | | |
|------------|--|
| 21. Januar | Der Radiusvektor des Pluto entspricht dem Radiusvektor des Neptun. Pluto erreicht 1989 sein Perihel und bleibt bis zum 14. März 1999 näher der Sonne als Neptun. |
| April | Merkur befindet sich in Nähe der Venus. Es findet keine Konjunktion in Rektaszension oder Deklination statt. Die letzte Annäherung findet am 26. April mit $5^{\circ}05'$ statt. |
| 14. Juni | Merkur steht in Konjunktion mit Epsilon Geminorum. Die Konjunktion in Rektaszension ereignet sich um $08^{\text{h}}12^{\text{m}}$ MEZ, das Zentrum des Planeten bewegt sich $128''$ südlich am Stern vorbei. Die geringste Distanz wird zwei Minuten eher erreicht. (Alle Daten geozentrisch). |
| 8. Juli | Mars steht in Konjunktion mit 247 B. Tauri ($5^{\text{h}}07'$). Es findet keine Bedeckung statt. Die geozentrischen Daten:
– Konjunktion in Rektaszension um $00^{\text{h}}23^{\text{m}}$, Mars passiert den Stern mit seinem Zentrum $48''$ südlich;
– die geringste Distanz wird um $00^{\text{h}}19^{\text{m}}$ mit $47''$ erreicht. |
| Juli | Merkur nähert sich Jupiter. Es findet keine Konjunktion in Rektaszension statt, die geringste Differenz in Rektaszension beträgt am 14. Juli $1^{\text{m}}55''$. Zwei Konjunktionen in Deklination finden am 11. und 18. Juli statt. Die geringste Distanz zwischen beiden Planeten beträgt am 9. Juli $1^{\circ}59'$. |

21. September 9^h; Mars passiert die Verbindungslinie Kastor-Pollux.
 26. September Jupiter steht in Konjunktion mit Regulus. Die geringste Distanz (19') tritt am 27. September um 03^h ein.
 17. November Mars steht in Konjunktion mit Regulus. Die geringste Distanz (1°31') wird am 18. November um 19^h erreicht.
 1978—1979 ereignen sich drei Konjunktionen zwischen Uranus und 26 Librae (6^m33).
 — im Januar: 29. 5^h Uranus 5°28' nördlich, geringste Distanz 5'17" am 30. um 6^h.
 — im März: 23. 4^h Uranus 5°57' nördlich, geringste Distanz 5'44" am 21. 23^h.
 — im November: 4. 17^h (ereignet sich in nur 9° Sonnennähe).

Zehn Jahre Volkssternwarte Zittau

GUDRUN und DIETMAR KITTA

Mit Abb. auf den Bildseiten I—IV

Am 27. April 1978 jährte es sich zum zehnten Mal, daß die Volkssternwarte Zittau der Öffentlichkeit übergeben werden konnte. Die Sternwarte ist das Ergebnis eines sechsjährigen Baues. Initiator des Objektes war der Nestor der Zittauer Sternfreunde, Optikermeister Erich Scholz. Seit der Eröffnung kamen über 34 000 Besucher in die Sternwarte. Anziehungspunkt waren vor allem die zahlreichen Vorträge zu aktuellen Gebieten aus Astronomie und Raumfahrt. Besonderen Zuspruch fanden die Veranstaltungen von Erich Scholz zu Themen wie „Die Erde als blauer Planet“, „Menschen und Roboter auf Mondkurs“ und andere. In den Sommermonaten finden jeden Donnerstag in der Woche öffentliche Beobachtungsabende statt, die sich eines reichen Zuspruchs erfreuen. Schon einige Jahre lang besuchen regelmäßig Schüler der 10. Klasse aus den Oberschulen des gesamten Kreises die Sternwarte, um dort praktische Beobachtungen vorzunehmen.

Die Sternwarte gliedert sich in einen Vortragssaal für 50 Besucher, in ein Arbeitszimmer mit angrenzendem Fotolabor. Nach dem Aufgang zur Kuppel gelangt man in einen Warteraum, der mit dem eigentlichen Kuppelraum kombiniert ist. Das ist eine glückliche Lösung für den Besucherverkehr während öffentlicher Beobachtungsabende. Das Herzstück der Einrichtung ist ein 400-m-Spiegelteleskop. Das Fernrohr, einschließlich der Montierung, ist eine Eigenkonstruktion, die in den Händen der beiden Ingenieure W. Urban und A. Schwenke lag. Die Optik lieferte damals die Firma A. Wilke aus Berlin-Finkenkrug. Das Instrument ist wahlweise als Newtonteleskop (Öffnungsverhältnis 1 : 5) oder als Cassegrainteleskop (Öffnungsverhältnis 1 : 14 bzw. 1 : 20) einsetzbar. Der Umbau von einem System in das andere ist innerhalb weniger Minuten geschehen.

Das Newtonsystem wird ausschließlich für fotografische Zwecke verwendet. Der Spiegel ist dann als riesige Astrokamera mit 2 m Brennweite in Gebrauch. Als Kamera diente erst eine EXA 1a, wegen ihrer lästigen Vignette bei langen Brennweiten wurde sie durch eine Praktisix ersetzt. Das 6 mal 6 cm große Feld wird für Amateurzwecke noch hinreichend scharf vom Spiegel ausgezeichnet. Schwierigkeiten bereitete anfangs die Nachführung des langbrennweitigen Teleskopes. Jede Ungenauigkeit zahlte sich später auf dem Film als eiförmige oder strichartige Wiedergabe des Sternscheibchens aus. Als Leitrohr dient ein 110/1600-mm-Steinheil-Refraktor. Erst stand uns nur ein einfaches Okular mit selbst eingezogenem Fadenkreuz zur Verfügung. Durch die fehlende Fadenkreuzbeleuchtung waren wir auf helle Leitsterne angewiesen. Oft mußte deswegen das Leitrohr aus seiner Halterung genommen werden, und es wurden ungefügte „Konstruktionen“ vorgenommen, um das Fernrohr auf den Leitstern zu richten.

Heute besitzen wir einen Okularkreuzschlitten mit einer Dunkelfeldbeleuchtung. Dies ist eine große Arbeitserleichterung und erlaubt, noch Sterne der 8. Größe als Leitsterne zu benutzen. Zwei Scheibenwischermotoren ermöglichen in zwei Geschwindigkeiten einen direkten Eingriff in die fast lautlose Nachführung des Instruments. Die Nachführung selbst besorgt ein einfacher Plattenspielermotor. Durch eine Regeleinrichtung kann die Geschwindigkeit des Motors den entsprechenden Bedingungen angepaßt werden, denn die gesamte Anlage ist in gewissem Maße temperatur- und frequenzabhängig. Fotografisch erreichen wir mit NP-27-Film nach 10 min Belichtungszeit bequem die 15,5. Größe. Das Maximum an Reichweite wurde bis jetzt mit einem Ilford HP-4-Film bei 90 min Belichtungszeit erreicht. Es lag bei etwa 17^m5! Einen kleinen Einblick in die Aufnahmen geben die Abbildungen 1 bis 4. 1970 wurde ein Tessar 4,5/300 gekauft. Dafür entstand ein Selbstbau eine Astrokamera für Feldaufnahmen. Auf ORWO Astro ZU-2-Platten gelangen eine Reihe guter Feldaufnahmen (Siehe dazu auch Abbildung 5). Zur Zeit sind wir dabei, die in der Astrokamera befindliche 9 mal 12 cm Kassette durch eine 13 mal 13 cm große zu ersetzen. Das erlaubt eine noch größere Ausnutzung des Objectives.

Die Krönung an Zusatzgeräten stellt eine Schmidt-Kamera dar, die uns 1971 als Schenkung zur Verfügung gestellt wurde. Es handelt sich dabei um ein System von 150 mm Korrektionsplattendurchmesser und 200 mm Spiegeldurchmesser. Die Brennweite beträgt 300 mm. Damit also das Öffnungsverhältnis 1 : 2. Als Aufnahmematerial verwenden wir NP-27-Film, den wir mit Hilfe einer Stanzvorrichtung aus Planfilm herstellen. Das 45 mm im Durchmesser große Planfilmpfättchen wird in einer Spezialkassette auf die nötige Kugelform gebracht. Das abgebildete Feld beträgt acht Grad im Durchmesser. Bei durchschnittlich 12 min Belichtungsdauer, eine längere Zeit ist auf Grund der schnellen Schleierbildung selten möglich, erreichen wir etwa 14^m5. Durch die kurzen Belichtungszeiten ist es uns möglich, eine große Anzahl von Aufnahmen an einem klaren Abend zu gewinnen. Die Sternscheibchen auf den Negativen sind gestochen scharf und erlauben hohe Vergrößerungen. Die Abbildungen 6 und 7 sollen das verdeutlichen. Für die Beobachtung lichtschwacher Veränderlicher ist die Kamera hervorragend geeignet. Ein weiterer Vorteil besteht in der einfachen Nachführung. Auf Grund der hohen Lichtstärke eignet sich die Kamera gut für lichtschwache ausgedehnte Gebilde. Ein Beispiel gibt die nur 4 min belichtete Aufnahme des Lagunen- und Trifidnebels, diese Objekte befinden sich bei -24° Deklination.

Für die visuelle Beobachtung, dabei benutzen wir das Cassegrainsystem mit 5,75 m Brennweite, reicht die Vergrößerung von 91fach bis 958fach. Ein sechsfacher Okularrevolver erlaubt einen schnellen Wechsel der Vergrößerung. Außerdem verfügen wir über ein 31-mm-Weitwinkelokular, welches ausgezeichnete Bilder bei 185facher Vergrößerung liefert. Die Luftverhältnisse in Zittau erlauben selten mehr als 230fache Vergrößerung. Wenn aber die Vergrößerung einmal so hoch getrieben werden kann, zeigt der Spiegel beispielsweise am Jupiter eine Fülle von Details, die mit dem 15-cm-Coudé nicht gesehen werden kann. Im Cassegrain-Fokus ist selbstverständlich auch die Möglichkeit der fotografischen Beobachtung möglich. Sowohl fokal als auch mit Okularprojektion. Dank der großen Spiegelöffnung sind die Belichtungszeiten noch kurz. Abbildung 8 zeigt eine Mondaufnahme im Cassegrain-Fokus. Visuell erreichen wir bei guter Durchsicht noch die Größe 13^m5.

Ein Sucher 80/500 erleichtert die Auffindung der Objekte. Als Zweitinstrumente besitzen wir einen Refraktor 80/1200 mit parallaktischer Montierung I. Das Instrument wurde von der EOS Zittau zur Verfügung gestellt. Außerdem können wir einen Spiegel 100/1000 sowie einen Schulrefraktor 63/840 benutzen. Alle Instrumente sind fest montiert. Der 80/1200 wird mit einer selbstgebauten Sonnenkamera hauptsächlich zur fotografischen Sonnenbeobachtung genutzt.

Leider werden die Beobachtungsbedingungen durch die verstärkte Bebauung der Zittauer Südstadt immer schlechter. Industrieabgase zwingen uns dazu, den Spiegel des Hauptinstrumentes fast aller 4 Jahre neu belegen zu lassen. Deshalb bestehen bereits Gedanken, den 400-mm-Spiegel in das nahe Zittauer Gebirge zu verlegen. Dort herrschen noch nahezu ideale Beobachtungsbedingungen. In Zukunft soll die wissenschaftliche Arbeit noch weiter vorangetrieben werden. Hauptarbeitsgebiet sollen die Veränderlichen Sterne sein. Ein selbstgebauter Gitterspektrograf, der noch dieses Jahr zum Einsatz kommt, soll die Möglichkeiten noch mehr erweitern.

In unserem Bericht über die Entwicklung der Arbeit in der Sternwarte haben wir das eigentlich Wichtigste noch nicht erwähnt, nämlich die Freude, die uns durch dieses Hobby bereitet wurde. Und gerade sie ist es, die uns immer wieder neue Anregungen für die Beobachtung gibt und geben wird.

Junge Amateure

Astronomie unterm Dach

Anfang der 6. Klasse trat ich der Schülerarbeitsgemeinschaft „Astronomie“ bei. Angeregt durch die Zirkelleiterin Birgit Lange, befaßte ich mich mit Sternspuraufnahmen. Unwillkürlich beobachtete ich dabei die wechselnden Standorte der Planeten und beschloß im Februar 1974, ihren Weg fotografisch festzuhalten. Dazu brauchte ich jedoch, wie ich bald merkte, einen günstigeren Standort als den Garten hinter unserem Haus, der aber trotzdem ohne großen Zeitverlust erreichbar sein mußte. Ich überprüfte unseren Dachboden und stellte fest, daß er für meine Zwecke recht geeignet schien. Es waren aber noch einige Umgestaltungen nötig, um daraus ein „Astronomiezimmer“ mit günstigen Beobachtungsmöglichkeiten zu machen.

Dazu benötigte ich folgendes Material: Holzfaserplatten, Dachlatten oder Schalbretter und zwei

Dachfenster 50×60 cm. Mit den Holzfasерplatten wurden die schrägen Wände verkleidet und eine Trennwand gezogen, die den Raum vom übrigen Dachboden abgrenzt. Nach Norden und nach Süden setzten wir je ein Dachfenster ein. Die Dachlatten benötigten wir zum Anbringen der Holzfasерplatten und zum Auslegen des Fußbodens. Die Reststücke wurden für Regale verwendet. Außerdem fertigte ich mir noch eine Plattform an, die ich aus dem Fenster hinausschieben kann. Auf dieser Plattform läßt sich der Fotoapparat mit einem kleinen Taschenstativ aufstellen, so daß auch der östliche und westliche Teil des Himmels fotografiert werden kann. Durch die Plattform werden auch die Lichtquellen, die sich vor dem Haus befinden, etwas abgeschwächt. Bei all diesen Arbeiten unterstützte mich mein Großvater.

Die weitere Ausgestaltung des „Astrozimmers“ nahm ich selbst vor. So strich ich die Decke mit blauer Farbe und zeichnete darauf den Sternhimmel in der Ekliptikgegend. Dabei legte ich das Koordinatensystem so an, daß die Ekliptik eine gerade Linie bildet. Dann befestigte ich auf der Linie der Ekliptik eine Metallschiene, auf der ich kleine „Magnetplaneten“, auch Sonne und Mond, in die jeweiligen Konstellationen bringen kann. Den Sternhimmel gestaltete ich mit Hilfe der Sternkarten im Buch „Kleine praktische Astronomie“ von Dr. Paul Ahnert. Für jede Spektralklasse verwendete ich eine bestimmte Farbe, die ich durch Mischen von Alusilberfarbe und Künstlerfarben erreichte. Die Spektralklassen entnahm ich ebenfalls der „Kleinen praktischen Astronomie“ (Verzeichnis der 614 Fixsterne).

Ich stellte mir noch einen kleinen Tisch, einen Hocker, ein Trittbrett, einen Stuhl und Ablagen für die Beobachtungsgeräte in den Raum. In den Regalen brachte ich meine astronomischen Bücher unter. An den Wänden befestigte ich verschiedene die Astronomie betreffende Bilder und die Mondkarte von Haak, Gotha. Damit gewann der Raum schon ein recht „astronomisches“ Aussehen, die Forschungsarbeit konnte beginnen.

Als Ergebnis der fotografischen Planetenbeobachtung entstanden bis jetzt über 200 Aufnahmen von Saturn, Jupiter, Mars, Venus und neuerdings auch Merkur. Doch auch andere Aufnahmen von besonderen Ereignissen oder interessanten Objekten wurden, z. T. durch den Feldstecher, gemacht, so z. B. Mond- und Sonnenfinsternisse, Nova Cygni und Komet West. Gut gelungen ist auch eine Farbaufnahme vom rötlich leuchtenden Granatstern im Cepheus. Demnächst will ich versuchen, auch Uranus und die hellsten Asteroiden fotografisch festzuhalten oder wenigstens zu beobachten.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß man zum Beobachten und Fotografieren des Sternhimmels keine komplizierten und teuren Geräte braucht, sondern ein Feldstecher und ein normaler Fotoapparat zunächst einmal vollauf genügen. Günstig ist es natürlich, wenn man auch ein etwas leistungsstärkeres Fernrohr besitzt, wie ich es mir aus dem Bastlersatz zu 135,- M baute. Es besteht aus einem Objektiv 50/540, einem 25-mm- und einem 16-mm-Huygens-Okular und der Okularsteckhülse. Zusätzlich kaufte ich mir noch orthoskopische Okulare mit Brennweiten von 10 mm und 6 mm, wodurch ich maximal 90fache Vergrößerung erreichen kann. Lohnende Beobachtungsobjekte sind vor allem der Mond, Venus, Jupiter mit seinen Monden, Saturn und Doppelsterne. Bei Nebeln und Sternhaufen sollte man sich allerdings tatsächlich auf den Feldstecher beschränken, da das Öffnungsverhältnis bei dem Fernrohr für diese Objekte nicht ganz ausreichend ist und sie spätestens bei 40facher Vergrößerung verschwimmen.

So wie damals Birgit Lange leite ich jetzt selbst eine Schülerarbeitsgemeinschaft und versuche wie sie, Schüler für die Astronomie zu begeistern und ihnen meine bisher gemachten Erfahrungen zu vermitteln.

JOACHIM KLEFFE (16 Jahre)

Aus der Literatur

Die Herkunft der Kometen

Der Gedanke, daß der Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter der Rest eines jetzt nicht mehr existierenden Planeten ist, wurde schon vor langer Zeit ausgesprochen. Unlängst kam der bekannte amerikanische Astronom Van Flandern erneut auf diese Frage zurück.

Er nahm an, daß die Explosion des hypothetischen Planeten vor sechs Millionen Jahren erfolgte. Der Planet war von der Größe des Saturn und nach dem Mond das hellste Objekt am irdischen Nachthimmel. Er bestand im wesentlichen aus Gasen und hatte einen kleinen festen Kern. Nach Meinung Van Flandern verließ ein großer Teil der Gase nach der Explosion das Sonnensystem; die Reste dienten als Material zur Bildung des Asteroidengürtels und zahlreicher Kometen.

Mit Hilfe eines Computers berechnete der Astronom die Bahnen von 60 Kometen über einen Zeitraum von einer Million Jahren. Das Ergebnis ist eindeutig: Die Geburtsstätte der Mehrheit der Kometen liegt im heutigen Asteroidengürtel, in einer 160 Millionen Kilometer breiten Zone. Die Schlussfolgerungen Van Flanderns bestätigte kürzlich der kanadische Astronom M. U. Owendon, der ein Modell zur Entstehung des Planetensystems berechnete.

Die Theorie Van Flanderns, die logisch und mathematisch einwandfrei ist, kann aber die wohl interessanteste Frage nicht beantworten: Was war die Ursache des Untergangs des zehnten Planeten?

Lit.: Znanije - sila, 53 (1978), Nr. 2, S. 15

Übers.: H. Heerdegen

Das Seufzen des Mondes

Die Aussage, daß der Mond tektonisch tot sei, trifft wohl auf Erscheinungen kleinen Ausmaßes nicht zu. Noch Ende des vergangenen Jahrhunderts haben Astronomen, deren wissenschaftliche Kenntnisse und Gewissenhaftigkeit keinem Zweifel unterliegen, erstaunliche Fakten mitgeteilt. An verschiedenen Stellen der Oberfläche der sichtbaren Mondseite gingen für das Auge zu bemerkende Veränderungen vorstatten: Es entstanden dunkle Flecken, die sich ausbreiteten, es zeigten sich rote Färbungen, es veränderte sich die Helligkeit von Gebieten mit Ausdehnungen von einigen Kilometern und es „vernebelte“ sich ganze Meere.

Die Mehrheit dieser Phänomene ist an Krater gebunden, deren Herkunft nach Meinung vieler Geologen nicht ohne Grund dem Vulkanismus zuzuordnen ist. Im November 1958 beobachtete der Pulkowkoer Astronom N. A. Kozirew im Krater Alphonsus die Linien des Kohlenstoffs C_2 , die möglicherweise von ausströmenden Gasen gebildet wurden. Diese Erscheinung wiederholte sich im Oktober 1959. Nach fünf Jahren fanden amerikanische Astronomen auf Fotografien, die im Infrarotbereich während einer Mondfinsternis aufgenommen wurden, daß im Krater Tycho die Temperatur um zehn Grad höher lag als in der Umgebung. Die gleichen Effekte wurden in anderen Kratern mit Strahlensystemen gefunden: Aristarchus, Kopernikus, Kepler und Proclus. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt wurden etwa 300 solcher Beobachtungen mitgeteilt.

Die Mitarbeiterin des Mondforschungsinstituts in Houston, Barbara Middleharst, beschäftigt das Rätselhafte dieser Erscheinungen schon mehr als zehn Jahre. Zwanzig sicher registrierte Ereignisse wurden in eine Mondkarte eingetragen. Ebenso wurden die Epizentren der tiefen Gezeitenbeben und besonders der eng begrenzten tektonischen Mondbeben markiert. Dabei zeigte sich, daß zwölf von 17 Beben in der Nähe der Krater Manilius, Atlas, Plato, Proclus, Hercules und anderen (wo schon früher Erscheinungen auf der Oberfläche beobachtet wurden) stattfanden.

So stellte man die Hypothese auf, daß die lunare Bebenaktivität und die Prozesse auf der Oberfläche miteinander verbunden sind. Bereits vor vier Milliarden Jahren, als sich auf dem Mond durch den Meteoritenregen gigantische Kessel bildeten, entstand gleichzeitig ein System von Spalten, die sich hunderte Kilometer in die Tiefe erstrecken. Diese Spalten und die Zonen der Entspannung dienten als Kanäle für die Magmaergüsse, die die Mondmeere füllten und die Gase, die aus den Vulkanen strömten. Auch heute laufen längs dieser Zonen Bewegungen ab, die von empfindlichen Seismometern registriert werden. Schließlich wurden die oberflächennächsten des Mondes verhärtet. Im Innern werden aber auch noch heute Gase freigesetzt, die durch Lockerungen oder Spalten zur Oberfläche gelangen und dann kurzzeitige Erscheinungen schaffen; die letzten „Seufzer“ des einstmaligen heißen Mondinnern.

Lit.: Znanije-sila, 53 (1978) Nr. 2, S. 15

Übers.: H. Heerdegen

Einschläge von Meteoriten

Auf die Erdoberfläche geht schon seit langer Zeit ein ständiger Meteoritenregen nieder. Auf die Frage nach den Auswirkungen von Einschlägen auf der Erde ging A. Walter, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR, ein.

Das Zusammentreffen der Erde mit einem kosmischen Wanderer erfolgt explosionsartig. Im Zentrum des Aufpralls erreicht der Druck zehn Millionen Atmosphären und die Temperatur steigt bis 10000 K. Diese Verhältnisse entsprechen denen im Erdkern. (Zum Vergleich: In einem Kanonenrohr erreicht der Druck im Moment des Abschusses höchstens 1000 Atmosphären.)

Am Ort des Zusammenstoßes werden augenblicklich eigenartige Kessel geschaffen, in deren Zentren das Aufschmelzen und die Verdampfung ablaufen. Weiter zur Peripherie hin finden Prozesse statt, die weniger Energie erfordern.

Dann werden aus dem Innern des Kessels die tieferliegenden Schichten ausgeworfen, nachdem sie zuvor extrem zusammengepreßt wurden. Auf der Erde entsteht ein Meteoritenkrater. Etwa ein Zehntel des ausgeschleuderten Stoffes fällt wieder in ihn zurück. Der andere Teil bildet einen Wall. Der größte Teil jedoch fliegt in alle Richtungen über Dutzende Kilometer davon. Bei solchen Aufschlägen werden ungewöhnliche Minerale erzeugt: Koezlit und Stichovit. Sie wurden bereits in Laboranlagen gewonnen.

Der Stoß des Meteoriten lockert die Erdkruste auf, was nach Annahme der Geologen zur Entstehung von Lagerstätten bestimmter Minerale führen kann. In der aufgelockerten Zone sickert leicht Magma durch, das die nützlichen Bestandteile enthält und in der Nähe der Krater Erzlagerstätten bildet.

Das Studium der Meteoritenkrater muß die Geologen mehr für die neuen Ansichten über die Bildung und Entwicklung der Erdkruste gewinnen.

Lit.: Znanije-sila, 53 (1978) Nr. 2, S. 37

Übers.: H. Heerdegen

Quasarmodelle

Von allen bis heute bekannten außergalaktischen Radioquellen sind die Quasare unbedingt die mächtigsten. Seit ihrer Entdeckung (1960) sind die Astrophysiker noch nicht zu einer einheitlichen Meinung über die Quelle der Quasarstrahlung gelangt. Die Strahlungsleistung der Quasare beträgt 10^{47} bis 10^{48} erg pro Sekunde; das übersteigt die Strahlung unserer gesamten Galaxis um 10^3 bis 10^4 mal, und das bei einer Ausdehnung des strahlenden Gebietes von etwa 10^{13} bis 10^{16} cm (das ist wenig mehr als die Ausdehnung des Sonnensystems).

Die Helligkeit der Quasare ist zeitlich nicht konstant, sondern ändert sich periodisch um etwa 30 Prozent in einigen Monaten. Diesen Helligkeitsschwankungen ist eine langsamere Periode bis zu einigen Jahren überlagert. Eine ähnliche Periodizi-

tät in der Helligkeit der Strahlung wurde ohne Ausnahme bei allen Quasaren bemerkt und ist eine eindeutige Beobachtungstatsache. Hieran kann die Richtigkeit jeder vorgelegten Hypothese überprüft werden.

Heute sind die drei nachfolgenden Modelle der Quasare am populärsten.

Das Modell eines kompakten Sternhaufens beruht auf den Vorstellungen, daß die Strahlungsenergie im Ergebnis von Zusammenstößen von Sternen freigesetzt wird. Die Zusammenstöße können zur Erscheinung von Supernovae führen und zur Bildung von Pulsaren – rotierenden Neutronensternen, die Radiostrahlung in einem engen Raumwinkel ausstrahlen. Aber damit die Strahlung des Pulsarsystems eine Periodizität besitzt, muß ein Zusammenhang zwischen allen Energieausstrahlungen bestehen. Irgendwelche physikalische Grundlagen für diese Vorstellung gibt es bis jetzt noch nicht. Deshalb ist das Modell der gekoppelten Pulse unter dem Gesichtspunkt der Periodizität offensichtlich nicht brauchbar.

Die von den Pulsaren ausgesandte Energie versucht man auch durch Umwandlung der kinetischen Energie der zusammenstößenden Sterne zu erklären. Jedoch sind die Zusammenstöße der Sterne in einem kompakten Haufen unbedingt zufällig; eine Periodizität in der Helligkeit ist kaum zu erwarten.

Nimmt man aber an, daß die Energiequelle der Quasare ein stark gekoppeltes System ist (im Idealfall ein einziger Körper), wird die Periodizität einfacher erklärbar. Dabei ist an zwei Möglichkeiten gedacht:

Die erste ist sehr attraktiv wegen ihrer Einfachheit. Ein supermassives schwarzes Loch ist von einer dicken Plasmaschicht umgeben. Im Plasma entstehen Ströme von relativistischen Elektronen, die mit dem Magnetfeld wechselwirken und starke elektromagnetische Wellen erzeugen.

Nach dem Modell von L. M. Ozernoj ist die Energiequelle der Quasare ein massiver rotierender magneto-plasmischer Körper – ein Magnetoid.

Im Verlaufe des Gravitationskollapses dichter Sternhaufen im Zentrum der Galaxis kann sich ein massiver Klumpen erhitzten Stoffes bilden. In Wechselwirkung mit dem in diesem Klumpen entstandenen kolossalen Magnetfeld strahlen in der Hauptsache geladene Teilchen des Plasma gewaltige Energien in Form elektromagnetischer Wellen aus.

Das Magnetoid erklärt in natürlicher Weise die Periodizität. Mehr noch, dieses Modell liefert eine Abschätzung, die mit den Beobachtungen der Perioden, Massen und Leistungen vieler Quasare übereinstimmt.

Wie bekannt ist, kann nur die Beobachtung über die Wahrheit dieser oder jener Theorie entscheiden. In diesem Sinne befriedigt die Idee des Magnetoids bis jetzt alle Erfahrungswerte. Die Daten aus dem Modell, das auf den Gravitationseigenschaften des schwarzen Loches beruht, stimmen mit den Beobachtungen etwas schlechter überein. Die endgültige Antwort auf die Frage nach der Quelle der Aktivitäten kann nur durch bessere Beobachtungen gegeben werden.

Lit.: Tolstichin, V., Znanije-sila, 53 (1978), Nr. 1, S. 44.

Übers.: H. Heerdegen

Weitere „Röntgensterne“

Ungefähr 15 neue Quellen hochenergetischer Röntgenstrahlen hat der amerikanische Astronomie-Satellit Heo 1 schon in den ersten 100 Tagen seiner Arbeit im All registriert. Die entlegensten dieser Quellen ist etwa acht Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt. Röntgenstrahlen aus dem Weltraum werden von der Erdatmosphäre blockiert und können daher nur im außerirdischen Raum von Instrumenten erfaßt werden. Das gelang erstmals 1970 mit Hilfe des Satelliten Uhuru, der ungefähr 170 solcher Quellen ermittelte. Inzwischen sind etwa 200 weitere „Röntgensterne“ bekannt.

Heo 1 ist darauf programmiert, Pulse, Quasare, explodierende Galaxien und die sogenannten schwarzen Löcher zu untersuchen. Seine Instrumente verzeichnen besonders Röntgenstrahlen, die von diesen und anderen stellaren Quellen ausgehen. Die Wissenschaftler erwarten, daß Heo 1 in den kommenden Jahren 800 bis 1000 Strahlungsquellen entdecken wird.

Erste Auswertungen der von dem Satelliten übermittelten Daten lassen darauf schließen, daß es sich bei den neu entdeckten Quellen um entfernte Galaxien handelt, deren Röntgenstrahlung auf heiße Gase zurückzuführen ist.

ND 14./15. 1. 78

Der Satellit, der um eine „Mulde“ kreist

Am 22. 10. 1977 wurden von Cape Canaveral mit einer schubverstärkten Delta-Rakete die beiden Satelliten ISEE-A und ISEE-B gestartet (ISEE-International Sun Earth Explorer). Diese Satelliten tragen eine aufeinander abgestimmte Ausrüstung und bewegen sich auf der gleichen Bahn, deren Perigäum etwa 400 km und deren Apogäum ungefähr 128 000 km beträgt. Durch aktive Bahnmanöver verändert sich ihr gegenseitiger Abstand zwischen wenigen und zehntausend Kilometer. Im Sommer 1978 wird dieses System durch ISEE-C ergänzt, der auf eine Bahn um den zwischen Erde und Sonne gelegenen Librationspunkt L_4 in einem Erdband von etwa 1,5 Mio km gebracht wird. Der größte Abstand vom mathematischen Librationspunkt beträgt auf dieser Bahn etwa 700 000 km, die Umlaufzeit etwa 128 Tage. Die Bahn selbst ist nicht völlig stabil, gelegentliche Korrekturen sind also erforderlich.

Von der Erde aus gesehen, besitzt der Satellit damit stets einen Winkelabstand von der Sonne von $> 8^\circ$, da seine Signale sonst von der viel stärkeren solaren Radiostrahlung überdeckt würden.

Gemessen werden von ISEE-C u. a.: Temperatur, Zusammensetzung und Geschwindigkeit des Sonnenwindes, das von diesem mitgeführte Magnetfeld, die solare Teilchenstrahlung von H bis Fe, die solare Röntgenstrahlung sowie elektrische, elektromagnetische und Plasmawellen. Dieses Strahlungsgemisch erreicht kurze Zeit nach der Passage dieses Satelliten die Erde und tritt in Wechselwirkung mit deren Magnetosphäre. Da die Satelliten A und B auf ihrer raumstabilen Bahn im Laufe eines Jahres alle interessierenden Gebiete der irdischen Magnetosphäre durchfliegen, können diese Wechselwirkungen registriert und mit der „unverfälschten“ Strahlung am Satelliten C verglichen werden. Die Satelliten A und C wurden von der NASA, Satellit B von der ESA gebaut.

H.-J. S.

Lit.: Umschau 78 (1978) 4, S. 115, Keppler, E.

VLA beginnt mit der Arbeit

Eines der größten Radioteleskope, das VLA (Very Large Array) in New Mexico (USA), wurde am 20. Febr. 1978 seiner Bestimmung übergeben. Das Y-förmige Gerät, dessen 3 Arme je 17 km lang sind, wird nach seiner endgültigen Fertigstellung über insgesamt 27 Parabolspiegel mit einem Durchmesser von je 25 m verfügen.

H.-J. S.

Lit.: Sky and Telescope 55 (1978) 5, S. 384

Doppelstern mit Planeten?

Nach Beobachtungen von A. N. Deutsch und O. N. Orlowa (Obs. Pulkowo-Leningrad) scheint der Doppelstern 61 Cygni, der in einer Entfernung von 11,1 Lichtjahren steht, mindestens drei große Planeten zu haben. Die beiden Sterne besitzen jeweils etwa 0,6 Sonnenmassen, die Umlaufzeit beträgt 720 Jahre. Nach der Ausmessung von 418 Platten aus Pulkowo und 906 Platten des Sproul-Obs. (USA) scheint die eine Komponente einen Planeten von 6facher Jupitermasse mit 7 Jahren Umlaufzeit, die andere 2 Planeten von 7- und 11facher Jupitermasse mit Umlaufzeiten von 6 bzw. 12 Jahren zu haben.

H.-J. S.

Lit.: Naturwissenschaftliche Rundschau 31 (1978) 2, S. 75

Die Erde hat viele Dellen

Die Erde ist, streng genommen, weder eine Kugel noch ein dreiaxsiges Ellipsoid, sondern ist an zahlreichen Stellen „eingedellt“. Das wurde auf Grund der seit einigen Jahren mit Satelliten möglich gewordenen Präzisionsmessungen bekannt. Die gemessenen Differenzen gegenüber dem internationalen Ellipsoid betragen z. B. auf Neuguinea +50 m, im Bermuda-Dreieck -60 m, südlich von Vorderindien -120 m, im Gebiet von Kalifornien -50 m und auf der iberischen Halbinsel +50 m. Sie sind also, bezogen auf den Erddurchmesser, sehr klein. Bei einem Durchmesser der Erdkugel von 1 m lägen diese Geoidabweichungen bei einigen µm, die höchsten Gebirge würden weniger als 1 mm „auftragen“.

H.-J. S.

Lit.: Umschau 78 (1978) 6, S. 177. Gruschinskij, N. P. und Strojew, P. A.

Ballonsonde mißt Magnetfeld

Von Palestine (Texas-USA) starteten Wissenschaftler des Max-Planck-Institutes für extraterrestrische Physik (BRD) mit einem heliumgefüllten Ballon von etwa 100 m Durchmesser eine 380 kp schwere Meßgondel. Während eines achtstündigen Fluges in 42 km Höhe wurde die Röntgenstrahlung eines Neutronensternes im Doppelsternsystem Her X 1 vermessen. Röntgenstrahlung wird von der irdischen Atmosphäre vollständig absorbiert und kann daher nur oberhalb derselben registriert werden. In 42 km Höhe liegen etwa 99% der Atmosphäre unterhalb des Ballons. Her X 1 befindet sich in etwa 12000 Lichtjahren Entfernung. In diesem System umkreisen sich in etwa 3 Mio. km Entfernung ein Neutronenstern (wahrscheinlich der Überrest einer Supernova) von etwa 20 km Durchmesser und eine „normale“ Komponente von etwa 2 Mio km Durchmesser. Von der Erde aus gesehen, liegt Bedeckungslichtwechsel vor, das System war bisher schon als der Veränderliche HZ Her bekannt. Die Umlaufzeit des Neutronensternes um den gemeinsamen Schwerpunkt beträgt 1,7 Tage, seine Rotationszeit aufgrund der Periode der gemessenen Röntgenimpulse 1,24 s. Von der Ballonsonde wurde das Röntgenspektrum bis 80 keV gemessen und aus den festgestellten Emissionslinien das Magnetfeld zu 460 MT $\pm 10\%$ (Mega-Tesla) = $4,6 \cdot 10^{12}$ Gauß gemessen (Erde 0,5 Gauß; Sonnenflecken mehrere tausend Gauß).

H.-J. S.

Lit.: Technische Rundschau 70 (1978) 16, S. 31

Die Rotation des Uranus

Die Rotationszeit des Uranus wurde bisher zu 10^h 48^m angenommen. Am 4-m-Spiegel des Kitt Peak Observatoriums wurden bei einer Wellenlänge von 535 nm elektronisch verstärkte Spektraufnahmen erhalten. Daraus ergab sich die Rotationszeit des Uranus zu (15,6 $\pm$ 0,8) h. Die Rotationsachse steht senkrecht auf der Bahnebene der großen Monde. Ähnlich wie bei Jupiter und Saturn rotiert die Atmosphäre am Äquator schneller als in höheren Breiten.

H.-J. S.

Lit.: Umschau 78 (1978) 10, S. 318

Zwei ungewöhnliche Kleinplaneten

An der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile wurden im Februar 1978 zwei neue Kleinplaneten der Apollgruppe entdeckt. 1978 CA wurde am 8. Februar als Objekt 17. Größe entdeckt. Er hat eine Umlaufzeit von 1,19 Jahren, am 5. Juni 1978 durchlief er sein Perihel mit 0,883 AE (132 Mio km) Sonnenabstand. Am 8. März kam er der Erde auf 14 Mio km nahe und war damals 14. Größe. Auf Grund radometrischer und optischer Beobachtungen wurde der Durchmesser zu etwa 2 km und die Albedo (Reflexionsvermögen) zu etwa 6% bestimmt. Er zeigt einen Lichtwechsel mit einer Amplitude von 0,8 mag bei einer Periode von 3,46^{min}.

Der zweite Kleinplanet, 1978 DA, wurde am 15. Febr. 1978 entdeckt. Er passierte die Erde am 15. März in einer Entfernung von 13 Mio km. Sein Durchmesser liegt bei etwa 1 km, das Perihel bei 153 Mio km (Durchlauf am 5. März). Seine Bahn besitzt die relativ hohe Exzentrizität von 0,588.

H.-J. S.

Lit.: Sky and Telescope 55 (1978) 5, S. 383

Neutraler Wasserstoff um M81 und M82

Durch den Nachweis weit ausgedehnter und vom Zentrum der irregulären Galaxis M82 ausgehender H₂-Filamente galt dieses System bisher als das Paradebeispiel einer explodierenden Galaxis. S. T. Gottesmann und L. Wellachew haben die Umgebung von M81 und M82 im Lichte der Wellenlänge des neutralen Wasserstoffs (21-cm-Linie) neu untersucht. Danach umfaßt eine weit ausgedehnte Wolke von etwa 1,4 Mrd. Sonnenmassen beide Galaxien. Etwa 10% davon sind um M82 konzentriert und deutlich asymmetrisch verteilt. Außerdem nimmt die Radialgeschwindigkeit des Gases mit der Entfernung von M81 zu und enthält auch keine zu M82 symmetrische Komponente. Die Autoren schlagen deshalb vor, daß die Verteilung des H-I-Gases durch die Gezeitenwechselwirkung zwischen beiden Galaxien erklärt wird. Bei dieser Deutung spielt sich in M82 eher eine Implosion als eine Explosion ab: Gas und Staub regnen auf die Galaxis herab und lösen in ihrem Zentralgebiet eine außergewöhnlich aktive Sternentstehung aus, die die beobachtete Ionisation großer interstellarer Gasmassen zur Folge hat und wofür bisher die Explosion verantwortlich war.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 7-8, S. 258

Ein bemerkenswertes BL-Lacertae-Objekt

Das Spektrum dieser Objekte ist nicht thermischen Ursprungs, die Intensität steigt vom Optischen kontinuierlich bis ins Infrarote an. Der kürzliche Nachweis schwacher Emissionslinien im optischen Bereich stellt einen ersten Fortschritt bei der Erforschung des Spektrums dar. Das BL-Lacertae-Objekt 1400 + 162 liegt am Rande eines kleinen Galaxienhaufens und ist wahrscheinlich physikalisch mit ihm verbunden. Bei 4635 Å ist eine schwache, aber scharfe Emissionslinie zu erkennen. Die benachbarte Haufengalaxis besitzt eine Rotverschiebung von 0.244. Die gefundene Linie könnte daher mit der O II-Linie bei 3727 Å identisch sein, woraus eine Rotverschiebung von 0.245 und eine Absolutheitigkeit von $M = -23.4$ für 1400 + 162 resultiert. Das Objekt wäre also für einen Quasar zu schwach. Die erstmals gelungene Identifikation mit einer Radioquelle hingegen zeigt typische Doppelstruktur mit einer spektralen Leuchtkraft von $5 \cdot 10^{33} \text{ erg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Hz}^{-1}$, die für Quasare charakteristisch ist. Diese Ergebnisse stärken die Hypothese, daß es zwischen BL-Lacertae-Objekten und Quasaren fließende Übergänge gibt.

H.-J. S.

Sterne und Weltraum 16 (1977) 11, S. 372

Internationaler Infrarot-Astronomiesatellit

Die USA, die Niederlande und Großbritannien bereiten gemeinsam ein Satellitenprojekt unter der Bezeichnung IRAS (Infrared Astronomy Satellite) vor. Man erhofft sich bei einer einjährigen Beobachtungszeit die Aufstellung einer Infrarot-Himmelskarte, die bis zu 1 Mio. Quellen enthalten könnte. Sowohl entstehende als auch am Ende ihrer Entwicklung befindliche Sterne könnten damit erfaßt werden, deren Beobachtung von der Erde durch den Einfluß der Atmosphäre nicht möglich ist. Der Satellit soll von den Niederlanden, ein 60-cm-Teleskop von der NASA entwickelt werden, während Großbritannien die Bodenüberwachung übernimmt. Im März 1981 soll der Start von IRAS in eine 900 km hohe Polarbahn erfolgen.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 7-8, S. 245

Neue Fotos von 30 Doradus

Eines der eindrucksvollsten Objekte am Südhimmel ist die als Tarantelnebel bekannte H II-Region 30 Doradus in der Großen Magellanschen Wolke. Dieser Gasnebel von 500 000 Sonnenmassen bildet das Zentrum einer Spiralstruktur von 340 pc Durchmesser. Eine solch riesige H II-Region kann nur durch eine größere Gruppe junger, heißer Sterne angeregt werden. Die ersten guten Fotos wurden 1976 mit dem neuen 3.6 m-Teleskop der ESO erhalten. Eine englische Gruppe hat den Nebel mit drei Teleskopen bei verschiedenen Wellenlängen untersucht. Die Fotos zeigen eine Vielzahl von Filamenten, offenbar Ionisationsfronten, die von der Seite gesehen werden. Der anregende Sternhaufen liegt vermutlich in einer dem Betrachter zugewandten Hohlung am Rande einer riesigen Wolke neutraler Materie. Offenbar handelt es sich um Systeme mehrerer Hüllen. In den Außenzonen lagernde neutrale Materie wird von der massiven H I-Wolke angezogen und stürzt in die Hohlung hinein, während sich um die heißen Sterne teilweise neue expandierende Hüllen bilden. Die hineinfallende Materie könnte der Überrest einer früheren Supernova sein, was die filamentartige Struktur von 30 Doradus erklären würde.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 7-8, S. 256

Eine neue Periode im Röntgendoppelstern Cyg X 1?

Die Erscheinungen dieses Objektes sind nach wie vor nicht vollständig geklärt. Diese zu den 3 scheinbar hellsten Röntgenquellen gehörende weist unregelmäßige Pulse bis in den Millisekundenbereich auf, die auf eine sehr kleine Quelle deuten. Im März/April 1974 nahm die Röntgenintensität um den Faktor 4 ab, gleichzeitig erschien am selben Ort eine neue Radioquelle. Optisch wird das Objekt mit dem spektroskopischen Doppelstern HD 226 868 (Periode 546) identifiziert, dessen Hauptkomponente ein blauer Überriese von etwa 20 Sonnenmassen ist. Der Begleiter besitzt eine Masse von 4-5 Sonnenmassen. Da dieser durch den Mechanismus der Röntgenstrahlerzeugung ein kompaktes Objekt sein muß, da weiße Zwerge oder Neutronensterne dieser Masse jedoch nicht mehr stabil sind, schließt man auf die erstmalige Entdeckung eines bisher nur theoretisch vorausgesagten Schwarzen Loches.

H.-J. S.

Lit.: Naturwissenschaften 65 (1978) 4, S. 205. (Eichendorf, W. und Reinhardt, M.)

Zwei Schalen in Cas A

Nach T. Bell zeigen neueste Messungen mit dem 5 km-Radioteleskop von Cambridge im Vergleich zu solchen von 1969, daß sich die zahlreichen im Radiobild sichtbaren Knoten in der expandierenden Schale verschoben haben und heller geworden sind. Die Radiostrukturen expandieren etwa mit $1/3$ der Geschwindigkeit der im Optischen leuchtenden Gasmassen der Schale. Die optischen Strukturen expandieren mit etwa 5000 km/s und zeigen kurzzeitige Helligkeitsänderungen. Zur Deutung schlägt der Autor folgendes Modell vor: Die vor 300 Jahren explodierende Supernova schleuderte eine Gasschale mit 10 000 km/s in das interstellare Medium. Diese Schale reicherte sich in den 300 Jahren mit interstellarer Materie an und vergrößerte ihre Masse um ein Vielfaches, wobei ihre Geschwindigkeit auf 1500 km/s absank. Wenig später entstand im Zentrum eine zweite Schale, die nur mit 5000 km/s expandierte, jedoch einen „leergefegten“ Raum vorfand. Heute überholt daher die zweite Schale die erste mit einer Relativgeschwindigkeit von 3500 km/s, wobei Schockfronten und Ionisationsgebiete entstehen, die als optische Strukturen sichtbar sind.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 6, S. 211

Neptun ist heller geworden

Nach Beobachtungen von R. Joyce (Kitt Peak Obs.) hat die Infrarotelligkeit von Neptun im Zeitraum April 1975 bis März 1976 um mehr als das Vierfache zugenommen. In den höheren Schichten der Wasserstoff- und Methanatmosphäre konnte auch die Bildung von Wolken nachgewiesen werden. Bisher wurde angenommen, daß weder Uranus noch Neptun Helligkeitsschwankungen zeigen. Daher wurden diese Planeten als Standards für Helligkeitsbestimmungen an Jupiter, Mars und Venus verwendet, was nun nicht mehr möglich ist.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 6, S. 211

Der Streit um die Hubble-Konstante geht weiter

De Vaucouleurs schloß aus der Differenz der scheinbaren Helligkeiten einer Galaxis und der in ihr enthaltenen hellsten Sternhaufen auf die Absolutheit dieser Galaxis. Das Verfahren wurde mit Hilfe der bekannten Entfernung von 5 Galaxien der lokalen Gruppe geeicht und damit die Entfernung der Galaxienhaufen Vir I, For I und Hya I neu bestimmt. Die daraus berechnete Hubble-Konstante ergab sich zu $86 \pm 9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ in guter Übereinstimmung mit nach anderen Methoden gefundenen Werten, jedoch mit einer deutlichen Differenz zu dem von Sandage und Tamman propagierten Wert von $50 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 6, S. 211

Betrachtungen zum Maunder-Minimum der Sonnentätigkeit

Als „Maunder-Minimum“ wird eine Periode ungewöhnlich schwacher Sonnentätigkeit von 1645–1715 bezeichnet. In dieser Zeit soll die elfjährige Fleckenperiode fast erloschen sein. Bekanntlich unterliegt der elfjährige Zyklus noch einer achtzigjährigen Periode, die die Absoluthöhe der Maxima bestimmt. Es ist daher damit zu rechnen, daß in der Zeit des Maunder-Minimums ein besonders tiefes Minimum des achtzigjährigen Zyklus eingetreten ist. Der Autor untersuchte besonders die zeitliche Lage der Maxima in den elfjährigen Zyklen, d. h. den Gang der Asymmetrie der Fleckenkurve und findet die obige Annahme bestätigt. Im Verlaufe der Asymmetriekurve zeigt sich ein dritter, ultralanger Zyklus der Sonnentätigkeit, von dem bisher nur ein Minimum, das Maunder-Minimum, und ein bis in die Gegenwart aufsteigender Ast bekannt sind. In den nächsten Jahrzehnten ist daher kein neues Maunder-Minimum der Sonnenfleckenaktivität zu erwarten, sondern nur eine auf dem achtzigjährigen Zyklus beruhende Zeit mäßiger Maxima.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 7–8, S. 229. (Gleissberg, W.)

Buchbesprechungen

Aus dem Leben eines Weltraumpioniers – Juri Gagarin

Am 10. März gedachten die Völker der Erde des Mannes, der als erster Mensch die Erde aus einer Raumkapsel sah. Vor zehn Jahren gab er bei einem Testflug sein Leben, das er ganz in den Dienst des Fortschritts in Wissenschaft und Technik im allgemeinen, speziell aber in der seiner sozialistischen Heimat gestellt hatte. Aus diesem Anlaß legte der Verlag Neues Leben die Übersetzung der vom Autor überarbeiteten zweiten russischen Ausgabe des biographischen Mosaiks über Juri Gagarin (in gekürzter Form) vor.

Ein Mosaik ist dieses Buch tatsächlich, denn in ihm erzählen „... seine nächsten Angehörigen, ... seine Lehrer, ... seine Freunde“, Leiter, Organisatoren, Teilnehmer des Starts von „Wostok 1“ und andere Persönlichkeiten.

In bewundernswerter Kleinarbeit hat Adolph Dichtjar den Lebensweg des ersten Weltraumpioniers nachgezeichnet. Dabei führt er dem Leser das Bild eines Menschen unserer Tage vor Augen, in dem die Stationen des Helden nicht einfach in chronologischer Reihenfolge aufgeführt sind. Vielmehr werden aus den Schilderungen und Reportagen die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen sozialistischer Gesellschaft und Einzelpersonlichkeit einerseits und derjenigen zwischen dem Charakter eines starken Menschen und seinem Kollektiv andererseits deutlich, die nicht zuletzt mitentscheidend für die grandiosen Erfolge der Sowjetunion in den 60 Jahren ihres Bestehens waren. Die Art, wie Dichtjar sein Anliegen journalistisch umgesetzt hat, bewahrt ihn und sein Werk vor der Schwarz-weiß-Malerei, sie bewirkt beim Leser anhaltendes Interesse und tiefere Einsichten in die konkreten Lebensbedingungen sowjetischer Menschen der fünfziger Jahre. Das Buch ist in fünf Hauptabschnitte gegliedert. Im „Prolog“ wird die Entwicklung des jungen Gagarin bis hin zu seiner Berufung in die im Aufbau befindliche Kosmonautenabteilung skizziert.

Der zweite und dritte Abschnitt – „Achtung, an den Start“ und „Der Tag des Ruhmes“ lassen uns die vielfältigen Vorbereitungen auf das historisch bedeutsame Ereignis und dieses selbst nacherlebbar werden. Diese Seiten verdeutlichen, wie hart von allen Beteiligten um den Sieg gerungen wurde.

Der vierte Teil, „Vor den Augen der Welt“, ist wohl von der menschlichen Seite her gesehen der beeindruckendste, weil wir darin den zwar nun berühmten, doch bescheiden gebliebenen Gagarin kennenlernen, der sich nicht auf dem Lorbeer ausruht, sondern einem ausländischen Korrespondenten antwortet: „Mich ausruhen? Bei uns in der Sowjetunion arbeiten alle, und vor allem die berühmten Leute“.

„Im Gedächtnis und im Herzen“ ist das Schlußkapitel des Buches überschrieben. Und man muß gestehen, mit diesem reich illustrierten Buch ist neben die schon in Stein gehauenen Denkmale nun ein literarisches gesetzt, das nicht nur im Besitz von Lehrern sein sollte. Jeder, der über die bemannte Raumfahrt spricht, sollte nun auch zu diesem Buch bei seinen Vorbereitungen greifen. Ganz besonders aber sei dieses Buch unserer Jugend empfohlen, die Vorbilder sucht und braucht.

HEINZ ALBERT

Adolph Dichtjar: Juri Gagarin. Aus dem Leben eines Weltraumpioniers. Biographisches Mosaik. Verlag Neues Leben, Berlin 1977; 359 Seiten, 100 Abbildungen. Preis: 12,50 M (DDR).

1979	PLANETENSICHTBARKEIT (I)										für d. Monatsmitte
	Planet geht vor Sonne auf				ganze Nacht sichtbar		geht nach Sonne unter				
	un-sicht-bar	Std.					Std.			un-sicht-bar	
		2	3	4			4	3	2		
J	♂			♀		♂ 2					
F	♂		♀			♂ 2					
M	♂	♀				♂ 2				♀	
A	♂♂					♂ 2					
M	♂♂					♂ 2					
J		♀	♂					♂ 2		♀	
J		♀		♂						♂ 2	
A	2♀	♂		♂							♂
S	♂		2		♂						♀♀
O			♂	2	♂						♀♀
N				♂ 2	♂						♀♀
D		♀			♂♂ 2					♀	

1979	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	♏/♐	♏/♐	♏/♐	♏	♏	♏	♏	♏	♏	♏

S. P. Koroljow

Der Autor ist, wie aus den Ausführungen hervorgeht, ein Enthusiast, der mit Koroljow direkten Kontakt hatte, dabei war und zahlreiche persönliche Kontakte mit ihm hatte. Aus der Sicht dieser Erlebnisse ist dieses Buch ein erster Teil des Werkes, der die Jugendzeit von Koroljow vom Segelfliegerkonstrukteur bis hin zum Chefkonstrukteur beschreibt. Zahlreiche detailliert dargestellte Episoden, die die Persönlichkeit dieses hervorragenden Mannes charakterisieren, findet man hier.

Bei den Beschreibungen der Episoden aus der Jugendzeit Koroljows stützt sich der Autor auf wissenschaftliche Veröffentlichungen und Aussagen seiner Chefs, Mitarbeiter, Freunde und Verwandten. Möglicherweise hatte er auch viele persönliche Gespräche mit dem späteren Chefkonstrukteur.

Er schildert im weiteren Koroljow aus persönlichem Erleben. Schon zur Zeit der Starts der ersten interkontinentalen ballistischen Rakete im August 1957 hatte er mit ihm Kontakt. Beinahe plastisch kann der Leser dieses für die Entwicklung der Raumfahrt wesentliche Ereignis miterleben. Auch die weiteren Ereignisse, der Start des ersten Sputniks am 4. Oktober 1957, den von Sputnik 2 mit der Hündin Laika an Bord, die dazu notwendigen Vorbereitungen und Entscheidungen, die Koroljow stets nach eingehenden Beratungen mit den Kollektiven seiner Ingenieure und Wissenschaftler zusammen mit Fachexperten geführt wurden, erleben wir in diesem Buch sozusagen in der Retrospektive.

Weiter geschildert werden die Starts und die Vorbereitungen der ersten drei Mondsonden im Jahre 1959, die der ersten unbemannten Raumschiffe des Jahres 1960 und 1961 und schließlich der erste Flug Juri Gagarins. Die liebevolle Fürsorge Koroljows für die erste Kosmonautengruppe, die vielen freundschaftlichen Gespräche, die er vor dem Start mit ihnen führte, die ständige Funksprechverbindung, die er während des Fluges mit ihnen hatte und viele andere, bisher unbekannte Einzelheiten können wir hier lesen.

Bedauerlicherweise nicht erwähnt ist die Tatsache, daß er auch die Grundkonzeption der folgenden sowjetischen Raumschiffe vom Typ Sojus bereits entwickelt hatte.

Im Anhang finden wir eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten des Lebens dieses Raumfahrtpioniers sowie eine Zusammenfassung seiner wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

P. T. Astachenkow: S. P. Koroljow. (Bibliographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Band 21). B & B Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1977. Kartoniert 10,- M.

KARL-HEINZ NEUMANN

SPZ 31052

Unsere Autoren:

Karl-Heinz Neumann, 1207 Zepernick, Heinestraße 90
Horst Hoffmann, 112 Berlin, Lindenallee 49
Dipl.-Phys. Wolfgang Häußel, 0901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium
Dr. D. Möhlmann, 15 Potsdam, Telegrafenberg
Willi Schulze, 301 Magdeburg, Beimsstraße 39
Heinz Albert, 963 Crimmitschau, Straße der Jugend 8
Dietmar Böhme, 4851 Nessel, Nr. 11
Helmut Busch, 7302 Hartha, Bruno-H.-Bürger-Sternwarte
Arnold Zerkert, 15 Potsdam, Seestraße 4
Gudrun und Dietmar Kittel, 88 Zittau, Willi-Gall-Straße 25
Jochim Kleffe, 251 Rostock 5, Nützenweg 11
Hans Heerdegen, 92 Freiberg, Franz-Kögler-Ring 11
H.-J. Schulz, 8055 Dresden, Pillnitzer Landstraße 141

EVP 1,50 M

6¹⁹⁷⁸ Astronomie und Raumfahrt



INHALT

Sonnenflecken und Gezeitenkräfte · Dr. E. Hantzschke	161
Noch einmal: Der angebliche Meteoritenkrater Wipfelsfurt · J. Classen	167
Die Bedeutung der indirekten Sondierung der Atmosphäre	170
Vorläufige Sonnenfleckenrelativzahlen 1978, März bis August · Prof. Dr. M. Waldmeier	173
Unsere Weltraumforschung ist auf das Wohl der Menschen gerichtet · Prof. Dr. Claus Grote	174
Der Beitrag der DDR zum „Interkosmos“-Programm der sozialistischen Länder	175

Bildseiten

Karte und Meteoritenfotos zum Beitrag auf Seite 167	1 – IV
---	--------

Amateure beobachten und berichten

Die Atmosphäre fester Himmelskörper · Manfred Schrötter	181
Höhenballone — ein lohnendes Beobachtungsobjekt · Mathias Schmögner	183
Auswertung der Beobachtungen zur Venusdichotomie 1977 · Hans-Joachim Schulz	185
Wettbewerb des ZfA Astronomie, sechste Aufgabe	187
Beobachtung von Mikrometeoriten · Detlev Mehmel	188

Aus der Literatur

Erforschung der Venus — Das NASA-Programm Pioneer-Venus	188
Sternentstehung in elliptischen Galaxien — Venus und Merkur im Fernrohr — Lenin-Preisträger Radarecho von Ceres — Astronomiesatellit IUE — Pluto hat einen Mond	189
Beobachtungsergebnisse des Satelliten IUE — Schwefelsäureregen auf Venus? — Satellit TIROS-N — Neue geophysikalische Raketen der UdSSR	190
Wann erfolgt der erste Flug zu den Sternen? — Neuer Planetoid entdeckt — Skylab reaktiviert — Der Magellansche Strom — Entstehung von Leben in interstellaren Staubwolken? — HELIOS-Missionen bis 1980?	191
Fotografische Beobachtung von Meteoriten	192

Buchbesprechungen

Kosmische Trilogie — Leben wir unter kosmischen Einflüssen?	3. Umschlagseite
Meteorite — Materie des Kosmos	4. Umschlagseite

Redaktionsschluß: 20. 9. 1978

Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. — Redaktion: Dr. Siegfried Marx (Chefredakteur, Astronomie), 6901 Tautenburg, Karl-Schwarzschild-Observatorium; OL Heinz Albert (Amateure beobachten und berichten), 963 Crimmitschau, Straße der Jugend 8; Arnold Zenkert, 15 Potsdam, Seestraße 17; Bernd Zili (Junge Amateure), Pionier- und Volkssternwarte 9412 Schneeberg; Karl-Heinz Neumann (Raumfahrt), 1297 Zepernick, Heinestraße 90; Artur Hockauf (verantwortlicher Redakteur), 1157 Berlin, Marksburgstraße 13, Redaktionssitz: 104 Berlin, Hessische Straße 11/12. Fernsprecher 2829744.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Manuskripte werden nur in doppelter Ausfertigung (mit Durchschlag) angenommen.

Umschlaggestaltung: Gerd Löffler, Jena.

„Astronomie und Raumfahrt“ erscheint 1978 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.

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

Die Sonnenflecken, diese „kalten“ Konvektionsgebiete in der Photosphäre der Sonne, gehören zu den eindrucksvollsten Phänomenen auf unserem Zentralgestirn. Sie treten bekanntlich mit stark wechselnder Häufigkeit auf, wobei der berühmte 11-jährige Zyklus besonders auffällig ist (Abb. 1). Tatsächlich verändern sich die Anzahl und die Größe der Flecken in noch viel kürzeren Zeitspannen, und diese Veränderungen erscheinen völlig regellos. Man kann nicht voraussagen, wann und wo neue Flecke auftauchen werden. Selbst der 11-jährige Rhythmus ist keine strenge Periodizität, die Höhe der Amplituden schwankt, und die Dauer der einzelnen Zyklen variiert um mehrere Jahre. Alle Versuche, diese Veränderungen durch Überlagerung aus mehreren Perioden zu erklären, sind bisher gescheitert. Aus der Analyse der Fleckenkurven kann man lediglich einige empirische Regeln über den Verlauf von Zyklen ableiten.

Was kann nun die (astro)physikalische Theorie zu diesem Phänomen sagen? Die Sonnenphotosphäre wie auch die tiefer liegenden Schichten der Sonne bestehen aus einem Plasma, in dem starke Strömungen auftreten und elektrische Ströme fließen können. Die Magnetohydrodynamik untersucht solche Prozesse. Man kann nun zeigen, daß unter gewissen Bedingungen, die wir hier nicht diskutieren wollen, durch Plasmaströmungen und Plasmaturbulenz lokalisierte Magnetfelder aufgebaut und elektrische Ströme erzeugt werden können („Dynamo-Effekt“). Solche Magnetfelder hoher Feldstärke werden auch in den Sonnenflecken beobachtet, sie spielen eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Sonnenflecken.

Durch sorgfältige Untersuchungen ist es gelungen – unter Einbeziehung der Eigenschaften der Sonne (vor allem des starken Energieflusses aus dem Sonneninnern, der Temperatur- und Dichtegradienten, der Existenz einer Konvektionszone, der differentiellen Rotation der Sonne) – eine Reihe von Eigenschaften der solaren Magnetfelder und der Sonnenflecken theoretisch zu erklären, wobei auch thermodynamische Überlegungen berücksichtigt werden müssen. Andere Fragen sind jedoch noch völlig offen, und dazu gehört auch die Ableitung und Begründung der Zeitabhängigkeit des Auftretens von Sonnenflecken und deren Vorhersage, die ja zugleich eine Vorausberechnung der gesamten Sonnenaktivität wäre, mit der das Erscheinen von Sonnenflecken eng gekoppelt ist.

Nun gibt es aber noch eine ganz andere Möglichkeit zur Erklärung der Sonnenflecken, insbesondere ihrer Zeitabhängigkeit. Es könnte nämlich sein, daß sie eine durch **äußere** Kräfte erzwungene Erscheinung sind. Als äußere Kräfte kommen dabei nur die Gravitationswirkungen der Planeten in Betracht, die auf der Sonne **Gezeiten** hervorrufen, genau wie der Mond (und die Sonne) auf der Erde. Schon kurz nach der Entdeckung der 11-jährigen Häufigkeitsschwankung der Sonnenflecken hatte Wolf 1859 auf die damit nahezu übereinstimmende Periode des Jupiterumlafs hingewiesen, so daß möglicherweise ein ursächlicher Zusammenhang bestehen könnte. Auch später – bis in die letzten

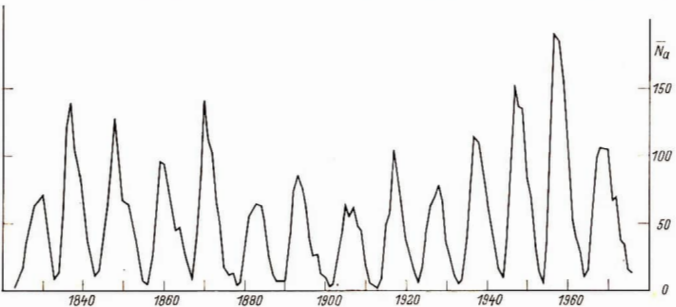


Abb. 1: Sonnenflecken-Relativzahlen, jährliche Mittelwerte $\bar{N}_a$ (1823 bis 1976).

Jahre (Wood 1972) — sind immer wieder Versuche gemacht worden, die Entstehung von Sonnenflecken durch die Gezeitenkräfte zu beweisen. Da auch hierbei die Vorgänge im einzelnen viel zu kompliziert und undurchsichtig sind als daß man sie theoretisch ableiten könnte, muß man sich darauf beschränken, nach Übereinstimmungen zwischen der Stärke der Gezeitenkräfte (Amplitude A) auf der Sonne und der Anzahl und Größe der Sonnenflecken zu suchen, wobei als geeignetes Maß für die letzteren die Züricher Sonnenflecken-Relativzahlen N üblich geworden sind.

Die Gezeiten entstehen durch „differentielle“ Gravitationskräfte, d. h. durch die unterschiedliche Stärke und Richtung der Gravitationsbeschleunigungen, denen die verschiedenen Massenelemente des betreffenden Körpers (hier: der Sonne) unterliegen. Wenn m_p die Masse des Planeten ist, der die Gezeitenwirkungen verursacht, r_p die Entfernung Planet-Sonnenmittelpunkt, und R_s der Sonnenradius, so wird im heliozentrischen Winkelabstand θ vom Subplanetenpunkt (Abb. 2) die gezeiten-erzeugende Kraft

$$\vec{K} = - \frac{G m_p R_s}{r_p^3 r_p} \cdot \begin{pmatrix} \frac{3}{2} \cos 2\theta + \frac{1}{2} \\ \frac{3}{2} \sin 2\theta \end{pmatrix} \quad (1)$$

pro Masseneinheit wirksam. Dabei ist angenommen, daß $r_p \gg R_s$ ist, G ist die Gravitationskonstante. (1) beschreibt die beiden Komponenten der Kraft normal (oben) und tangential (unten) zur Oberfläche der Sonne. Maxima der Gezeitenamplitude liegen bei $\theta = 0^\circ$ und $\theta = 180^\circ$ (d. h. in Richtung Planet und in Gegenrichtung).

Für den heliozentrischen Ort eines Planeten (Länge λ in seiner Bahn) und für seine Entfernung r_p können wir — wenn die Exzentrizität seiner Bahn $\varepsilon \ll 1$ ist — näherungsweise ansetzen

$$\lambda \approx \lambda_0 + \mu t + 2\varepsilon \sin(\lambda_0 - \lambda_p + \mu t) \quad (2a)$$

$$r_p = \frac{a(1 - \varepsilon^2)}{1 + \varepsilon \cos(\lambda - \lambda_p)}, \quad (2b)$$

dabei ist λ_p die Perihellänge, μ die Winkelgeschwindigkeit (z. B. mittlere tägliche Bewegung), a die große Bahnhalfachse.

Wenn nun mehrere Planeten gleichzeitig einwirken, überlagern sich die von ihnen verursachten Gezeitenkräfte, und durch ihre Bewegung um die Sonne, die bekanntlich mit sehr unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeiten erfolgt, verändert sich ständig die Größe und Richtung der Gezeitenkräfte. Sie können sich gegenseitig verstärken oder schwächen. Beispielsweise tritt eine maximale Auslöschung ein, wenn zwei Planeten (heliozentrisch) in Quadratur stehen (d. h. $\Delta \lambda = 90^\circ$ oder 270°), dagegen addieren sich ihre Wirkungen bei Konjunktion oder Opposition (0° , 180°).

Die wichtigsten gezeitenenerzeugenden Planeten sind Merkur, Venus, Erde und Jupiter. Wenn man die Gezeitenwirkung der Erde (in mittlerer Entfernung von der Sonne) = 1 setzt — einschließlich Mond 1,01 —, so erhält man für die Gezeitenkräfte des Merkur 0,95, der Venus 2,15, und des Jupiter 2,26 (alle Werte bei mittlerem Abstand von der Sonne). Durch die Exzentrizität der Bahnen schwankt die Gezeitenwirkung noch etwas, besonders stark bei Merkur.

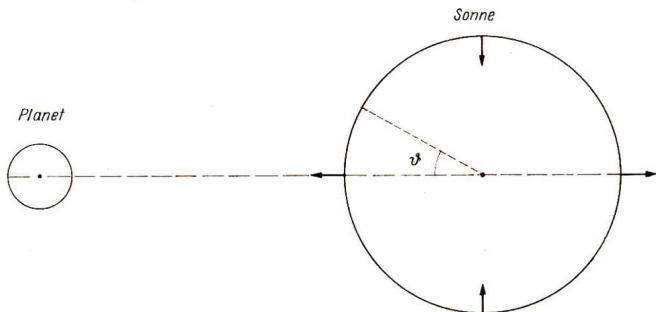


Abb. 2: Gezeitenkräfte eines Planeten auf der Sonne, schematisch.

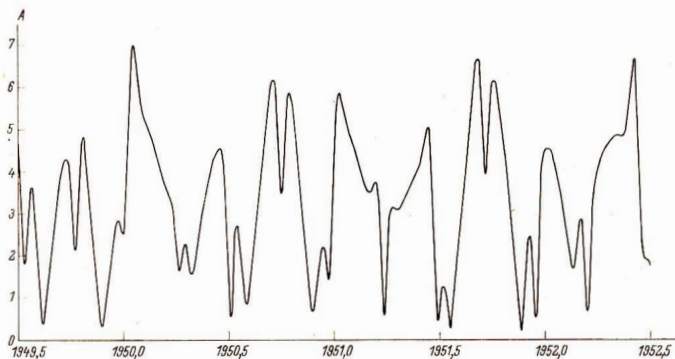


Abb. 3: Planetare Gezeitenamplitude A auf der Sonnenoberfläche zwischen 1949, 5 und 1952,5.

Was sich schließlich durch die Überlagerung der Gezeitenkräfte ergibt, zeigt in einem Beispiel Abb. 3: eine stark unregelmäßige Fluktuation der Gezeitenamplitude A (in der genannten Maßeinheit). Auch die Richtung der beiden „Flutberge“ verändert sich ständig, wobei häufig auch rückläufige Bewegungen vorkommen.

Wenn wir nun die Gezeitenamplituden A mit den täglichen Sonnenflecken-Relativzahlen N vergleichen, erhalten wir beispielsweise für den Zeitraum 1969, 5 bis 1970, 0 die in Abb. 4 dargestellten Kurven. Dieses Halbjahr wurde gewählt, weil es mitten in das letzte Sonnenfleckenmaximum fällt; andere Zeitintervalle ergeben jedoch im Prinzip das gleiche Bild: Es findet sich nämlich keine erkennbare Beziehung zwischen beiden Größen, die vorherrschenden Perioden sind sehr verschieden, die Maxima und Minima stimmen nicht überein. Wir müssen daraus schließen, daß eine Auslösung oder gar Erzeugung der Sonnenflecken durch die Gezeitenkräfte offenbar nicht vorliegt, zumindest nicht nachweisbar ist.

Damit sind jedoch noch nicht alle Möglichkeiten für eventuelle Zusammenhänge erschöpft. Es könnte ja sein, daß zwar die kurzfristigen Schwankungen nicht im einzelnen durch die Gezeitenkräfte erklärt werden können, wohl aber die jährlichen Mittelwerte und damit die elfjährige Periode. Wir

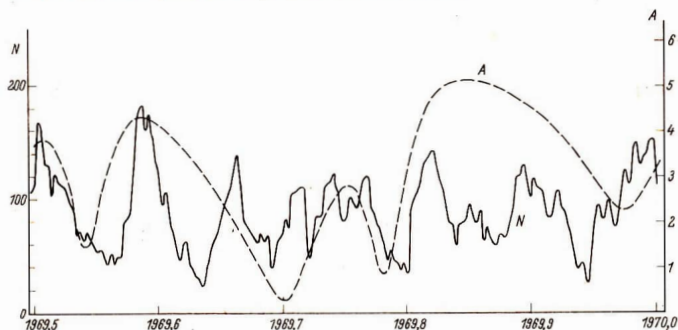


Abb. 4: Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen N (ausgezogene Kurve) und Gezeitenamplitude A (gestrichelte Kurve) für den Zeitabschnitt 1969,5 bis 1970,0.

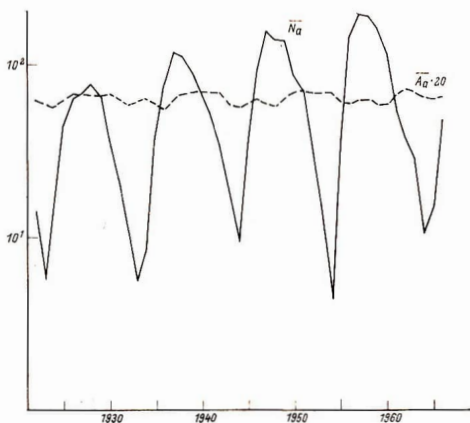


Abb. 5:
Jährliche Mittelwerte der
Sonnenflecken-Relativ-
zahlen $\bar{N}_a$ (ausgezogene
Kurve) und der Gezeiten-
amplitude $P_1 \bar{A}_a$ (gestrichelt)
für den Zeitraum 1922 bis
1966 (mit dem willkür-
lichen Normierungsfaktor
 $p_1 = 20$).

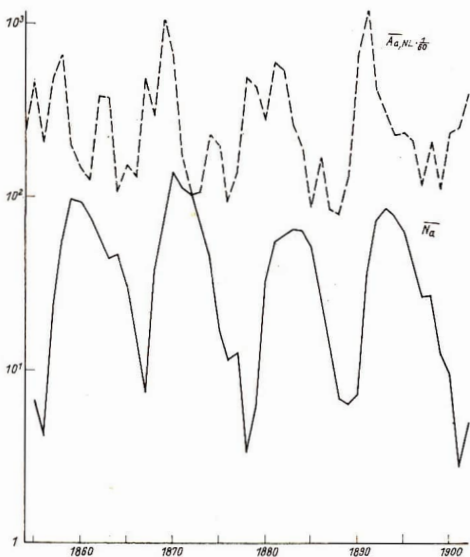
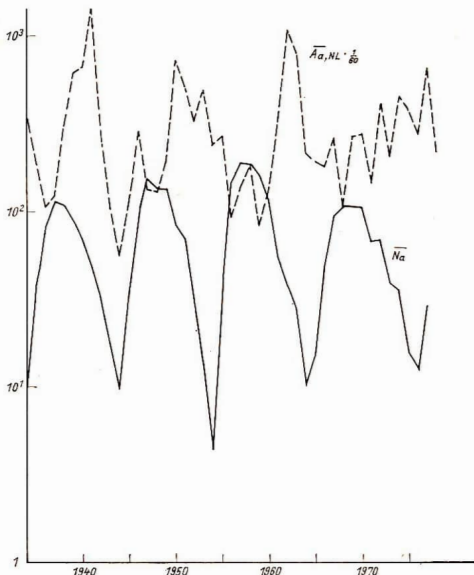


Abb. 6:
Jährliche Mittelwerte der
Sonnenflecken-Relativ-
zahlen $\bar{N}_a$ (ausgezogene
Kurve) und jährliche Mittel-
werte der nichtlinearen
Gezeitenamplitude $p_2 \bar{A}_{a,NL}$
(gestrichelt) für den Zeit-
raum 1855 bis 1902 (mit
dem Normierungsfaktor p_2
 $= 1/60$).

Abb. 7:
Dasselbe wie Abb. 6, jedoch
für den Zeitraum 1934 bis
1977.



vergleichen deshalb in Abb. 5 die jährlichen Mittelwerte der Gezeitenamplituden $\bar{A}_a$ mit den entsprechenden Mittelwerten der Relativzahlen $\bar{N}_a$. Dabei ergibt sich jedoch wieder eine Enttäuschung: Während nämlich $\bar{N}_a$ im Laufe des Fleckenzyklus stark schwankt, bleiben die $\bar{A}_a$ fast konstant. Die vorherrschenden Frequenzen der Schwankungen von A sind so groß, daß sie sich während eines Jahres fast vollständig herausmitteln, und die kleinen restlichen Variationen von $\bar{A}_a$ zeigen wiederum kaum eine Korrelation zu $\bar{N}_a$.

Wir können nun noch eine weitere Möglichkeit prüfen. Wenn nämlich die Aktivität der Sonne durch die Gezeiten der Planeten nur ausgelöst (getriggert) wird, ist es leicht vorstellbar, daß dann nur sehr hohe Maxima der Gezeitenkräfte die Schwelle der Triggierung überwinden, d. h. die Gezeitenwirkung wäre hochgradig nichtlinear. Mathematisch läßt sich das — da wir den Mechanismus im einzelnen nicht erkennen — z. B. durch die Bildung des Mittelwertes $\bar{A}_{a,NL} = (e^{2A} - 1)_a$ erreichen (NL = nicht-linear). Extreme Maxima, die keineswegs jedes Jahr auftreten (erforderlich ist eine nahezu gleichzeitige Konjunktion oder Opposition aller vier wesentlichen gezeitenenerzeugenden Planeten, möglichst noch nahe dem Perihel des Merkur), werden dadurch stark bevorzugt. In Abb. 6 sind die Ergebnisse für einen Zeitraum in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts dargestellt. Hier erkennt man nun eine bezüglich des Verlaufs im Großen ganz erstaunliche und offenbar signifikante Übereinstimmung zwischen beiden Kurven; insbesondere entstehen Maxima von $\bar{A}_{a,NL}$ ebenfalls alle 11 bis 12 Jahre, wie die von $\bar{N}_a$, und zwar werden die Gezeitenmaxima stets gefolgt von den Maxima der Sonnenfleckenkurve. Es scheint, als hätten wir damit endlich einen Beweis für einen möglichen kausalen Zusammenhang zwischen Gezeiten und Sonnenaktivität gefunden: Extreme Maxima der Gezeitenkräfte lösen eine starke Sonnenaktivität aus. Aber wie zuverlässig ist diese Aussage?

Zunächst stellen wir fest, daß eine Reihe von Einzelheiten, besonders Nebenmaxima der $\bar{A}_{a,NL}$ -Kurve, sich nicht in der $\bar{N}_a$ -Kurve widerspiegeln. Als entscheidend für die Frage nach der Signifikanz der gefundenen Korrelation erweist sich jedoch die Fortsetzung der Kurven bis zur Gegenwart (Abb. 7). Wir sehen für diesen späteren Zeitraum im Prinzip ein ähnliches Verhalten beider Kurven wie im früheren Zeitabschnitt, jedoch mit einem schwerwiegenden Unterschied: Die Maxima von

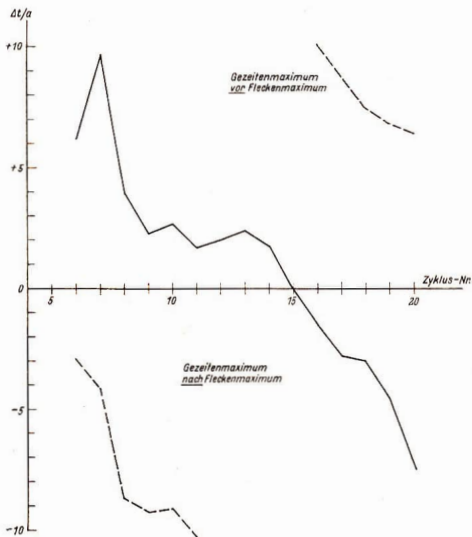


Abb. 8:
Zeitdifferenz Δt (in Jahren)
zwischen den Maxima der
Gezeitenamplitude $A_{a,NL}$
und den Maxima der Sonnen-
flecken N_a (Glättung
durch gewogene fünfjährige
Mittel) für die Sonnen-
fleckenzyklen 6 bis 20 (d. h.
für 1810 bis 1976).

$A_{a,NL}$ verschieben sich gegen die von N_a immer weiter, so daß schließlich in diesem Jahrhundert die nichtlinearen Gezeitenmaxima erst nach den Sonnenfleckenmaxima eintreten. Der vermutete kausale Zusammenhang kann deshalb ausgeschlossen werden. Die Wiederkehrzeit der Maxima von $A_{a,NL}$ (eine strenge Periode gibt es auch hier nicht), die etwa der Umlaufzeit von Jupiter entspricht, ist etwas größer als die Wiederkehrzeit der Sonnenfleckenmaxima, wodurch sich die Verschiebung der beiden Kurven gegeneinander ergibt. Diese Tendenz deutet sich bereits in Abb. 6 an. Die anscheinende Korrelation zwischen beiden Kurven in dieser Abbildung ist also rein zufällig, es gibt keine nachweisbare kausale Beziehung. Genauer zeigt das Abb. 8.

Zu ähnlichen Schlüssen kommen auch andere Autoren, z. B. auf Grund des unterschiedlichen Frequenzspektrums der Sonnenfleckenkurve und der Gezeitenkurve, der unzureichenden statistischen Signifikanz gefundener angeblicher Korrelationen, der Willkür im Auswahlverfahren der Zeitpunkte, in denen Gezeitenkräfte und Relativzahlen verglichen wurden, um vermeintliche Zusammenhänge nachzuweisen.

Ein weiteres Argument kommt hinzu: Die Gezeitenkräfte der Planeten auf der Sonne sind absolut gesehen sehr schwach. Wenn wir z. B. die relative Gezeitenkraft des Mondes auf der Erde (nämlich relativ zur irdischen Gravitation) mit der entsprechenden Gezeitenkraft der Erde auf der Sonne vergleichen, so ergibt sich, daß letztere 200 000 mal schwächer ist. Da auch die kombinierte Wirkung aller Planeten im günstigsten Falle nur etwa 7mal größer ist als die der Erde allein, erkennt man, daß es schon aus diesem Grunde sehr unwahrscheinlich ist, daß derart schwache Kräfte im turbulenten Strömungsfeld der äußeren Sonnenschichten so starke Effekte auslösen sollen.

Die angeführten Gegenüberstellungen haben nachgewiesen und bestätigt, daß die Planetengezeiten auf der Sonne nicht mit den Sonnenflecken-Häufigkeiten korreliert sind, so daß jede ursächliche Verknüpfung ausgeschlossen werden muß. Insgesamt können wir also feststellen, daß die Hypothese falsch ist, wonach die Sonnenaktivität ein von außen „aufgezwungenes“ Phänomen sei. Tatsächlich existiert kein erkennbarer Zusammenhang. Die Sonnenflecken entstehen durch Prozesse, deren Ursachen ausschließlich im Innern der Sonne selbst zu suchen sind.

Noch einmal: Der angebliche Meteoritenkrater Wipfelsfurt

J. CLASSEN

Siehe Heft 6/77 und 1/78. Abb. auf den Bildseiten I–IV.

Um neue Erkenntnisse über die Wipfelsfurter Mulde zu gewinnen, wurde letztere im Herbst 1977 noch einmal vom Verfasser über eine Woche lang eingehend untersucht. Das Augenmerk richtete sich zunächst auf die genauen morphologischen Verhältnisse der Ringstruktur. An den Abhängen des linken, nordwestlichen Donauufers verläuft in halber Höhe vom Ostende der Langen Wand bei Kloster Weltenburg bis zum Südende des inneren Keltenwalles bei der Kehlheimer Befreiungshalle ein Fußweg. Er ist auf der Topographischen Karte 1:50 000, Blatt L 7136 Kelheim, als gestrichelte Linie eingezeichnet. Im Bereich der Wipfelsfurter Mulde macht dieser Fußweg einen runden Umweg (Abb. 8), er verläuft hier auf der Topographischen Karte dicht nördlich der Höhenangabe 358,8.

Benutzt man diesen nur am Südwestrand der Mulde durch Verfall kurz unterbrochenen Fußweg, so hat man in überraschender Weise den Eindruck, sich im Innern eines großen, kreisrunden Kraters zu befinden. Zur einen Seite fällt das Terrain steil ab, zur anderen Seite steigt es steil an. Die kleinen Abweichungen von einem genauen Kreis, die dieser Fußweg infolge kleiner Tälchen, Felsvorsprünge und dergleichen einzuschlagen gezwungen ist, beeinträchtigen den geschilderten Gesamteindruck kaum.

Auf dem rechten Donauufer fehlt ein bequemer Fußweg in halber Höhe der Talabhänge, man muß sich hier in dem felsigen und stark abschüssigen Terrain kletternd weiterbewegen. Dafür ist man überrascht, wie weit und wie überzeugend hier südöstlich der Donau die Kraterstruktur auf das rechte Donauufer übergreift. Auf der Topographischen Karte kann man rechts der Donau kaum etwas von einer Muldenform erkennen (Abb. 8). Die Talabhänge gehen nach der Karte bis unmittelbar an das rechte Donauufer heran. Die Karte ist also ungenau und sollte bei einer Neuauflage verbessert werden.

Weiter wurden große Anstrengungen gemacht, um an den Rändern der Mulde einen überhöhten, auch nach außen hin abfallenden Kraterwall nachzuweisen. Ein derartiger Kraterwall hätte es nämlich unmöglich gemacht, die Wipfelsfurter Mulde als eine Doline aufzufassen [10]. Es konnte aber nirgendwo das Vorhandensein eines derartigen Kraterwalles festgestellt werden. Vom Kraterboden aus steigen zwar die Abhänge des Muldenrandes anfangs sehr steil an. Nach und nach werden sie aber flacher, und schließlich geht das Gelände in das allgemeine Bodenterrain der Umgebung über (Abb. 2). Ein jenseitiges Abfallen dieses Bodenterrains ist nirgendwo angedeutet.

Der größte Teil der zur Verfügung stehenden Zeit wurde zum Absuchen der Ringstruktur nach Quarz, tektitischem Glas und Shatter Cones verwendet.

Quarz wird bekanntlich zum Coesitnachweis benötigt. Die Aussichten für Quarzfunde sind allerdings in Kalkstein äußerst gering, und tatsächlich fand sich in Wipfelsfurt auch nicht die geringste Quarzmenge.

Funde von tektitischem Glas waren nicht ganz so aussichtslos, denn derartiges Glas wurde in Süddeutschland schon mehrfach gefunden, so beispielsweise bei Goldburghausen sowie zwischen Kirchheim und Jesingen [3]. Sogar in der Wipfelsfurter Mulde selbst sollen schon glasartige Massen unbekannter Herkunft gesehen worden sein [3]. Dazu kam, daß der Verfasser in dem Aufsuchen von Tektiten bereits einige Erfahrungen in den tschechoslowakischen Moldavitfundgebieten gesammelt hatte. Trotzdem konnte in oder um Wipfelsfurt keinerlei tektitisches Glas nachgewiesen werden.

Erfolgreich verlief dagegen die Suche nach neuen Shatter Cones-Strukturen. Die Voraussetzungen für Strahlenkalke sind in Wipfelsfurt von vornherein gegeben, denn es kommt hier Massenkalk und Kehlheimer Kalk vor, von denen ersterer kleine und letzterer nur wenig Schichtung aufweist. Insbesondere der Massenkalk ist der Bildung von Shatter Cones günstig.

Das Absuchen des Geländes nach Shatter Cones erfolgte teils durch systematisches Abschreiten des Bodens, vor allem des frisch gepflügten Ackers im Mittelteil der Wipfelsfurter Mulde, teils durch Schürfen und Graben an den Kraterabhängen. Gefunden wurde an einem strahlend hellen Spätsommertag mit sehr guten Beleuchtungsverhältnissen (30. September 1977) ein Kalkstück mit einer zierlichen Shatter Cones-Struktur (Abb. 9 und 10). Die Fundstelle lag auf dem Feldweg, der parallel der Donau verläuft und den oben erwähnten Acker in zwei Hälften teilt. Die Auffindung des Stückes ist nach Ansicht des Verfassers nur den ausgezeichneten Sichtbedingungen zu verdanken, die an jenem

Tage herrschten und die ein gutes Erkennen des am Boden liegenden Gesteins gestatteten. Bei bedecktem Himmel sieht das Auge die feinen Strukturen des Gesteins nicht, wie die Erfahrung beim Suchen bewies.

Auch eine sehr grobe und daher sehr fragliche Shatter Cones-Struktur wurde an jenem ausnehmend klaren Tage entdeckt. Sie befindet sich an einem großen, nicht abtransportierbaren Kalkstück am äußersten Nordrand der Wipfelsfurter Mulde an dem ausgebauten Wege, der in vielen Windungen von Antonimarter (500 m nordwestlich der Wipfelsfurter Mulde) bis zum Südende des inneren Keltenwalles verläuft. Diese unsichere Shatter Cones-Struktur sei jedoch hier nicht näher beschrieben. Sie kann leicht von jedem Interessenten an genanntem Ort aufgesucht werden.

Um auch die leisesten Zweifel an den besonderen Fundumständen der bisherigen Wipfelsfurter Shatter Cones-Strukturen zu beseitigen, machte der Verfasser an mehreren Tagen stundenlange Kontrollgänge außerhalb der Mulde. Auch hier, in einer Entfernung bis zu 5 km von Wipfelsfurt, wurde der Boden genauestens abgesucht und jedes Kalkstück intensiv gemustert. Eine Voreingenommenheit gab es nicht. Es blieb jedoch jeglicher Erfolg aus. Shatter Cones-Strukturen sind also offenbar im Gebiet von Kelheim auf die Mulde von Wipfelsfurt beschränkt.

Nun das neue Fundstück selbst mit der oben sogenannten „zierlichen Shatter Cones-Struktur“. Dieses jetzt in der Meteoritensammlung der Sternwarte Pulsnitz aufbewahrte Fundstück ist eine Kalksteinplatte von 50 × 70 mm Größe. Die Platte zeigt auf ihrer Vorderseite an der rechten oberen Ecke eine 10 × 15 mm große Shatter Cones-Struktur (Abb. 9). Der Pfeil auf dem Bild, der auf diese Struktur hinweist, besitzt in der Natur eine Länge von 3 mm. Eine Vergrößerung dieser Struktur gibt Abb. 10 wieder. Auch auf letzterem Bild ist der Pfeil in Wirklichkeit 3 mm lang.

Zwischen den vier Strahlen dieser Shatter Cones-Struktur, insbesondere zwischen dem dritten und vierten Strahl, befindet sich eine sehr feine Fächerung. Sie ist vor allem auf Abb. 10 gut zu erkennen, und zwar an der Stelle, auf die der Pfeil hinweist. Eine derartige Fächerung kommt bei künstlich erzeugten Shatter Cones-Strukturen („Schlagstrukturen“) niemals vor.

Abb. 11 zeigt hierzu als Beispiel eine künstliche Schlagstruktur an einem aus Sausthal in der Frankenalb stammenden Kalksteinstück. Sie wurde durch das Zerschlagen des Kalksteins mit einem Hammer erzeugt. Der Pfeil auf dem Bild besitzt in der Natur eine Länge von 20 mm.

Von größter Bedeutung an dem neuen Wipfelsfurter Fund sind jedoch die Shatter Cones-Strukturen auf der Querseite der Kalksteinplatte. Diese Querseite ist bereits auf Abb. 9 rechts von der „zierlichen Shatter Cones-Struktur“ beziehungsweise rechts von dem eingezeichneten Pfeil sichtbar. Leider gibt Abb. 9 die räumlichen Verhältnisse der Kalksteinplatte nicht deutlich wieder. Dadurch erkennt man auch nur schwer, daß die Shatter Cones-Strukturen der Querseite, die sich vor allem rechts oberhalb des eingezeichneten Pfeils befinden, offenbar eng mit der „zierlichen Shatter Cones-Struktur“ der Vorderseite zusammenhängen. Die Strukturen der Querseite bilden anscheinend die Rückseite der letzteren Struktur.

Alles dies läßt die Vermutung aufkommen, daß die gesamte Kalksteinplatte durch und durch von Shatter Cones-Strukturen durchsetzt ist. Bewiesen wird diese Vermutung dadurch, daß die Shatter Cones-Strukturen auf der Querseite der Kalksteinplatte deutlich mehrfach geschichtet sind. Die Strukturen greifen hier fächerartig übereinander über.

Da ist zunächst ein dreieckiges „geripptes Feld“ von etwa 8 mm Seitenlänge, das auf Abb. 9 oberhalb des Pfeiles zu sehen ist. Es stellt sozusagen die tiefstliegende Schicht dar. Dieser Schicht schließt sich nach rechts unten zu ein etwa 4–8 mm breiter Streifen an, der von einer zweiten, nicht ganz so tief liegenden Schicht stammt. Auch diese zweite Schicht besitzt deutlich Shatter Cones-Struktur, was besonders auf Abb. 12 sichtbar wird, welche die Querseite der Kalksteinplatte vergrößert wiedergibt. Auf dieser Abb. 12 befindet sich ganz oben das dreieckige „gerippte Feld“. Diesem schließt sich die zweite Schicht mit ihrer Shatter Cones-Struktur an. Undeutlich bleibt auf Abb. 12 leider, daß das dreieckige „gerippte Feld“ eine tiefere Schicht darstellt als der 4–8 mm breite Streifen der zweiten Schicht. Man könnte bei flüchtiger Betrachtung des Bildes eher glauben, daß das „gerippte Feld“ höher liegt.

Noch weiter auf Abb. 12 nach unten zu schließt sich an die beiden eben beschriebenen Schichten eine noch höher befindliche dritte Schicht der Kalksteinplatte an, die allerdings stark beschädigt ist. Trotzdem läßt sich auch bei dieser dritten Schicht das Vorhandensein einer Shatter Cones-Struktur nachweisen. Vor allem zeigt das originale Fundstück diese Shatter Cones-Struktur unverkennbar, besser jedenfalls als das Photo, welches beim Nachweis derartiger Feinheiten dem Auge unterlegen ist.

Eine derartige Schichtung der Strahlenkalkstrukturen ist ein zuverlässiger Hinweis dafür, daß es sich in dem betreffenden Fall um einen echten, durch einen Meteoritenimpakt erzeugten Shatter Cone handelt. Künstliche Strahlenkalke, also bloße Schlagstrukturen, zeigen nie eine derartige Schichtung ihres Aufbaus. Auffallend ist nur, daß bisher in der Literatur noch nie auf diese Unterscheidungsmerkmale eingegangen wurde.

Auf Abb. 13 ist schließlich noch die gesamte Rückseite der Kalksteinplatte dargestellt. Wie man mit einiger Mühe erkennt, zieht sich auch über diese Rückseite eine feine Shatter Cones-Struktur. Besonders am unteren Rand der Kalksteinplatte, dort wo der Pfeil hinweist, ist diese Struktur gut ausgebildet. Die „zierliche Shatter Cones-Struktur“ von Abb. 9 und 10 hat man sich auf Abb. 13 hinter der linken oberen Ecke der Kalksteinplatte vorzustellen. Auch aus Abb. 13 läßt sich wieder schließen, daß die gesamte Kalksteinplatte durch und durch von Shatter Cones-Strukturen durchsetzt ist. Die Platte selbst ist übrigens bis etwa 20 mm dick.

Diese ausführliche Beschreibung des neuen in Wipfelsfurt gefundenen Kalkstückes mit Shatter Cones-Strukturen sowie dessen Dokumentation durch vier Photos war notwendig, weil Shatter Cones, die man in unstrittenen Meteoritenkratern fand, von Kritikern manchmal als künstlich erzeugte Strukturen abgelehnt werden. Aber Shatter Cones treten eben, wie die Erfahrung lehrt, von Lokalität zu Lokalität in den verschiedensten Formen auf. Selbst in einem und demselben Meteoritenkrater sind die größten Unterschiede anzutreffen. Man sollte daher neuartige Shatter Cones-Strukturen als echt akzeptieren, anstatt sie als unecht zu verwerfen oder erst einen „Beweis“ für ihre Echtheit zu fordern. Übrigens liegt ein derartiger Beweis im Falle von Wipfelsfurt offenbar sogar vor, und zwar in Gestalt der verhältnismäßig großen Häufigkeit, mit der die sonst so seltenen Shatter Cones-Strukturen ausgerechnet in diesem impactverdächtigen Gebilde vorkommen.

Aber es besteht anscheinend bei manchen Autoren eine Abneigung gegen die Anerkennung neuer Meteoritenkrater. Letzteres ist auch zu verstehen, denn man hat auf der anderen Seite oft bedenkenlos Strukturen als meteoritisch bezeichnet, die nichts mit Meteoritenimpakten zu tun hatten. Keine Seite sollte jedoch über das Ziel hinausschießen.

Noch etwas zu den Shatter Cones-Strukturen, die aus unstrittenen Meteoritenkratern stammen und ungerechtfertigterweise als echt abgelehnt werden. Würde das gehäufte Vorkommen dieser Shatter Cones-Strukturen, so wie es beispielsweise in der Wipfelsfurter Mulde festzustellen ist, nicht auf einen Meteoritenimpakt zurückgehen, so sollte man derartige Strukturen bei intensivem Suchen auch in anderen Kalksteinvorkommen antreffen, das heißt, auch hier sollten dann ungefähr so häufig wie in Wipfelsfurt „unechte“ Shatter Cones-Strukturen entstehen. Der Verfasser untersuchte daher eingehend sächsische sowie andere in der DDR gelegene Kalksteinvorkommen, ohne jedoch jemals Shatter Cones-Strukturen zu entdecken. Auch in Geologenkreisen der DDR sind derartige Strukturen so gut wie unbekannt. Ferner scheinen auch in der ČSSR derartige Strukturen zu fehlen, wie Fehlmeldungen der sonst so erfolgreichen tschechoslowakischen Moldavitesammler zeigen (3). Weitere derartige Tests, von wem auch immer, wären übrigens sehr erwünscht.

Jedenfalls wird es durch die Shatter Cones-Funde in der Wipfelsfurter Mulde bedeutend wahrscheinlicher, daß diese Lokalität ein ordnungsgemäßer Meteoritenkrater ist. Wie anders sollte diese merkwürdige Ringstruktur denn auch entstanden sein? Niemand vermag — wenigstens bis heute — eine annehmbare geologische Entstehung dieses Gebildes vorzuschlagen. Deshalb sollte Wipfelsfurt, das bisher noch als ein zweifelhaftes Objekt galt [2], jetzt in die Kategorie der möglichen, ja sogar der wahrscheinlichen Meteoritenkrater eingereiht werden.

Aber auch die der Wipfelsfurter Mulde benachbarten Ringstrukturen in der Frankenalb sollten nun gründlicher untersucht werden. Bisher erfolgten meist nur, wie man nachlesen kann, „kurze Besichtigungen“ in den Untersuchungsberichten und bloße „Begehungen“ der betreffenden Objekte [10] [16] [23].

Erfreulich, daß jetzt wenigstens die bereits 1969 von H. Illies [11] in Pfahldorf entdeckten und später verschollenen Strahlenkalke [16] [23] wieder aufgefunden wurden [3]. Diese Funde konnten zwar noch nicht näher untersucht werden, aber vielleicht wird in Zukunft auch Pfahldorf eine mögliche beziehungsweise eine wahrscheinliche Lokalität. Übrigens scheinen auch in den impactverdächtigen Pfahldorfer Ringstrukturen Kalkstücke mit Shatter Cones-Strukturen weit über deren durchschnittliche Häufigkeit hinaus vorzukommen.

Alles in allem, es sind dringend neue ernsthafte Suchaktionen in allen umstrittenen Lokalitäten der Frankenalb erforderlich. Für den Verfasser ist die weitere Untersuchung dieser Lokalitäten mit Schwierigkeiten verknüpft. Es wäre erfreulich, wenn sich für diese Aufgabe an Ort und Stelle Mitarbeiter finden würden. Als Vorbild für diese Suchaktionen seien die tschechoslowakischen Moldavitesammler genannt, die mit Fernlupe und Bergwerksgerät arbeiten und sich mitunter metertief in die Erde eingraben.

Die Bedeutung der indirekten Sondierung der Atmosphäre

Von einem Wissenschaftlerkollektiv der DDR

Die laufende Überwachung und Erfassung des Zustandes der Atmosphäre — insbesondere der Troposphäre und Stratosphäre — ist eine Aufgabe von großer wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung. Das gesamte irdische Leben hängt von der Existenz und vom Zustand der Atmosphäre ab und ist durch komplizierte Wechselwirkungen mit ihr verbunden. Diese Wechselbeziehungen, die sich im Verlauf von Jahrtausenden herausgebildet haben, sind für die meisten Menschen so selbstverständlich, daß sie meist gar nicht mehr bewußt wahrgenommen werden.

Anders ist es mit dem Wetter — dem lokalen und momentanen Zustand der unteren Atmosphärenschichten. Abgesehen davon, daß das physische und psychische Wohlbefinden jedes Menschen stark vom Wetter beeinflusst wird, hängen nicht nur die Land- und Forstwirtschaft, sondern auch das Bauwesen, Verkehr, Energiewirtschaft und viele andere Bereiche der Volkswirtschaft und des täglichen Lebens von den jeweiligen meteorologischen Gegebenheiten ab. Verständlich ist daher das Interesse an einer sicheren, möglichst langfristigen Wetterprognose, deren wirtschaftliche Bedeutung kaum zu überschätzen ist.

Aber nicht nur die Wettervorhersage, sondern auch die Prognose klimatischer Veränderungen und die Vorhersage der durch die industrielle Tätigkeit der Menschheit hervorgerufenen, unter Umständen gefährlichen Störungen der Wechselbeziehungen zwischen Atmosphäre, Erde und Mensch stehen heute auf der Tagesordnung. Die Lösung aller dieser Probleme hängt in letzter Konsequenz vom immer besseren Verständnis der in der Atmosphäre vor sich gehenden Prozesse und der sie beeinflussenden Faktoren ab.

Dabei sind dem heutigen Verständnis und den Möglichkeiten der Klima- und Wetterprognose Grenzen gesetzt — einmal durch die Vielzahl und Kompliziertheit der in der Atmosphäre gleichzeitig vor sich gehenden Prozesse, zum anderen durch die ungenügende Kenntnis selbst der wichtigsten Zustandsgrößen, wie Wolkenbedeckung, Temperaturverteilung, Wasserdampfgehalt und -verteilung, Erdbodentemperatur, Anteil und Höhenverteilung anderer atmosphärischer Beimengungen, Windstärke und -richtung bzw. atmosphärische Zirkulation u.v.a.m. Die laufende Erfassung zumindest der wichtigsten dieser Parameter rund um den Erdball, in Wüstengebieten, über Ozeanen und in anderen schwer zugänglichen Gebieten gibt erst die Möglichkeit, die Vorstellungen über die Atmosphäre zu überprüfen und die notwendigen Ausgangsdaten für immer sicherere Prognosen zu gewinnen. Die dem modernen Wissen entsprechenden Modelle für eine numerische Wetterprognose benötigen mehrmals täglich für die EDV-gestützten Voraussagerechnungen vollständige Sätze von Ausgangsdaten von riesigen Gebieten, die mit herkömmlichen Mitteln wie Radiosondenaufstiegen zur Temperatur- und Feuchtemessung bis in große Höhen und Einrichtung von Bodenmeßnetzen mit ökonomisch vertretbarem Aufwand nicht gewonnen werden können.

Den einzigen Ausweg bietet hier die Verwendung von Satelliten, mit deren Hilfe eine erdumspannende und laufende Gewinnung meteorologischer Daten möglich ist. Schon seit Jahren verwenden die meisten meteorologischen Dienste in ihrer Praxis Aufnahmen der Wolkenbedeckung, die mit speziellen Fernsehkameras gewonnen werden. Die aufgenommenen Daten werden direkt zur Erde übertragen, mit relativ kleinen Empfangsstationen empfangen und in photographische Abbildungen umgewandelt. Ein Beispiel für eine besonders ökonomische, dabei aber höchsten Qualitätsansprüchen genügende Anlage dieser Art ist die in der Akademie der Wissenschaften der DDR entwickelte und gefertigte Wetterbildempfangsstation WES-2, die in viele Länder exportiert wird.

Das Prinzip der indirekten Sondierungsmethode

Wie aber soll man Angaben z. B. über die vertikale Temperatur- und Wasserdampfverteilung, über Konzentration atmosphärischer Beimischungen bis zu Höhen von 30–40 km erhalten, wenn das Meßinstrument im besten Falle in Höhen von einigen 100 km um die Erde kreist? Eine stabile Satellitenbahn erhält man ja erst in Höhenbereichen, in denen der Luftwiderstand vernachlässigbar gering geworden ist. Das Wetter und Klima jedoch wird in erster Linie durch den Zustand der Atmosphäre bis in Höhen von einigen Dutzend Kilometern bestimmt.

Die Methoden, mit deren Hilfe die Parameter der Atmosphäre aus der Entfernung vom Satelliten aus bestimmt werden können, heißen indirekte Sondierungsmethoden. Sie stützen sich in der einen oder anderen Form immer auf die Messung von Strahlungsintensitäten, allerdings bei weitem nicht nur im sichtbaren Spektralbereich, sondern vom Ultraviolettbereich über den sichtbaren

Infrarot- bis hin zum Radiowellenbereich. Die von den unteren Atmosphärenschichten aus zum Satelliten gelangende Strahlung setzt sich dabei hauptsächlich aus reflektierter bzw. gestreuter Sonnenstrahlung, von der Erde abgegebener und von der Atmosphäre teilweise absorbiert Wärmeabstrahlung sowie der Eigenstrahlung der Atmosphäre zusammen. Besondere Bedeutung für die Bestimmung der wichtigsten meteorologischen Parameter, wie Temperatur, Wasserdampf, Gaszusammensetzung, hat der Infrarotbereich, da hier einmal die reflektierte Sonnenstrahlung vernachlässigbar klein wird, zum anderen das Absorptions- und Emissionsverhalten der einzelnen Gaskomponenten in diesem Bereich sehr stark ausgeprägt ist und sich für verschiedene Komponenten auch genügend voneinander unterscheidet.

Kennt man das Absorptions- und Emissionsverhalten der einzelnen Gase bei bekannt vorausgesetzter Temperaturverteilung, so läßt sich zumindest im Prinzip aus der Messung der am Satelliten ankommenden Strahlung die Konzentrationsverteilung des Gases oder bei bekannter Konzentration die vertikale Temperaturverteilung (Temperaturprofil) bestimmen.

Die mathematischen und meteorologischen Grundlagen zur Ableitung dieser meteorologischen Parameter aus den Strahlungsmeßdaten wurden in den letzten 15 Jahren gelegt. Der Hydrometeorologische Dienst der UdSSR und die Meteorologischen Dienste der DDR und der Ungarischen Volksrepublik entwickelten im Rahmen der Arbeitsgruppe „Kosmische Meteorologie“ des Interkosmos-Programms diese komplizierten, nur mit EDV-Anlagen durchführbaren Auswertemethoden weiter.

Fourier-Spektrometer als Satellitenmeßgeräte

Trotzdem steht die Entwicklung der indirekten Sondierungsmethoden erst am Anfang. Sie wird entscheidend beeinflusst und gefördert durch die Entwicklung der zugehörigen, außerordentlich komplizierten Satellitenmeßtechnik. Wie genau, in wieviel Spektralintervallen, mit welcher Trennschärfe für nebeneinanderliegende Spektralintervalle und in welchem Spektralbereich muß die Strahlung gemessen werden? Von diesen und anderen geforderten technischen Parametern des Meßsystems hängen Umfang und Qualität der Lösung von Sondierungsaufgaben ab. Für den breitesten Aufgabenbereich und die höchsten Genauigkeitsforderungen im Infrarotbereich sind die sogenannten Fourier-Spektrometer geeignet, die die eintreffende Strahlung in zwei Strahlungsflüsse aufteilen und nach Hinzufügen einer zusätzlichen langsam veränderlichen Wegstrecke in dem einen Meßarm wieder addieren und registrieren. Die langsame Änderung der Wegdifferenz beider Strahlen wird durch die Präzisionsbewegung eines Spiegels hervorgerufen. Aus den bei verschiedenen Wegstreckendifferenzen gemessenen addierten Strahlungsflüssen — dem sogenannten Interferogramm — kann man durch mathematische Umformung z. B. mit EDVA die spektrale Verteilung der Strahlungsintensität errechnen.

Die Entwicklung derartiger Fourier-Spektrometer für den Einsatz auf Satelliten ist jedoch mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden. Fourier-Spektrometer gewichtarm, klein, hochempfindlich und dazu noch so zu bauen, daß sie die Vibrationsbelastungen eines Satellitenstarts und die laufenden Temperaturschwankungen während des Einsatzes ohne Funktionsminderung überstehen — das hielt man noch vor 15 Jahren für unmöglich.

Ein spektrometrischer Komplex für die Wetterdienste der sozialistischen Länder

Aber die Forderungen nach umfassendem und immer genauerem Datenmaterial für die numerische Wetterprognose zwangen dazu. 1969 hielten deshalb der Hydrometeorologische Dienst der UdSSR und der Meteorologische Dienst der DDR die Schaffung eines Meßsystems mit einem Fourier-Spektrometer als Herzstück für unumgänglich notwendig und vereinbarten deren Durchführung im Rahmen des Interkosmos-Programms. 1970 begann die Entwicklung, die von einem Kollektiv aus fünf Instituten der Akademie der Wissenschaften der DDR — dem Zentrum für Wissenschaftlichen Gerätebau, dem Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie, dem Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse und dem Zentrum für Rechentechnik — unter Leitung des Instituts für Elektronik in enger schöpferischer Zusammenarbeit mit sowjetischen Spezialisten nach fünf Jahren erfolgreich abgeschlossen wurde. Am 15. Mai 1976 wurde der erste spektrometrische Komplex SI-1 an Bord eines sowjetischen Satelliten vom Typ Meteor gestartet und nach knapp einem Monat Erprobung am 11. Juni 1976 den Meteorologischen Diensten der beteiligten sozialistischen Länder zur Nutzung übergeben. Das zweite Experiment mit dem Fourier-Spektrometer SI-1 begann am 29. Juni 1977 mit dem Start von Meteor-28. Für 1978 ist der Einsatz eines dritten Fourier-Spektrometers SI-1 auf einem experimentellen Satelliten vom Typ Meteor geplant. Dieses Experiment ist Bestandteil des gemeinsamen Beitrages der UdSSR und der DDR zum 1. Globalen Atmosphärenforschungsprogramm (GARP) 1978/79.

Die an Bord gemessenen Daten werden von Bodenstationen in der UdSSR und in der DDR empfan-

gen und mit Computern weiterverarbeitet. Damit wird die routinemäßige Gewinnung von Temperatur- und Wasserdampfprofilen mit verbesserten Auswertemethoden und die Nutzung dieser beiden wichtigsten meteorologischen Parameter im Rahmen der numerischen Wetterprognose langfristig vorbereitet. Außerdem werden die Auswertemethoden für die Ableitung von Ozonprofilen und den Gehalt anderer atmosphärischer Beimischungen getestet und verfeinert.

Die Entwicklung des spektrometrischen Komplexes — eine komplizierte Aufgabe der Satellitentechnik

Die Entwicklung des spektrometrischen Komplexes forderte von dem interdisziplinären Entwicklerkollektiv höchste Einsatzbereitschaft und Schöpferkraft. Fast in jeder Etappe mußte Neuland auf wissenschaftlichem, technischem und technologischem Gebiet betreten werden.

Höchste mechanische Präzision, komplizierte elektronische Steuerungs- und Regelungssysteme, modernste Signalvorverarbeitung und -behandlung und eine ausgefeilte Technologie kennzeichnen den Komplex. So gehört zum Fourier-Spektrometer ein kleiner, robuster Linearmotor, der durch Lagerung einer speziellen Stahlachse auf Diamantstiften und vor allem durch die Anwendung entsprechender Regelungsprinzipien eine exakt gleichmäßige Vorwärtsbewegung eines Spiegels bewirkt, deren Genauigkeit durch Abweichungen von der Sollposition kleiner als ein Hundertstel Mikrometer (hundertmillionster Teil eines Meters) charakterisiert wird. Und das nach erheblichen mechanischen Startbelastungen und in einem relativ großen Temperaturbereich. Ein hochempfindlicher, speziell entwickelter Strahlungsdetektor für den Infrarotbereich besitzt internationale Spitzenparameter. Das optische System für die Infrarotstrahlung weist neuartige Lösungen z. B. bei der theoretischen Berechnung und Aufbringung von Schichten auf den Strahlteiler sowie der Sicherung der Justiergenauigkeit nach Vibrations- und bei Wärmebelastungen auf.

Ebenfalls neu für die DDR-Spezialisten war die Berechnung und Entwicklung von Temperaturregelssystemen für den Kosmoseinsatz. Hier wurde mit Hilfe der sowjetischen Spezialisten eine Lösung gefunden, die sich inzwischen bei zwei realen Satelliteneinsätzen gut bewährt hat. Entwickelt wurde ein hermetischer Container, in dem das optische System und wichtige Baugruppen untergebracht sind und im notwendigen Arbeitstemperaturbereich gehalten werden. Extremsten Ansprüchen genügt der für die Eichung des Systems eingebaute Infrarot-Vergleichsstrahler, der mit einer Temperaturgenauigkeit von etwa zwei Hundertstel Grad geregelt wird. Im Vakuum arbeitet zuverlässig ein Spiegelstellsystem, mit dessen Hilfe einmal die Strahlungen des Vergleichsstrahlers und des kosmischen Hintergrundes eingeblendet werden können, zum anderen während der Meßphase die Verschiebung des senkrecht nach unten gerichteten Blickfeldes kompensiert wird, die sonst am Erdboden infolge der Satelliteneigenbewegung in etwa 7 Sekunden ungefähr 40 km betragen würde.

Die komplizierten elektronischen Systeme zur Steuerung der Funktionsabläufe des Systems, die Stromversorgungseinheiten, extrem rauscharme (hochempfindliche) Verstärker für den Niederfrequenzbereich, ein Mehrkanaltelemetriesystem zur Übertragung der Meßinformation und von Hilfsdaten über den Zustand des Systems — all das erforderte nicht nur eine kosmosgerechte, d. h. vibrationsfeste, raum- und energiesparende sowie zuverlässige Lösung, sondern wurde auf der Grundlage theoretischer Vorarbeiten und praktischer Erfahrungen nach Gesichtspunkten der modernen Systemtheorie aufgebaut. Bestandteil des Spektrometrischen Komplexes sind weiterhin zwei kompakte Digitalmagnetbandspeicher mit hohem Speichervolumen, die auch bei anderen Interkosmos-Experimenten wie dem Einsatz des Einheitlichen Telemetriesystems auf „Interkosmos 15“ verwendet wurden.

Natürlich muß ein derart komplexes System wie der spektrometrische Komplex vor dem Start am Boden auf Herz und Nieren geprüft werden. Dazu mußten umfangreiche Prüf- und Eichapparaturen entwickelt werden. Es ist z. B. nicht einfach, die Strahlung (besser gesagt das Fehlen der Wärmestrahlung) des kalten Kosmos in einer Thermobarokammer zu simulieren. Nicht weniger Sorge bereitete die Organisation der schnellen Dateneingabe und -verarbeitung auf EDVA. Von einem Satellitenumlauf um die Erde mit eingeschaltetem Spektrometer SI-1 werden z. B. etwa 6 Millionen Informationseinheiten (Bit) im Gerät SI-1 gewonnen, die innerhalb des Funksichtbereiches der Bodenstationen bei einem der nachfolgenden Umläufe in etwa 8 Minuten zur Erde übertragen werden müssen.

In diesen 5 Millionen Bit ist die Information von etwa 100 Messungen der Erdstrahlung rund um die Erde enthalten, die im automatischen Speicherbetrieb des Fourier-Spektrometers SI-1 aufgenommen wurde. Während des Funktionsbetriebes wird eine viermal höhere Dichte der Messungen der Erdstrahlung erreicht.

Qualitätsparameter des Komplexes entsprechen höchsten Ansprüchen

Es ist bei einem derart komplexen und komplizierten System wohl verständlich, daß das Entwicklerkollektiv wie auch die sowjetischen Kollegen jedem Start mit gespannter Erwartung entgegensehen.

Um so größer war die Freude über die erfolgreichen zwei Starts und die Inbetriebnahme des spektrometrischen Komplexes SI-1 auf Meteor-25 und Meteor-28.

Aber nicht nur die Funktion schlechthin wurde nachgewiesen, sondern den Meteorologischen Diensten wurde ein System mit Spitzenparametern zur Nutzung übergeben. Bis zum Einsatz von SI-1 wurden in der Welt insgesamt drei Fourier-Spektrometer auf Satelliten zum Einsatz gebracht, davon zwei auf Erdumlaufbahnen und eins zur Erforschung der Marsatmosphäre. Der entwickelte spektrometrische Komplex übertrifft die drei amerikanischen Geräte in seiner Empfindlichkeit, und das bei geringerer Meßzeit und kleinerem Blickfeld. Beide sind notwendig, um die Wahrscheinlichkeit des Erfassens störender Wolkenspitzen im Blickfeld des Gerätes zu verringern. Die spektrale Auflösung entspricht der Messung der Strahlenintensitäten in etwa 600 nebeneinanderliegenden Wellenlängenenintervallen innerhalb des erfaßten Wellenlängenbereiches von 0,25 bis 25 Mikrometern.

Der spektrometrische Komplex gestattet es somit, einen wesentlichen Schritt bei der langfristigen Vorbereitung der numerischen Wetterprognose durch die laufende indirekte Sondierung wichtiger meteorologischer Parameter der gesamten Erdatmosphäre zu tun und die Methoden der indirekten Sondierung weiterzuentwickeln. Sein Einsatz ist ein Beispiel dafür, wie die Kosmostechnik in immer höherem Maße dazu beiträgt, irdische Aufgaben zu lösen.

Vorläufige Sonnenfleckenzahlen 1978, März bis August

Tag	März	April	Mai	Juni	Juli	August
1	93	70	77	110	46	42
2	83	68	85	93	61	48
3	95	71	91	74	47	38
4	103	75	76	60	34	62
5	76	94	74	51	54	74
6	67	92	73	29	57	66
7	90	88	70	30	84	58
8	99	105	56	45	105	62
9	85	126	59	36	108	64
10	92	111	57	29	115	67
11	85	109	63	57	127	58
12	78	107	65	62	111	71
13	65	93	72	56	114	85
14	62	75	72	62	109	93
15	72	61	78	89	102	72
16	70	85	91	97	110	42
17	66	99	79	103	98	49
18	72	100	85	115	78	53
19	64	107	84	109	74	42
20	51	115	74	109	76	28
21	77	112	73	154	77	26
22	82	109	73	158	48	36
23	85	105	72	158	33	45
24	82	102	82	154	38	45
25	70	139	86	135	30	54
26	53	115	84	152	13	37
27	50	90	97	134	21	55
28	49	75	90	130	31	58
29	48	72	103	115	48	59
30	44	70	107	99	35	70
31	70		109		36	100
Mittel	73,5	94,7	79,3	94,1	68,4	56,7

Prof. Dr. M. WALDMEIER

Unsere Weltraumforschung ist auf das Wohl der Menschen gerichtet

Prof. Dr. CLAUD GROTE

Generalsekretär der Akademie der Wissenschaften der DDR

Die Deutsche Demokratische Republik gehört heute als moderner sozialistischer Industriestaat zu jenen rund 25 Ländern, die aktiv an der Raumfahrtforschung beteiligt sind. Will man die Frage nach dem Warum für die Beteiligung der DDR an dieser mit hohen ökonomischen Aufwendungen verbundenen Forschung beantworten, so muß man ausgehen von der strategischen Orientierung der Grundlagenforschung in der sozialistischen Gesellschaft. Sie ist eingeordnet in die Gesamtstrategie der führenden Kraft dieser Gesellschaft, der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands, die sich in ihrer Politik auf den erforderlichen Vorlauf wissenschaftlicher Erkenntnisse stützen kann. Das generelle Ziel der Grundlagenforschung, also auch der mit kosmischen und bodenstationären Mitteln betriebenen, besteht darin, die Möglichkeiten und Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit planmäßig zur weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft, zur Schaffung der materiell-technischen und geistig-kulturellen Grundlagen für den allmählichen Übergang zum Kommunismus zu nutzen und damit theoretischen Vorlauf für die weitere Lösung von Problemen in allen ihren Lebensbereichen und in allen ihren Entwicklungsstadien zur Verfügung zu stellen.

Wir sehen drei Funktionen der Grundlagenforschung. Sie ergeben sich aus der gesellschaftlichen Notwendigkeit, die Erkenntnis der Welt in ihrer materiellen Einheit ständig zu erweitern und zu vertiefen, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Nutzung der Erkenntnisse zur Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse systematisch und konsequent auszubauen und die Verantwortung des Wissenschaftlers für die Wirksamkeit seiner Forderungen in der gesellschaftlichen Praxis wahrzunehmen:

- Das ist erstens die Untersuchung fundamentaler Probleme zur Gewinnung neuer Erkenntnisse über grundlegende gesetzmäßige Zusammenhänge in Natur und Gesellschaft. Sie müssen vor allem an den Grenzen der heutigen Erkenntnis betrieben werden. Ihre Ergebnisse sind ständig auf ihre potentielle Nutzung zu prüfen, und verwendbare Ergebnisse sind möglichst rasch und unmittelbar der gesellschaftlichen Nutzung zuzuführen.
- Zweitens ist das die Schaffung von wissenschaftlichem Vorlauf vor allem in perspektivreichen Richtungen der Forschung auf dessen Grundlage rechtzeitig Entscheidungen im Hinblick auf die weitere wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Entwicklung getroffen werden können. Er ist vor allem auf die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für die Entwicklung und den industriellen Einsatz neuer bzw. verbesserter Technologien, Verfahren, Erzeugnisse und Methoden zu richten.
- Schließlich besteht eine dritte Funktion in der Durchführung anwendungsorientierter Grundlagenforschung unter Nutzung des wissenschaftlichen Vorlaufs zur Lösung konkret vorgegebener volkswirtschaftlicher oder anderer gesellschaftlicher Zielstellungen für die Produktion, die Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen und den Schutz der Gesundheit und der Umwelt des Menschen.

Beim heutigen raschen Voranschreiten des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts ist es völlig klar, daß ein zwar industriell entwickeltes aber dennoch relativ kleines Land mit begrenzten ökonomischen, materiellen und wissenschaftlichen Potenzen, wie die DDR es ist, so weitgreifende Zielstellungen überhaupt nur lösen kann, wenn es dabei die Vorzüge der internationalen sozialistischen Arbeitsteilung nutzt. Das trifft insbesondere auch auf die Weltraumforschung zu. Sie wäre ohne die enge Zusammenarbeit mit dem Weltraumpionier, der Sowjetunion, ohne deren großzügige Hilfe und Unterstützung, ohne die Kooperation mit den anderen sozialistischen Ländern, die dem Interkosmos-Rat als Koordinierungszentrum angehören, für die DDR nicht denkbar. Die UdSSR verfügt über die größten wissenschaftlichen und technischen Erfahrungen, beherrscht das komplizierte Management für komplexe Experimente der Weltraumforschung und stellt den am Interkosmos-Programm beteiligten Ländern kostenlos seit mehr als einem Jahrzehnt die gesamte aufwendige Träger-, Satelliten- und Bodentechnik zur Verfügung. Welchen Tempogewinn die DDR durch diese Zusammenarbeit erzielen konnte, zeigen folgende Daten:

Nach einem entsprechenden großzügigen Angebot der UdSSR an die sozialistischen Länder vom November 1965 beteiligte sich die DDR zunächst mit bodengebundenen Mitteln an einigen Experimenten der sowjetischen Raumfahrtforschung. Das war zum Beispiel bei dem Satelliten „Kosmos 261“ im Dezember 1968 der Fall. Am 14. Oktober 1969 flogen dann die ersten in der DDR gefertigten Sender und Meßgeräte an Bord von „Interkosmos I“ in den Weltraum. Seit diesem Zeitpunkt sind über 3000 Tage ins Land gegangen. Und seit dieser Zeit bringt die DDR im Durchschnitt alle acht Wochen zwei Bordgeräte in den Orbit und ist im selben Zeitraum mit je einer Bodenanlage an einem Weltraumunternehmen beteiligt.

Die wissenschaftlichen Einrichtungen der Akademie der Wissenschaften der DDR sind heute mit ihrer Tätigkeit in allen vier „klassischen“ kosmischen Forschungsrichtungen integriert. Das sind

- Forschungen in der kosmischen Physik. Das heißt vor allem Untersuchungen der solar-terrestrischen Wechselbeziehungen, die für das Leben auf der Erde von enormer Bedeutung sind.
- Forschungen im kosmischen Nachrichtenwesen, die die wissenschaftliche Grundlage für die 1971 gegründete Nachrichtensatelliten-Organisation „Intersputnik“ von neun sozialistischen Staaten schufen. Sie verfügt heute über ein System von Molnija-Satelliten und Intersputnik-Bodenstationen, das den Fernspre-, Fernschreib- und Fernsehverkehr für die über 400 Millionen Bürger der RGW-Länder Europas, Asiens und Amerikas stabil sichert.
- Forschungen in der kosmischen Meteorologie. Diese Untersuchungen sind wichtig für die Bereicherung unseres Wissens über die Gesetzmäßigkeiten globaler Prozesse in der Erdatmosphäre, von denen Wetter und Klima des Planeten abhängig sind.
- Forschungen in der kosmischen Biologie und Medizin, die unter Einbeziehung der Erfahrungen und Erkenntnisse der bemannten Raumfahrt und der vielfältigen biologischen Experimente an Bord von Satelliten, Raumschiffen und Orbitalstationen die Humanmedizin, vor allem die Arbeits- und Sportmedizin bereichern.

In jüngster Zeit — seit 1975 — hat sich eine weitere Forschungsrichtung neu entwickelt, die sich mit Problemen der Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln befaßt. Hier konnte die DDR auf dem Gebiet der Multispektraltechnik einen wichtigen und perspektivreichen Beitrag leisten.

Das am 13. Juli 1976 unterzeichnete „Moskauer Abkommen“ über die Zusammenarbeit bei der Erforschung und Nutzung des kosmischen Raumes zu friedlichen Zwecken ist ein neuer, auf Initiative der Sowjetunion gemeinsam gegangener Schritt der sozialistischen wissenschaftlichen und ökonomischen Kooperation und Integration der RGW-Länder. Es stellt eine neue Qualität der Zusammenarbeit dar. Es schafft für gemeinsame Arbeiten im Kosmos die notwendigen völkerrechtlichen Grundlagen. Auf seiner Basis können Ergebnisse der Kosmosforschung jetzt unmittelbar und in viel breiterem Rahmen volkswirtschaftlich genutzt werden. Schließlich stößt es den sozialistischen Ländern auch die Tür zur Teilnahme an der bemannten Raumfahrt mit eigenen Kosmonauten im Zeitraum von 1978 bis 1983 auf.

Damit ist gewährleistet, daß die Raumfahrtforschung weiterhin und sogar in qualitativ und quantitativ verstärktem Maße ihren Beitrag für die Erfüllung der langfristigen gesellschaftspolitischen Hauptaufgabe einbringen kann, nämlich der weiteren Erhöhung des materiellen und kulturellen Lebensniveaus des Volkes auf der Grundlage eines hohen Entwicklungstempos der sozialistischen Produktion, der Erhöhung der Effektivität des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und des Wachstums der Arbeitsproduktivität.

Der Beitrag der DDR zum „Interkosmos“-Programm der sozialistischen Länder

(Stand: 31. 7. 1978)

Von einem Wissenschaftlerkollektiv der DDR

Seit mehr als 10 Jahren leistet die DDR im Interkosmos-Programm einen wachsenden Beitrag zur Erforschung und Nutzung des kosmischen Raumes zu friedlichen Zwecken. Diese Forschungsgemeinschaft, der 9 sozialistischen Staaten angehören, ist Ausdruck der sich ständig vertiefenden ökonomischen Integration der RGW-Länder und der immer engeren Verflechtung ihrer Wissenschaftspotentiale.

Entwicklung und Ergebnisse der Zusammenarbeit beweisen, welche wissenschaftlich-technischen Spitzenleistungen gemeinsam mit dem Pionierland der Weltraumforschung, der Sowjetunion, auch für die DDR möglich sind. Mit ihrem bisher bedeutendsten Beitrag — der gemeinsam mit sowjetischen Wissenschaftlern entwickelten und im VEB Carl Zeiss Jena konstruierten und gefertigten Multispektralkamera MKF-6, die in „Sojus 22“ eingesetzt war — hat sie Anteil an der Erringung führender Positionen auf Teilgebieten von Wissenschaft und Technik. Eine verbesserte Variante der Kamera, die MKF-6 M, befindet sich an Bord von „Salut 6“.

Das Zusammenwirken im Interkosmos-Programm vollzieht sich im Zeichen des proletarischen Internationalismus. So stellt die Sowjetunion kostenlos die Trägermittel (Raketen, Satelliten) sowie die Start- und Bodentechnik zur Verfügung.

Die Forschungstätigkeit von Interkosmos konzentriert sich auf folgende Hauptrichtungen:

- Kosmische Physik
- Kosmische Meteorologie
- Kosmische Nachrichtenverbindungen
- Kosmische Biologie und Medizin
- Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln (seit 1975)

Für jedes Gebiet gibt es eine ständige Arbeitsgruppe, der die Koordinierung der multilateral vereinbarten Forschungsaufgaben obliegt. Die DDR beteiligt sich traditionell vor allem an den Arbeitsgruppen für kosmische Physik und kosmische Meteorologie sowie in den letzten Jahren zunehmend auch an der Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln.

Die Kosmosforschung beeinflusst durch die breite Anwendung ihrer vielfältigen Mittel und Methoden in zum Teil revolutionärer Weise naturwissenschaftliche, technische und medizinische Fachdisziplinen. Sie schafft einerseits prinzipiell neue Möglichkeiten und erweitert andererseits die vorhandenen Forschungs- und Untersuchungsmethoden und -mittel. Aus der Zielstellung einer möglichst maximalen Ausnutzung aller Vorteile der Kosmosforschung zur weiteren Entwicklung unserer Wissenschaft und Volkswirtschaft bearbeitet die DDR vorrangig die im folgenden erläuterten Aufgabengebiete, wobei die in der generellen Zielstellung enthaltene dialektische Einheit von Grundlagenforschung und volkswirtschaftlicher Nutzung eine entscheidende Rolle spielt.

Beiträge zur kosmischen Physik

Die DDR beteiligte sich an Untersuchungen zu den physikalischen Prozessen in der oberen Atmosphäre mit dem Ziel der Modellierung der dort wirkenden dynamischen und energetischen Wechselwirkungen sowie der Untersuchung der Struktur der Magnetosphäre und Ionosphäre.

Großen Einfluß auf die physikalischen Prozesse in der Hochatmosphäre haben die Sonnenstrahlung und das irdische Magnetfeld. Diese Wechselbeziehungen zwischen Sonne und Erde haben auch unmittelbare Auswirkungen auf die Zirkulation in den unteren Schichten der Atmosphäre, d. h. auf das Wettergeschehen. Auf diesen Gebieten existiert in der DDR eine traditionelle Forschungsarbeit, die durch Interkosmosexperimente wesentlich bereichert und der vor allem durch die Komplexität der Satelliten- und Raketenmessungen qualitativ neue Möglichkeiten eröffnet wurden.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe Kosmische Physik leistet die DDR weiterhin Beiträge zur Vermessung der Positionen künstlicher Erdsatelliten für die Lösung globaler geodätischer Aufgaben (Satellitengeodäsie). Wissenschaftler der DDR leisten Beiträge zu Grundlagenuntersuchungen, beteiligen sich an der Entwicklung von Beobachtungsverfahren (z. B. fotografische Satellitenbeobachtung und Laserentfernungsmessung) und ihren gerätetechnischen Lösungen, u. a. mit einer automatischen Kamera für Astrogeodäsie (SBG) des VEB Carl Zeiss Jena und führen konkrete Meßaufgaben durch. Wissenschaftler der AdW der DDR beteiligten sich bisher an der Untersuchung der von der UdSSR übergebenen Proben von Mondgestein, das von den sowjetischen Mondsonden „Luna-16“, „Luna-20“ und „Luna-24“ zur Erde gebracht worden war. Die Beiträge zur allseitigen Analyse der Mondmaterie helfen, solche erkenntnistheoretischen Fragestellungen zu beantworten, wie das Alter des Mondes und der Entstehungsgeschichte unseres gesamten Planetensystems.

Beiträge zur Fernerkundung der Erde aus dem Kosmos

Zu einem Schwerpunkt der Kosmosforschung der DDR entwickelten sich in den letzten Jahren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln, d. h. zur Erforschung der Erdoberfläche mit spezifischen Sondierungsmethoden von Orbitalflugkörpern (Raumstation, Raumschiff, Satellit) und Flugzeugen aus bei Unterstützung durch Bodenmessungen. Beispiel eines hervorragenden Gerätesystems für Multispektralfotografie sind die Multispektralkamera MKF-6, ihre modifizierte Variante MKF-6 M und der dazugehörige Multispektralprojektor MSP-4, die gemeinsam von Wissenschaftlern der UdSSR und DDR entwickelt und im VEB Carl Zeiss Jena konstruiert und gebaut wurden.

Neben umfangreichen Forschungen zu neuen Gerätelösungen auf dem Gebiet der Spektrometrie werden intensive methodische Arbeiten zur Auswertung der mit der MKF-6 gewonnenen Multispektralfotos durchgeführt. Gerade die Forschungsergebnisse zur Fernerkundung der Erde haben große Bedeutung für viele Bereiche der Gesellschaft, insbesondere der sozialistischen Volkswirtschaft, wie Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, Geologie, Kartographie und Umweltschutz.

Beiträge zur kosmischen Meteorologie

Umfangreiche Arbeiten leistete die DDR bisher auf dem Gebiet der kosmischen Meteorologie, d. h. der Erforschung der Gesetzmäßigkeiten globaler Prozesse in der Erdatmosphäre bis etwa 30 Kilometer Höhe, insbesondere der dynamischen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Stockwerken



Abb. 8: Nähere Umgebung der Wipfelsfurter Mulde. Zum Beitrag S. 167

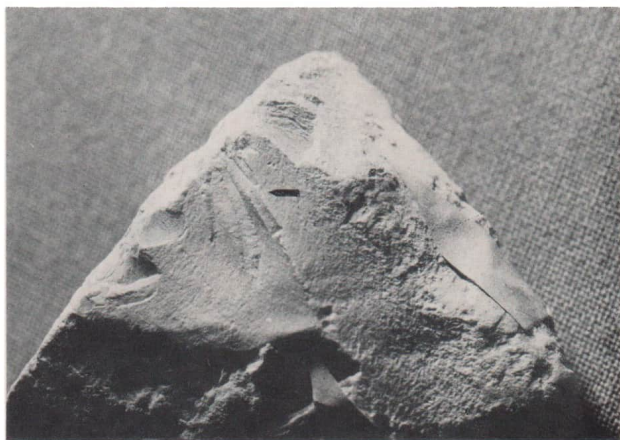


Abb. 9: Kalksteinplatte mit zierlicher Shatter Cones-Struktur aus Wipfelsfurt.



Abb. 10: Zierliche Shatter Cones-Struktur aus Wipfelsfurt. Zum Beitrag S. 167.

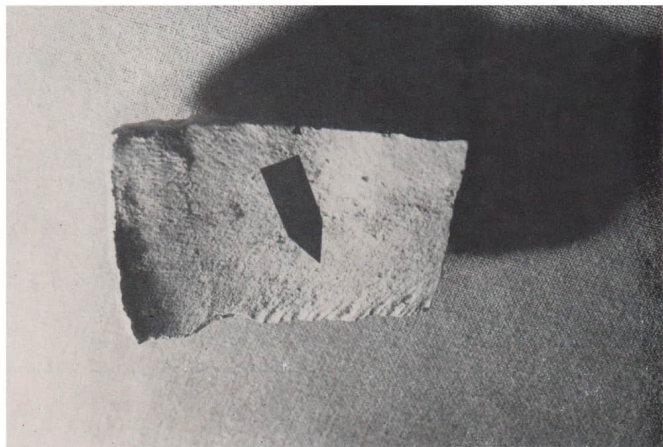


Abb. 12: Geschichtete Shatter Cones-Strukturen auf der Querseite der Kalksteinplatte aus Wipfelsfurt.
Zum Beitrag S. 167.



Abb. 11:
Künstliche Shatter Cones-
Struktur aus Sausthal. Zum
Beitrag S. 167

Abb. 13:
Rückseite der Kalkstein-
platte aus Wipfelsfurt mit
Shatter Cones-Struktur



der Atmosphäre, von denen Wetter und Klima bestimmt werden, mit Hilfe von meteorologischen Raketen und Satelliten und in Verbindung mit bodengebundenen Messungen. Es wurden u. a. verschiedene Sonden und Fotometer für den Einsatz auf meteorologischen Raketen zur Messung der Ionenkonzentration und der wichtigsten Neutralgas-Komponenten (Sauerstoff, Ozon) der niederen Atmosphäre entwickelt. Auf 2 sowjetischen Wettersatelliten vom Typ „Meteor“ wurde ein komplizierter spektrometrischer Gerätekomplex mit einem Infrarot-Fourier-Spektrometer zur globalen Gewinnung höhenabhängiger atmosphärischer Parameter (Temperatur, Wasserdampf) erfolgreich eingesetzt.

Ferner wurde die Anlage WES 2 zum Empfang von Satellitenwetterbildern geschaffen.

Derartige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten haben größte Bedeutung für die Verbesserung der Wetterprognose und die langfristige Überwachung der Atmosphäre.

Beiträge zur kosmischen Technologie und Materialwissenschaft

Von zunehmender Bedeutung ist die Nutzung des kosmischen Raumes für die Herstellung neuartiger Materialien und Werkstoffe. Die DDR beteiligt sich gemeinsam mit der UdSSR und anderen sozialistischen Ländern an der Erforschung der Grundlagen dieser relativ jungen Richtung der kosmischen Forschung. Untersucht werden vorwiegend Modellsubstanzen und Materialien, die bezüglich ihrer Nutzung von Interesse sind.

Prinzipiell besteht die Möglichkeit unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit und unter Ausnutzung des kosmischen Vakuums völlig neue Materialien bzw. Werkstoffe mit veränderten physikalischen Eigenschaften herzustellen. Das trifft zum Beispiel auf die Herstellung neuer Halbleiter zu.

Die Durchführung materialwissenschaftlicher Experimente im Kosmos ist von außerordentlich hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung. Auf der einen Seite erweitern sie die Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Materialwissenschaften zur Herstellung irdischer Werkstoffe und bereiten auf der anderen Seite die Ausnutzung des Kosmos als Produktionsstätte vor.

In der ersten Phase wurden von den Spezialisten der DDR gemeinsam mit sowjetischen Wissenschaftlern Experimente für die beiden sowjetischen Züchtungsapparaturen „Splav 01“ und „Kristall“ an Bord von „Salut 6“ vorbereitet.

Beiträge zur kosmischen Biologie und Medizin

Auf dem Gebiet der kosmischen Biologie und Medizin beteiligt sich die DDR an der Erforschung der unter Raumflugbedingungen auftretenden Einflüsse auf den lebenden Organismus. Im Vordergrund stehen Untersuchungen zu den Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen und tierischen Organismus und auf Pflanzen sowie zum Schutz des Menschen vor schädlichen Wirkungen der kosmischen Strahlung. Ein Beispiel ist das bei dem jetzigen Flug durchzuführende Experiment „Audio“. Ein Ziel ist die Untersuchung möglicher vorübergehender Veränderungen des Gehörs des Kosmonauten unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit während des Raumflugs mit Hilfe eines für den kosmischen Einsatz entwickelten Audiometers. Die beim Experiment gewonnenen Erfahrungen fließen unmittelbar in neue Gerätelösungen für die „irdische“ Medizin ein.

Beiträge zum kosmischen Nachrichtenwesen

Seit Beginn der Interkosmoskooperation beteiligten sich Wissenschaftler der DDR in der Arbeitsgruppe Kosmische Nachrichtenverbindungen an wissenschaftlichen Grundlagenuntersuchungen und der Schaffung technischer Voraussetzungen für die Übertragung von Informationen mit Hilfe künstlicher Erdsatelliten. Zugleich wurden damit Vorarbeiten zur Entwicklung eines Nachrichtensatellitensystems geleistet, wie es mit der sozialistischen Nachrichtensatellitenorganisation „Inter-sputnik“ ab 1971 realisiert wurde.

DDR-Wissenschaftler entwickelten u. a. in den letzten Jahren einen Demodulator, der geeignet ist, den Farbferschempfang über Nachrichtensatelliten zu verbessern.

Der Nutzen derartiger Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wird am Beispiel des Satellitenfernsehens, mit dem politische und sportliche Großereignisse wie die Parteitage der KPdSU und die Olympischen Spiele original verfolgt werden können, offensichtlich.

Beiträge zur Entwicklung und Fertigung von Apparaturen und komplexen Gerätesystemen für kosmische Flugkörper sowie der entsprechenden Bodentechnik

Zur Realisierung der anspruchsvollen Aufgabenstellungen wurde eine Vielzahl von Bordgeräten für die eingesetzten Forschungsraketen, Satelliten und Raumschiffe bzw. -stationen sowie eine umfangreiche Empfangs- und Verarbeitungstechnik für die Bodenstationen benötigt. In der DDR hat sich

seit dem Jahr 1967 ein spezifischer Zweig des wissenschaftlichen Gerätebaues entwickelt, der diesen Anforderungen Rechnung trägt. Im Verlauf von nunmehr elf Jahren wurden eine Reihe von Meß-, Meßwerterfassungs-, Speicher- und Übertragungssystemen sowie Bodenempfangs- und Auswerteanlagen entwickelt und erfolgreich für die kosmische Forschung eingesetzt. Die bewährte „erste Generation“ der Kosmosgeräte der DDR, z. B. das Lyman-Alpha-Fotometer zur Erforschung der Sonnenstrahlung oder der Bordsender „Majak“ hat heute ihre Ergänzung in wesentlich komplexeren Systemen wie dem spektrometrischen Komplex mit dem Fourierspektrometer, dem einheitlichen Telemetriesystem und den Multispektralkameras MKF-6 und MKF-6 M gefunden. Um den Empfang der Satellitensignale, die Speicherung und Primärverarbeitung zu gewährleisten, muß eine mit den entsprechenden technischen Hilfsmitteln, wie Antennenanlagen, hochempfindlichen Empfängern, elektronischen Rechnern und Speichergeräten ausgerüstete Bodenorganisation bestehen. Eine solche Bodenstation wurde in der DDR in Neustrelitz geschaffen, die u. a. in der Lage ist, die unterschiedlichsten Signale von kosmischen Flugkörpern, Meßdaten, Wetterbilder von Satelliten u. ä. zu empfangen, zu speichern und auf elektronischen Rechenanlagen die Primärdatenverarbeitung durchzuführen.

Zu den im Rahmen der Interkosmoskooperation in der DDR entwickelten Bodengeräten gehört auch eine große Anzahl von speziellen Prüfgeräten für kosmische Bord- und Bodensysteme — eine unabdingbare Voraussetzung für die Gewährleistung höchster Zuverlässigkeit. Die Entwicklung der bord- und bodengebundenen Technik und Technologie wurde ebenfalls mit dem Dualismus von Grundlagenforschung und volkswirtschaftlichem Nutzen in der Zielstellung verfolgt.

Die Spezifika dieser Technik wie

- geringe Leistungsaufnahme
- geringe Masse und Volumina
- hohe mechanische Robustheit bei z. T. höchsten Präzisionsansprüchen
- hohe Zuverlässigkeit

führten zielgerichtet zu einer Reihe volkswirtschaftlich angewandeter Lösungen auf den Gebieten Industrietelemetrie, optisch-elektronische Präzisionssteuerung, Schaltungstechnik u. a. Konkrete Beispiele für Applikationen mit volkswirtschaftlichem Nutzen sind der Export des Wetterempfangssystems WES-2 und die Überführung eines Modulations- und Demodulationsverfahrens für Kleinmagnetbandspeicher.

In der Entwicklung der Interkosmos-Kooperation und den damit verbundenen Anforderungen an die Beiträge der DDR lassen sich im wesentlichen folgende Etappen unterscheiden:

- Mitte bis Ende der 60er Jahre: Vorbereitung auf künftige Gemeinschaftsexperimente; Beteiligung an bodengebundenen Messungen; Erarbeitung von Grundlagen gemeinsamer Forschungsmethodiken und -technologien;
- bis etwa 1972/73: Einzelexperimente der Partnerländer mit kleinen, autonomen Bordgeräten für die Messung physikalischer Erscheinungen im irdischen Raum auf Satelliten und Raketen;
- ab etwa 1972/73: Übergang zu Komplexexperimenten sowohl im Sinne der Kopplung von Satelliten-, Raketen- und Bodenmeßmethoden als auch im Sinne der Schaffung komplizierter, komplexer Gerätesysteme für den Satelliteneinsatz unter kollektiver Beteiligung mehrerer Partnerländer; Beispiele sind das rechnerkompatible, digitale einheitliche Telemetriesystem (ETMS) bzw. der an der AdW der DDR entwickelte und gebaute spektrometrische Komplex mit einem IR-Fourier-Spektrometer für den Satelliteneinsatz.
- in der jetzigen Phase: verstärkte Orientierung auf Forschungen und Entwicklungen, die eine höhere Stufe der volkswirtschaftlichen Nutzung der Kosmosforschung gestatten, wie z. B. Materialwissenschaften und Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln einschließlich der Beteiligung mit experimentellen Ausrüstungen an bemannten Unternehmen der UdSSR und anderen Raumflugkörpern des nationalen sowjetischen Raumforschungsprogramms; Beispiel dafür ist u. a. der Einsatz der MKF-6 an Bord von „Sojus 22“ und der modifizierten Variante MKF-6 M auf „Salut 6“.

In den folgenden Übersichten wird die DDR-Beteiligung an der Ausrüstung kosmischer Objekte im Interkosmosprogramm (Arbeitsgruppen Kosmische Physik, Kosmische Meteorologie und Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln) im einzelnen dargestellt:

1. Interkosmos-Satelliten (Flughöhe zwischen 200 und 1700 km)

Objekt	Startdatum	Aufgabenstellung	DDR-Ausrüstung
„Interkosmos 1“	14. 10. 1969	sonnenphysikalische Untersuchungen Stromversorgungsblock	Lyman-Alpha-Fotometer; Sender 136 MHz; Stromversorgungsblock
„Interkosmos 2“	25. 12. 1969	ionosphärische Untersuchungen	„Majak“-Sender 20 MHz u 30 MHz
„Interkosmos 4“	14. 10. 1970	sonnenphysikalische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Sender 136 MHz; Stromversorgungsblock
„Interkosmos 7“	30. 6. 1972	sonnenphysikalische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Schumann-Runge-Fotometer; Sender 136 MHz; Stromversorgungsblock
„Interkosmos 8“	30. 11. 1972	ionosphärische Untersuchungen	„Majak“-Sender 20 MHz und 30 MHz Zwischenspeicher
„Interkosmos 10“	30. 10. 1973	magnetosphärische Untersuchungen	Elektronikblock für Langmuirsonde
„Interkosmos 11“	17. 5. 1974	sonnenphysikalische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Quarz-UV-Fotometer; Elektronikblock für sowjetisches Röntgenpolarimeter; Stromversorgungsblock Schumann-Runge-Fotometer
„Interkosmos 12“	31. 10. 1974	ionosphärische Untersuchungen	Hochfrequenzkapazitätssonde; Zwischenspeicher
„Interkosmos 15“	19. 6. 1976	Erprobung des neuen einheitlichen telemetrischen Systems (ETMS) auf dem neuen Satellitentyp AUOS (Automatische universelle Orbitalstation)	Wortformungs- und Kodierungsblock; Digitalmagnetband-Speicher
„Interkosmos 16“	27. 7. 1976	sonnenphysikalische Untersuchungen	Schumann-Runge-Fotometer; Quarz-UV-Fotometer; Sender 136 MHz; Stromversorgungsblock;

Die DDR war damit bisher an der Ausrüstung von 10 Satelliten des Typs „Interkosmos“ mit insgesamt 27 Bordgeräten beteiligt;
DDR-Einrichtungen beteiligten sich ferner mit bodengebundenen Mitteln an Experimenten mit den Satelliten „Kosmos 261“ (Start: 20. 12. 1968), „Kosmos 321“ (Start: 20. 1. 1970), „Kosmos 348“ (Start: 13. 6. 1970) und „Kosmos 381“ (Start: 2. 12. 1970).

2. Objekte des sowjetischen Raumforschungsprogramms (Flughöhe zwischen 250 und 1000 km)

Objekte	Startdatum	Aufgabenstellung	DDR-Ausrüstung
„Meteor 1-25“	15. 5. 1976	u. a. Erprobung indirekter Sondierungsmethoden zur globalen Gewinnung atmosphärischer Parameter (Temperatur- u. Wasserdampfprofile) für die numerische Wetterprognose und langfristige Überwachung der Atmosphäre	Spektrometrischer Komplex mit IR-Fourier-Spektrometer; Elektronikblock; 2 Magnetbandspeicher
„Sojus 22“	15. 9. 1976 bis 21. 9. 1976	u. a. multispektralfotografische Aufnahme von Gebieten der UdSSR und der DDR	Multispektralkamera MKF-6
„Kosmos 900“	29. 3. 1977	u. a. sonnenphysikalische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer
„Meteor 1-28“	29. 6. 1977	s. Objekt „Meteor 1-25“	s. Objekt „Meteor 1-25“
„Salut 6“	29. 9. 1977	u. a. multispektralfotografische Aufnahmen	Multispektralkamera MKF-6 M

Damit wurden seitens der DDR jeweils komplexe Gerätesysteme für das Raumschiff „Sojus 22“, die Raumstation „Salut 6“ und zwei Wettersatelliten vom Typ „Meteor“ zur Verfügung gestellt sowie 1 autonomes Bordgerät für einen „Kosmos“-Satelliten. Außerdem wurde die MKF-6 in mehreren Fällen in einem Flugzeug vom Typ AN-30 eingesetzt.

3. Geophysikalische Forschungsraketen — (Gipfelhöhe bis 500 bzw. 1500 km)

Objekt	Startdatum	Aufgabenstellung	DDR-Ausrüstung
„Vertikal 1“	28. 11. 1970	sonnenphysikalische und ionosphärische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Hochfrequenzkapazitätssonde
„Vertikal 2“	20. 8. 1971	sonnenphysikalische u. ionosphärische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Hochfrequenzkapazitätssonde
„Vertikal 3“	2. 9. 1975	sonnenphysikalische und ionosphärische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Schumann-Runge-Fotometer; Dispersionsinterferometer; Fotoelektronenanalysator; Hochfrequenzkapazitätssonde;
„Vertikal 4“	14. 10. 1976	sonnenphysikalische und ionosphärische Untersuchungen	Lyman-Alpha-Fotometer; Schumann-Runge-Fotometer; Fotoelektronenanalysator; Hochfrequenzkapazitätssonde

Zur Ausrüstung dieser 4 Forschungsraketen trug die DDR mit insgesamt 13 Geräten bei.

4. Meteorologische Raketen — (Gipfelhöhe MR-12 180 km; M-100 100 km)

Aufgabenstellung: Untersuchung der Ionenkonzentration und Messung der wichtigsten Neutralgas-Komponenten (O_2 , O_3) der niederen Atmosphäre

Objekt	Startdatum	DDR-Ausrüstung
MR-12	24. 11. 1971	Gerdienkondensator;
MR-12	1. 12. 1971	Gerdienkondensator;
MR-12	25. 10. 1972	Gerdienkondensator; Hochfrequenzkapazitätssonde;
MR-12	1. 11. 1972	Gerdienkondensator; Hochfrequenzkapazitätssonde;
MR-12	20. 11. 1972	Gerdienkondensator; Hochfrequenzkapazitätssonde;
M-100	29. 11. 1973	kleiner spezieller Sender (MSP-1);
M-100	7. 12. 1973	Gerdienkondensator; Sender (MSP-1); Orientierungsgeber;
MR-12	7. 12. 1973	Gerdienkondensator; Hochfrequenzkapazitätssonde;
M-100	10. 12. 1973	Gerdienkondensator; Sender (MSP-1); Orientierungsgeber;
M-100	13. 9. 1974	Quarz-UV-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-1;
M-100	18. 9. 1974	Gerdienkondensator; Langmuirsonde; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-1; Orientierungsgeber;
M-100	18. 9. 1974	Gerdienkondensator; Langmuirsonde; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-1; Orientierungsgeber;
M-100	20. 9. 1974	Quarz-UV-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-1;
M-100	12. 9. 1975	Quarz-UV-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	12. 9. 1975	Lyman-Alpha-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	19. 9. 1975	Quarz-UV-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	19. 9. 1975	Lyman-Alpha-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	22. 9. 1975	Gerdienkondensator; Langmuirsonde; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	22. 9. 1975	Gerdienkondensator; Langmuirsonde; optischer Orientierungsgeber; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
MR-12	7. 12. 1976	Lyman-Alpha-Fotometer; Schumann-Runge-Fotometer; Quarz-UV-Fotometer; Quarz-UV-Fotometer;
MR-12	8. 12. 1976	Lyman-Alpha-Fotometer; Schumann-Runge-Fotometer; Quarz-UV-Fotometer;
M-100	24. 11. 1977	4-Kanal-Ozon-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	27. 11. 1977	4-Kanal-Ozon-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	27. 11. 1977	4-Kanal-Ozon-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	21. 6. 1978	4-Kanal-Ozon-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;
M-100	28. 6. 1978	4-Kanal-Ozon-Fotometer; Telemetrie-sektion mit Sender MSP-2;

Die DDR beteiligte sich damit bisher an der Bestückung von 26 meteorologischen Raketen mit insgesamt 61 Geräten.

Zusammengefaßt beteiligte sich die DDR bisher an der Ausrüstung von

- 13 Satelliten (Typen „Interkosmos“, „Kosmos“, „Meteor“)
- 1 Raumschiff (Typ „Sojus“)
- 1 Raumstation (Typ „Salut“)
- 4 geophysikalischen Forschungsraketen (Typ „Vertikal“)
- 26 meteorologischen Raketen (Typen „MR-12“, „M-100“)

insgesamt 45 Objekte

Dabei wurde folgende Anzahl von Bordgeräten eingesetzt:

- 28 Geräte auf Satelliten
- 4 Gerätekomplexe auf Satelliten, einem Raumschiff und einer Raumstation
- 13 Geräte auf geophysikalischen Forschungsraketen
- 61 Geräte auf meteorologischen Raketen

insgesamt 106 Geräte bzw. -komplexe

Darüber hinaus wurden bisher mehr als 150 Geräte für den Bodeneinsatz (u. a. Wetterbildempfangsanlage WES-2, Farbmischprojektor MSP-4, Telemetrieempfänger, Bandspeicher, Empfangsantennen, Rechneranpassungseinheiten) und spezielle Prüfeinrichtungen entwickelt und gebaut.

Für die Nutzanwendung von Ergebnissen der Interkosmos-Kooperation in der Volkswirtschaft der DDR gibt es u. a. folgende Beispiele:

- **Wetterbildempfangssystem WES-2** zur Aufnahme von Satelliten-Wetterbildern
Anwendung: Meteorologischer Dienst der DDR; Export in die UdSSR.
- **Industrietelemetriesystem** zur drahtlosen Übertragung analoger Meßwerte unter extremen Bedingungen
Anwendung: z. B. im WTZ Dieselmotoren Roßlau zu Dehnungsmessungen in Kolben von Dieselmotoren; VEB Kombinat Pumpen und Verdichter Leipzig zu Messungen an der Beschauelfung von Turboverdichtern; VEB Motorradwerke Zschopau zur Dehnungsmessung in Teleskopgabeln.
- **Elektronisches Lyman-Alpha-Feuchtemeßgerät** zum Nachweis kleinster Wasserdampfmengen in absorbierenden Gasen
Anwendung: z. B. im VEB LEW Hennigsdorf zur Feuchtemessung im Bremssystem von Diesellokomotiven; VEB Untergrundspeicher Mittenwalde zur Untersuchung der Feuchteaufnahme in technischen Gasen.
- **Informationselektronik für Kleinmagnetbandspeicher**
Anwendung: VEB Robotron-Elektronik, Zella-Mehlis.
- **Digitales Bildbearbeitungsverfahren**
Anwendung: z. B. zur Konturverbesserung, Detailerkennbarkeit und Kontrastverstärkung bei züchtungsgenetischen Untersuchungen und von elektronenmikroskopischen Abbildungen.

Jüngste Arbeiten auf dem Applikationssektor beschäftigen sich mit der Nutzung von Ergebnissen und Erfahrungen des Interkosmos-Kollektivs im Mikroelektronikprogramm.

Amateure beobachten und berichten

Die Atmosphären fester Himmelskörper

MANFRED SCHRÖTTER

Unter Atmosphäre eines Himmelskörpers versteht man die ihn umgebende Gashölle. Im folgenden Beitrag sollen nur die Gashüllen fester, erkalteter Himmelskörper betrachtet werden. Es geht darum, unter welchen Bedingungen sich um einen Himmelskörper eine Atmosphäre über einen, kosmologisch

gesehen, längeren Zeitraum erhalten kann. Von den in unserem Sonnensystem bekannten 9 Planeten und ihren 34 Monden besitzen 8 Planeten und wahrscheinlich 5 Monde eine nennenswerte Atmosphäre. Möglicherweise besitzt auch der Pluto eine Gashülle, was sich aber gegenwärtig noch nicht sicher nachweisen läßt. Das heißt, etwa ein Drittel aller gegenwärtig bekannten Planeten und Monde besitzt eine Gashülle. Bei den folgenden Betrachtungen soll der Pluto nicht mit einbezogen werden, da seine Daten (z. B. Masse) nur ungenau bekannt sind. Etwa 30 % der Körper mit einer Atmosphäre hat eine Masse, die zehnmal größer ist, als die der Erde und bei 54 % der Himmelskörper ist die Masse kleiner als ein Zehntel der Erdmasse. Übrig bleiben Venus (0,814 Erdmassen) und die Erde selbst.

Sinkt die Masse unter ein Zwanzigstel der Erdmasse, was bei der Mehrzahl der Körper in unserem Sonnensystem der Fall ist, so läßt sich keine Gashülle mehr nachweisen. Man erkennt also, daß die Masse eines Himmelskörpers entscheidend ist, damit sich eine thermodynamisch stabile Atmosphäre über einen sehr langen Zeitraum halten kann.

Bekanntlich zeichnen sich die Atome bzw. Moleküle eines Gases durch eine stoff- und temperaturabhängige Bewegung aus (Brownsche Bewegung). Dabei ist die Geschwindigkeit eines Moleküls um so größer, je geringer seine Masse bzw. je höher die Temperatur des Gases ist. Das Molekül hat also ständig das Bestreben, aus dem Schwerfeld des Planeten zu entweichen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn seine Geschwindigkeit größer als die Entweichgeschwindigkeit des Himmelskörpers ist. Unter Entweichgeschwindigkeit versteht man die Geschwindigkeit, die ein Körper haben muß, ohne nachträgliche Beschleunigung in beliebig große Entfernung von einem anderen anziehenden Körper zu gelangen.

Die Entweichgeschwindigkeit berechnet sich:

$$v_p = \sqrt{2 Gm/r}$$

G = Gravitationskonstante

m = Masse des Körpers

r = Radius

Die mittlere Molekulargeschwindigkeit ergibt sich aus:

$$v_m = \sqrt{3 RT}$$

R = spezielle Gaskonstante

T = Temperatur

Dabei errechnet sich R nach $R = 8314 \text{ J/M kg grad}$

M = Molekülmasse

Damit ein Himmelskörper eine Atmosphäre halten kann, muß gelten

$$v_p > v_m$$

Der Verfasser hat in der folgenden Tabelle einmal die mittlere Molekulargeschwindigkeit einer Reihe von Gasen errechnet, die als Bestandteile von Gashüllen bestimmter Himmelskörper nachgewiesen wurden. Die Molekulargeschwindigkeit wurde in Abhängigkeit von der Temperatur errechnet (Angaben in m/s).

Temperatur in °C (bzw. in K)

Element	+500 (773)	+300 (573)	+100 (373)	0 (273)	-50 (223)	-100 (173)	-250 (23)
CO ₂	662	570	460	393	355	313	114
O ₂	776	668	539	461	417	367	134
N ₂	830	714	576	493	446	392	143
H ₂	3105	2673	2157	1845	1668	1469	536
NH ₃	1065	917	740	633	572	504	184
CO	830	714	576	493	445	392	143
Ne	977	841	678	581	525	462	143
Ar	695	598	483	413	373	329	120
Kr	480	413	333	285	261	226	83
Xe	383	330	266	228	206	181	66

Im betrachteten Temperaturbereich von +500 °C bis -250 °C bewegen sich also die mittleren Molekulargeschwindigkeiten bei den aufgeführten Edelgasen von:

Ne	977 m/s bis 168 m/s
Ar	695 m/s bis 120 m/s
Xe	383 m/s bis 66 m/s
Kr	480 m/s bis 83 m/s

Man erkennt, daß Gase mit relativ großer Molekularmasse die beste Möglichkeit haben, als ursprünglicher Bestandteil der Atmosphäre erhalten zu bleiben. Das betrifft vor allem die Edelgase Ar, Xe, Kr sowie CO₂. Vorhandener Sauerstoff dürfte durch seine große chemische Reaktivität relativ schnell an der Planetenoberfläche gebunden werden. Eine Ausnahme bildet die Erde (biologische Ursachen). Folgende Tabelle gibt die Entweichgeschwindigkeit einiger Himmelskörper (in km/s):

Merkur	4,3	Erde	11,2	Jupiter	57,5	Uranus	20,3
Venus	10,3	Mars	5,0	Saturn	33,1	Neptun	23,4

Man muß bei diesen Betrachtungen berücksichtigen, daß die Dichte der Gashölle nach außen abnimmt und somit die freie Weglänge der Gasmoleküle größer wird, außerdem nimmt in der gleichen Richtung die Schwerkraft ab und mit ihr ebenfalls die Entweichgeschwindigkeit. Der hohe CO₂-Gehalt in den Atmosphären von Venus und Mars (etwa 95 %) dürfte im wesentlichen auf die Beständigkeit des Kohlendioxids infolge seiner großen Molekularmasse zurückzuführen sein, während bei den äußeren Planeten, in denen ja auch leichtere Gase vorzufinden sind, wie H₂, NH₃, usw., die relativ große Masse der Planeten das Entweichen der Gase verhindert, sowie ihre geringe Oberflächentemperatur. Letzteres dürfte besonders bei den vier großen Jupitersatelliten und dem Saturnmond Titan zutreffen.

Höhenballone – ein lohnendes Beobachtungsobjekt

MATHIAS SCHMÖGNER

Es gibt eine Reihe besonderer Erscheinungen am gestirnten Himmel, welche die Aufmerksamkeit vieler Beobachter auf sich ziehen. Ein solcher Fall, und ein besonders lohnendes Objekt für Amateure, sind Höhenballone.

Am 28. April, am 5. und 12. Mai 1978 (jeweils Freitag), etwa ab 19.15 Uhr beobachtete ich mit den Mitgliedern meiner Arbeitsgemeinschaft, die regelmäßig freitags ab 18 Uhr in Košice (ČSSR) zusammenkommt, jeweils einen Höhenballon. Er war mit freiem Auge in etwa der Hälfte der damaligen scheinbaren Venushelligkeit zu beobachten. Eine weitere Beobachtung eines solchen Satelliten machte ich allein noch am 18. Mai 1978 zwischen 19.35 und 19.45 Uhr in Medzev, meinem Wohnort (28 km Luftlinie von Košice entfernt), in südwestlicher Richtung. Allerdings mußte ich den Ballon wegen der zunehmenden Verlängerung der Abenddämmerung, diesmal mit einem Feldstecher 8 × 30 ausmachen. Seine scheinbare Helligkeit wurde bei dieser Beobachtung von mir auf etwa 0^m geschätzt. Diese Beobachtung verhalf dazu, die gesamte Erscheinung dieser Ballonflüge auch theoretisch zu behandeln, wovon noch berichtet werden soll.

In Košice wurden die Ballone, neben Beobachtungen mit freiem Auge und kleinen Geräten, mit einem Cassegrain-Spiegelteleskop 150/2500, bei 100facher Vergrößerung, beobachtet. Die Ballone sehen im Fernrohr recht interessant aus. Sie sind rund wie der Mond und haben in vertikaler Richtung an den Polen Lichtquellen, die ihr helles Leuchten verursachen. Die Oberfläche der Ballone erscheint im Fernrohr in hellem Grau. Um den Ballon, offenbar mit ihm verbunden, läuft ein schwach leuchtendes Lichtpunkchen. Dies scheint eine, den Flug des Ballons stabilisierende Einrichtung zu sein. Der scheinbare Durchmesser der Ballone im o. g. Fernrohr wurde auf etwa 15' geschätzt. Nach einer gewissen Flugdauer platzt dann solch ein Ballon. Interessant ist dabei, daß es jedesmal fast zu derselben Zeit geschieht und zwar zwischen 19.40 und 19.45 Uhr. Das bedeutet darauf hin, daß im Inneren des Ballons eine Einrichtung untergebracht ist, die ihn zu der angeführten Zeit zerstört. Dabei ist im Fernrohr für etwa 4 Sekunden die zu Boden fallende Apparatur aus dem Inneren des Ballons zu beobachten. Die Flugrichtung der Ballone verlief von beiden Beobachtungsorten aus gesehen von Nord nach West. In Medzev war der Ballon etwa 5° nördlicher zu sehen. Während einer halben Stunde Flugdauer überstrich der Ballon am Himmel ein Feld von etwa 20°. Daraus kann man schließen, daß die Ballone ziemlich hoch flogen und vielleicht seit Mittag des Beobachtungstages unterwegs waren. Da am 19. Mai 1978 und in der Folgezeit keine Beobachtung derartiger Erscheinungen mehr gemacht werden konnte, hielten wir die Versuchsserie für beendet.

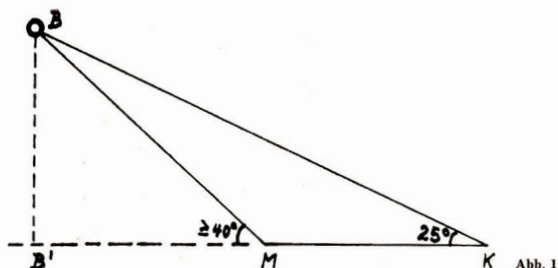


Abb. 1

Ich selbst hatte eine Versuchsserie mit solchen Ballonen schon 1974 in Medzev verfolgt. Die Beobachtungen führte ich vom 1. Juli bis 6. August 1974 durch. Ein Vergleich mit den diesjährigen Beobachtungen zeigt, daß die Versuchsserien etwa gleichartig verliefen, also denselben Zwecken dienten. Allerdings ist die genaue Aufgabe dieser Ballone aus den Beobachtungen nicht zu ermitteln. Darum aber geht es ja bei den Beobachtungen mit der Arbeitsgemeinschaft auch gar nicht. Vielmehr dienen sie den AG-Mitgliedern zum besseren Einüben in die Beobachtungspraxis.

Der folgende Abschnitt soll noch zeigen, daß diese Erscheinung auch rechnerisch behandelt werden konnte, wodurch die AG-Teilnehmer zur Verarbeitung ihrer eigenen Beobachtungen angeregt wurden. Sie konnten so auch ihre Taschenrechner, die sie stets mit sich führen, zur nützlichen Anwendung bringen. Einschränkend muß aber gesagt werden, daß die Berechnungen nur grobe Näherungswerte liefern konnten, da die Winkelmessung von mir in Medzev nur mit einer Genauigkeit von 5° vorgenommen werden konnte und daß diese Beobachtung in Medzev diejenige eines zweiten Objektes war, obgleich anzunehmen ist, daß die Ballone in einem Kanal von höchstens 5 km Breite geflogen sein dürften. Bei der Basislänge Kosice-Medzev gleich 28 km Luftlinie ergab die Winkelmessung in Kosice eine Höhe des Ballons von 25° über dem Horizont und in Medzev eine Höhe zwischen 40° und 45° über dem Horizont. Danach haben wir es mit einem Dreieck zu tun, von dem die Länge einer Seite und die Innenwinkel bekannt sind, auf das sich der Sinussatz anwenden läßt. (Abb. 1) Die Berechnung ergab folgende Durchschnittswerte: Kosice-Ballon ≈ 64 km; Medzev-Ballon $\approx 40,5$ km. Auf Grund der Lösung des rechtwinkligen Dreiecks KBB' wurde endlich die Höhe des Ballons über dem Erdboden zu $h = 27$ km ermittelt. Die Ergebnisse sind – bei Berücksichtigung der unteren und oberen Grenze der Winkelmessung in Medzev – Mittelwerte.

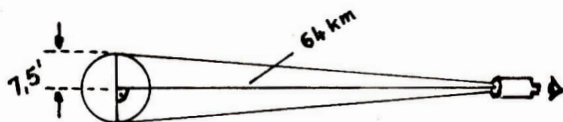


Abb. 2

Aus der Schätzung des scheinbaren Durchmessers des Ballons bei der Beobachtung in Kosice wurde nun, natürlich auch nur genähert, sein wahrer Durchmesser berechnet. Die Berechnung wurde als die eines Kreisbogens und als einer Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks durchgeführt (Abb. 2). Es ergab sich ein Durchmesser von etwa 3 m. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, daß die beobachteten Ballone keine herkömmlichen meteorologischen Radiosonden waren.

Auswertung der Beobachtungen zur Venusdichotomie 1977

(Bericht der Arbeitsgruppe "Planeten", Dresden)

HANS-JOACHIM SCHULZ

Die regelmäßige Beobachtung der Dichotomie der Venus, d. h. des Zeitpunktes, an dem die Planetenscheibe zur Hälfte beleuchtet erscheint, bietet unter den heutigen Bedingungen auch dem geübten Amateur nicht die Möglichkeit, neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu sammeln. Den genauen Zeitpunkt, an dem die Dichotomie geometrisch eintritt, wird man visuell auch mit beliebig leistungsfähigen Instrumenten nicht erfassen können, weil der Terminator (die Licht-Schatten-Grenze) an der Venus auf der Oberseite einer Wolkenschicht liegt, durch die die dadurch hervorgerufene „Dämmerungsverdunklung“ nicht als scharfe Grenze erscheint, wie z. B. am Mond, und daher seine wahre, d. h. geometrische Lage bei der Beobachtung im Fernrohr nach der beleuchteten Seite hin verschoben erscheint. Der Zeitpunkt der Dichotomie wird dadurch vor der unteren Konjunktion zu früh, nach derselben zu spät geschätzt (Schröter-Effekt).

Welchen Sinn hat also die visuelle Beobachtung und zeitliche Schätzung der Venusdichotomie für den Amateur?

- Zum einen bietet der Anblick einer (je nach den atmosphärischen Bedingungen) weiß oder leicht gelblich leuchtenden Planetenscheibe auf hellblauem Grunde einen besonderen ästhetischen Reiz, noch verstärkt dadurch, daß sich die Sichelgestalt des Planeten schon innerhalb kürzerer Zeitabstände sichtbar ändert.
- Zum anderen wird der ernsthaft interessierte Amateur nach Erwerb eines Fernrohres verhältnismäßig bald den Wunsch nach exakter Erfassung dessen haben, was er beobachtet. Es soll hier allerdings nicht die Ansicht vertreten werden, daß der Besitz eines Fernrohres auch zur Erlangung wissenschaftlich auswertbarer Beobachtungen verpflichtet, das wird je nach Neigung und Möglichkeiten des Einzelnen häufig nicht der Fall sein können, ohne daß man daraus einen Vorwurf konstruieren sollte.

Allgemein wird jedoch bei vielen der Wunsch bestehen, die eigenen Beobachtungen mit anderen zu vergleichen und dazu eignen sich quantitative Ergebnisse naturgemäß am besten.

- Zum dritten ist die Beobachtung der Venusdichotomie als verhältnismäßig leicht zu erlangende und einfach auswertbare Beobachtungsreihe besonders geeignet, die Genauigkeit der eigenen Ergebnisse zu prüfen, d. h. letztendlich seine persönlichen Qualitäten (und Schwächen) als Beobachter festzustellen.

Nun zur Beobachtung selbst: An dieser Stelle soll keine genaue Anleitung zur Beobachtung der Venusdichotomie gegeben werden. Das ist von anderen Autoren bereits geschehen [1, 2, 3, 4]. Einige allgemeine Hinweise seien aber noch gestattet:

- Man beobachte nach Möglichkeit immer bei gleichem Horizontabstand, bei nicht zu tiefem Stande des Planeten ($> 20^\circ$), am günstigsten in der Kulmination, was aber aus Zeitgründen nicht immer möglich sein wird.
- Die Verwendung von Farbfiltren bringt wahrscheinlich keinen systematischen Vorteil [5].
- Geeignet ist jedes Fernrohr ab etwa 63 mm Öffnung. Die Vergrößerung sollte bei etwa $100\times$ liegen. Während einer Beobachtungsreihe sollte das Instrument nicht gewechselt werden.
- Ob der Anteil der beleuchteten Scheibe direkt am Instrument geschätzt oder an einer Zeichnung ausgemessen wird, bleibt dem persönlichen Geschick überlassen und hat keinen systematischen Einfluß.
- Jeder Meßwert sollte als Mittelwert aus mehreren, möglichst unvoreingenommenen Einzelmessungen notiert werden.
- Vom Beobachter sollen mindestens mitgeteilt werden:
 - Instrumententyp mit Öffnung und Brennweite;
 - angewandte Vergrößerung;
 - Anzahl der Einzelmessungen für den jeweiligen Meßwert;
 - Verwendung von Filtern;
 - Datum und Uhrzeit (MEZ oder UT angeben!) der Beobachtung;
 - Luftzustand zur Beobachtungszeit;
 - Anteil der beleuchteten Scheibe in Teilen des Ganzen oder Angabe des entsprechenden Winkels; besondere Umstände (Dunst, Wolken, persönliche Verfassung).

Abb. 1

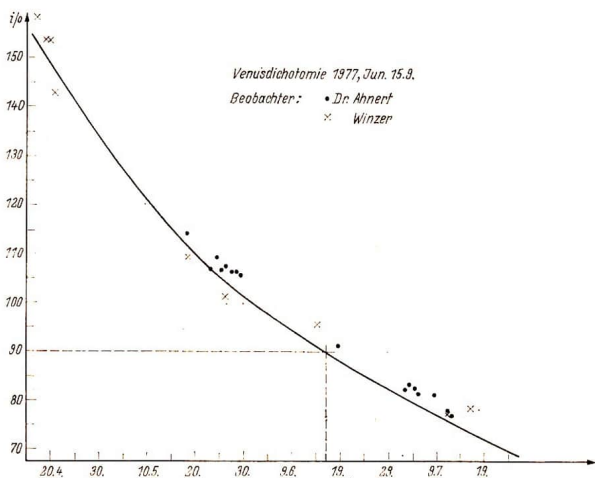
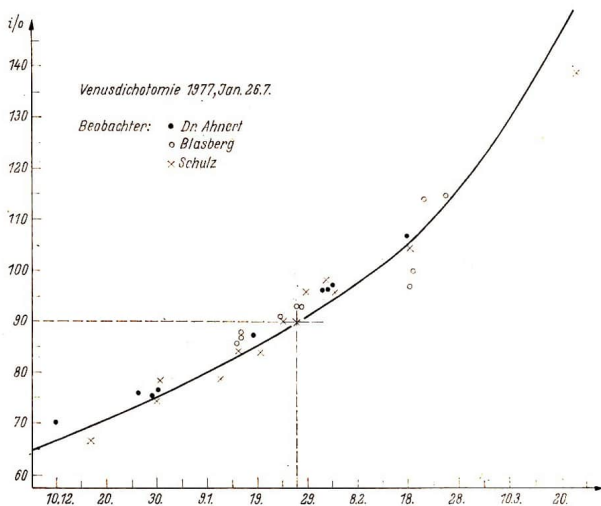


Abb. 2

- Wünschenswert, aber nicht unbedingt notwendig sind: Horizontalabstand des Planeten zur Beobachtungszeit; B-R-Werte nach den Angaben im Sternkalender; Rechnerisch oder zeichnerisch aus der Beobachtungsreihe ermittelter Dichotomiezeitpunkt.

Für eine grafische und rechnerische Auswertung sind von Interesse:

- Die mittlere Abweichung $\Delta_i (\overline{B_i} - \overline{R_i})$ der beobachteten von den Kalenderwerten
- Die quadratische Streuung σ_i um die mittlere Kurve
- Die aus der Beobachtungsreihe ermittelte Differenz A der beobachteten von der wahren (geometrischen) Dichotomie

Der Wert A sollte dem Betrage nach natürlich möglichst klein sein, Werte von etwa $\leq 10^d$ sind als gut zu bezeichnen. Dabei ist aufgrund des Obengesagten $A < 0$ vor der unteren Konjunktion und $A > 0$ nach derselben zu erwarten.

Neben diesem Wert ist für die Güte der Beobachtungsreihe vor allem $|\sigma|$ wichtig, der die Streuung der Beobachtungen um die mittlere Kurve und damit die Zuverlässigkeit der Einzelbeobachtungen angibt. Werte von $\leq \pm 2^o$ kennzeichnen eine gute Beobachtungsreihe.

Die vier Beobachter, die ihre Ergebnisse an die Dresdner Arbeitsgruppe „Planeten“ einsandten, erreichten folgende Ergebnisse:

Vor der unteren Konjunktion:

Beobachter	Δ_i	σ_i	A
Dr. Ahnert – Sonneberg	+2 ²¹	$\pm 0^{\circ}92$	-3 ⁹⁷
Blasberg – Dresden	+1 ¹³	$\pm 4^{\circ}8$	-2 ⁹⁰
Schulz – Dresden	+0 ²	$\pm 2^{\circ}0$	-4 ⁹⁶
Mittelwert	+1 ¹²	$\pm 3^{\circ}3$	-3 ⁹⁴

Nach der unteren Konjunktion:

Beobachter	Δ_i	σ_i	A
Dr. Ahnert – Sonneberg	+2 ⁵⁵	$\pm 1^{\circ}1$	+10 ⁹³
Winzer – Cottbus	+0 ²	$\pm 3^{\circ}0$	+ 0 ⁹⁸
Mittelwert	+1 ⁵⁴	$\pm 2^{\circ}7$	+5 ⁹⁶

Obwohl diese wenigen Beobachtungen keine eingehende Analyse zulassen, erkennt man doch z. B. deutlich, daß bei entsprechender Beobachtungserfahrung auch in hohem Alter sehr gute Beobachtungsergebnisse möglich sind (s. Dr. Ahnerts σ_i -Werte). Hier findet sich eine alte Weisheit bestätigt: „Wichtig ist ein gutes Fernrohr, wichtiger jedoch ist der Beobachter, der dahintersteht“.

Alle Beobachter, die aus dem Jahre 1978 Beobachtungen zur Venusdichotomie vorliegen haben, werden gebeten, diese (auch im unbearbeiteten Zustand) einzusenden an:

Arbeitsgruppe „Planeten“, H.-J. Blasberg, 8053 Dresden, Tolkewitzer Str. 44.

Für Rückfragen zur Beobachtung der Venusdichotomie oder deren Auswertung stehen Bfr. Blasberg oder der Autor dieses Beitrags gern zur Verfügung.

Literatur:

- [1] Ahnert, P.: Kalender für Sternfreunde 1968, S. 181.
- [2] Zschau, E.: Astronomie und Raumfahrt 1971, H. 3, S. 73.
- [3] Blasberg, H.-J.: Astronomie und Raumfahrt 1972, H. 2, S. 48.
- [4] Saupé, G., und Mosch, J.: Astronomie und Raumfahrt 1973, H. 5, S. 142.
- [5] Ahnert, P.: Die Sterne 48 (1972) 1, S. 55.

Wettbewerb des ZFA Astronomie, sechste Aufgabe

Gruppe A

Deneb im Schwan (alfa Cygni) ist 75mal weiter von uns entfernt als Sirius (alfa Canis Majoris). Die scheinbaren Helligkeiten betragen: Deneb: $m_1 = 1,26^m$, Sirius: $m_2 = -1,43^m$.

Um wieviel mal wäre die Intensität des Deneb größer als die des Sirius, wenn beide Sterne in der gleichen Entfernung von der Sonne stehen würden?

Gruppe B

Wie groß ist die scheinbare Helligkeit eines Doppelsterns, wenn dessen Komponenten eine Größe von $m_1 = 1,0^m$, $m_2 = 2,0^m$ besitzen? Die Komponenten sind mit bloßem Auge nicht zu trennen.

Beobachtung von Mikrometeoriten – erste Versuche

DETLEV MEHMEI

Der Aufruf zur Mitarbeit bei der Beobachtung von Mikrometeoriten in unserer Zeitschrift veranlaßte mich, dieser Aufgabe meine Aufmerksamkeit zu widmen. Nachdem ich mich entsprechend vorbereitet hatte, begann ich im August 1978 mit den ersten Beobachtungen.

Ich beobachtete am 8. August 1978 von 8.30 Uhr bis 11.30 Uhr und arbeitete mit einer Auffangfläche von 1331,6 cm². Bei den nächsten Versuchen werde ich jedoch diese Fläche auf etwa 1–2 m² erhöhen, um genauere Ergebnisse zu erhalten.

Für meine Arbeit erscheint mir folgender Umstand sehr wichtig: Etwa 35 m neben der Meßstelle befindet sich eine Schmiede. Am 8.8. wurde dort aber nicht gearbeitet, so daß dadurch keine Meßwertverfälschung auftreten konnte.

Bei der Messung selbst und bei deren Auswertung richtete ich mich nach den Beobachtungshinweisen, die der Vorsitzende der IMRN, Philip M. Bagnall, gegeben hat (siehe A + R 3/77 S. 92–93). Gearbeitet habe ich mit Permanentmagnet und Lupe, da mir ein Mikroskop leider nicht zur Verfügung steht. Darum blieb es mir auch versagt, die Mikrometeoriten nach Formen zu sortieren.

Ich habe 23 Eisenmeteoriten ausgezählt. Nach der Messung wurden die Auffangbehälter gut abgedeckt, so daß keine anderen eisenhaltigen Teilchen eindringen konnten.

Ich war aber sehr überrascht, daß der IHR-Wert recht hoch war. Nach meinen Rechnungen beträgt er immerhin $82,27746 \times 10^6$.

Nach meinen Überlegungen gibt es dafür nur zwei Erklärungen:

1. Durch den kurzen Weg des Wassers von der Wolke bis zum Boden konnten nicht alle atmosphärischen Staubteilchen aussortiert werden.
2. Durch die beiden Meteorströme (delta-Aquariden und Perseiden) wurden sehr viel mehr Mikrometeorite der Erdatmosphäre zugeführt und diese brachten dann auch den IHR-Wert auf diese Größenordnung.

Nun wüßte ich gern, in welchem Verhältnis mein gefundener IHR-Wert im Vergleich zu den entsprechenden Werten anderer Beobachter liegt bzw. ob meine obigen Interpretationen des eigenen Wertes der Wahrheit nahekommen. Wer nahm sich der Beobachtung dieser Erscheinungsform kosmischer Körper ebenfalls an?

Aus der Literatur

Erforschung der Venus — Das NASA-Programm Pioneer-Venus

Das Programm sieht die Erforschung der Venus mit zwei unabhängigen Flugkörpern vor, einem Orbiter, der sich auf einer Satellitenbahn um die Venus bewegt und einem Mehrsondengerät, das aus dem Anflug heraus in die Atmosphäre des Planeten eintritt. Dieses Mehrsondengerät besteht aus einem Geräteträger, dem sogenannten Bus und einer großen sowie drei kleinen Eintauchsonden. Das Sondengerät soll Anfang Dezember 1978 in die Venusatmosphäre eintauchen. Dabei wird der Bus flach in die Atmosphäre gesteuert und verfliegt in 110 bis 120 km Höhe. Vorher soll er Informationen über Zusammensetzung und Konzentration neutraler Teilchen in der oberen Venusatmosphäre (2000 bis 140 km) sammeln. Die vier Sonden werden 20 Tage vor diesem Zeitpunkt vom Bus getrennt und dringen an verschiedenen Stellen in die Gashölle der Venus ein. Die große Sonde geht an einem Fallschirm bis auf 46 km herunter, die restliche Strecke wird im freien Fall zurückgelegt. Die drei kleinen Sonden durchstoßen die Atmosphäre ohne Bremsung. Mit diesen Sonden sollen Atmosphärenstruktur, Strahlungsverhältnisse, Teilchenfluß und Wolkenstruktur untersucht werden.

Der zwei Monate vor dem Sondengerät gestartete Orbiter trifft ebenfalls Anfang Dezember 1978 an der Venus ein und schwenkt in eine Satellitenbahn zwischen 200 km und 60000 km ein. Während einer Umdrehung des Planeten (243 Tage) soll die Atmosphäre untersucht werden. Dafür stehen insgesamt 12 Meßgeräte zur Verfügung.

Physikalische Blätter 34 (1978) 5, S. 232, (Köhler, W.)

H.-J. S.

Sternenentstehung in elliptischen Galaxien

Gegenwärtig herrscht die Meinung, daß in elliptischen Galaxien keine Sterne mehr entstehen. Man sieht keinen Staub, der bei der Sternentstehung eine wichtige Rolle spielt und keine „jungen“ Objekte, d. h. blaue Sterne frühen Spektraltyps, die nicht alt werden können. Inzwischen weiß man aber, daß in elliptischen Galaxien zumindest interstellares Gas vorhanden ist, daß infolge der fehlenden OB-Sterne weniger aufgeheizt wird als z. B. in unserer Galaxis. Dadurch werden bereits Gaswolken geringer Masse gravitationsinstabil (Jeans-Kriterium) – 10 Sonnenmassen gegenüber 1000 in unserer Milchstraße. Da sich die Wolke während des Kollapses noch aufteilt, könnten dadurch zwar Sterne entstehen, aber keine massereichen OB-Objekte, was mit der Beobachtung übereinstimmt, Ob dieser Mechanismus in der Natur tatsächlich abläuft, ist z. Zt. allerdings noch nicht bekannt.

H.-J. S.

Lit.: Sterne und Weltraum 16 (1977) 6. S. 211

Venus und Merkur im Fernrohr

Ihr zehnjähriges Bestehen beging kürzlich die Schulsternwarte an der Magdeburger Komarow-Oberschule, die für den Astronomieunterricht der 10. Klassen fast aller Magdeburger Oberschulen genutzt wird. Außerdem treffen sich hier regelmäßig drei Schülerarbeitsgemeinschaften mit rund 50 Mitgliedern. Sie beschäftigen sich je nach Alter und Wissensfortschritt mit den Sternbildern, mit Instrumentenkunde und speziellen Arbeitsmethoden, wie der Astro-Fotografie.

Mit beachtlichen wissenschaftlichen Ergebnissen wartet die Fachgruppe Astronomie und Raumfahrt des Kulturbundes auf, die ebenfalls an der Magdeburger Schulsternwarte beheimatet ist. Sie faßte unter anderem interessante Beobachtungen von der Oberfläche der Planeten Venus und Merkur in wissenschaftlichen Veröffentlichungen zusammen.

Flieger-Revue 4/78

Lenin-Preisträger

Der Lenin-Preis wurde den Arbeiten von A. S. Tager, W. M. Wald-Perlos und anderen für die Entwicklung und Überleitung eines neuen Typs von Halbleitergeräten von Lawinenlaufzeitdioden zuerkannt. Ihnen liegt die von den Autoren entdeckte, neue physikalische Erscheinung der Erzeugung und Verstärkung von elektromagnetischen UHF-Schwingungen bei Lawinenionisierung in Halbleitern zugrunde. Die Lawinenlaufzeitdioden haben in der Radartechnik, in der Radioastronomie und in der Meßtechnik Anwendung gefunden. Die von den Autoren in dieser Richtung gelösten Probleme sind ein bedeutender Beitrag zur Weltwissenschaft.

PaDSU 12/78

Radarecho von Ceres

Erstmalig gelang es, Radarechos von dem Kleinplaneten Ceres zu empfangen. Sie waren von dem 300-m-Radioteleskop in Puerto Rico ausgesendet worden. Der Kleinplanet Ceres hat nur rund 1000 km Durchmesser und umkreist die Sonne in einem mittleren Abstand, der etwa das 2,7 fache der Entfernung Erde-Sonne ausmacht. Aus den Radarechos konnte die schon früher aus optischen Beobachtungen geschlossene Annahme bestätigt werden, daß der Planetoid rotiert. Als Rotationszeit wurden neun Stunden ermittelt.

Flieger-Revue 5/78

Astronomiesatellit IUE

Erste astronomische Meßergebnisse lieferte der von NASA und ESA gemeinsam entwickelte Astronomiesatellit IUE (1978 bis 12A). Er nahm komplette UV-Spektren des Sternes Capella im Sternbild Fuhrmann auf; Capella ist 45 Lichtjahre von uns entfernt. Es konnte nachgewiesen werden, daß dieser Stern wie unsere Sonne von einer Chromosphäre umgeben ist, in der starker chemischer Gasaustausch zwischen dem Stern und dem umgebenden kosmischen Raum stattfindet. Bis Ende März lief das technologische Vorprogramm von IUE. Danach begann ein umfangreicheres Einsatzprogramm.

Flieger-Revue 6/78

Pluto hat einen Mond

Der entfernteste Planet des Sonnensystems, Pluto, hat einen Mond. Das gab das Observatorium Flagstaff (Arizona, USA) bekannt.

Der amerikanische Astronom James Christy stellte bei Routineuntersuchungen auf fotografischen Platten, die im April und Mai von dem 61zölligen astronomischen Spiegelteleskop gewonnen worden waren, eine Deformation des ansonsten kreisrunden Plutobildes fest. Der Planet zeigte eine „Beule“, die in unmittelbarer Nähe von Pluto befindliches Objekt verursachen mußte. Die „Beule“ wurde auf mehreren Fotoplatten gesichtet und ließ sich auch auf Aufnahmen aus den Jahren 1965 und 1970 feststellen.

Eine Überprüfung mit dem 4-m-Teleskop des Cerro-Tololo-Observatoriums bestätigte schließlich die Vermutung, daß der optische Eindruck einer „Verlängerung“ des Pluto von einem nahe am Planeten befindlichen Objekt herrühre. Es war bisher unentdeckt geblieben, weil es infolge seiner Leuchtschwäche und relativen Nähe zum Pluto überstrahlt wurde und selbst mit den stärksten Teleskopen nicht ausgemacht werden konnte. Erst fotografische Langzeitaufnahmen machten den neuen Planetenbegleiter sichtbar.

Die offizielle Bezeichnung für den Plutosatelliten lautet: 1978 – P – 1. Der Entdecker schlug den Namen Charon vor. Der Name stammt, wie für Planeten und ihre Monde üblich, aus der griechischen Mythologie. Charon ist der Fährmann, der die Verstorbenen über den Fluß Xsty Xerxis in die Unterwelt übersetzt.

Erste Berechnungen von Umlaufbahn und Periode sind naturgemäß noch recht unsicher. Am Flagstaff-Observatorium errechnete man einen Abstand von etwa 20000 km von der Plutooberfläche. Sein Durchmesser wird auf 1100 km geschätzt. Seine Umlaufzeit um Pluto beträgt sechs Tage, neun Stunden und 17 Minuten, d. h. sie stimmt mit der Rotationsdauer von

Pluto überein, so daß der Satellit immer über der gleichen Stelle der Plutooberfläche steht. Von der Größe und den Daten seiner Umlaufbahn konnten die Wissenschaftler überraschende Erkenntnisse ableiten. Danach hat Pluto einen Durchmesser von nur ungefähr 2100 km — bisher waren 5000 km angenommen worden — und eine Dichte, die eineinhalbmal größer ist als die des Wassers.

Pluto war im Jahre 1930 von dem Amerikaner C. W. Tombaugh entdeckt worden. Ihm vorausgegangen war die Auffindung des Planeten Neptun, dessen Position auf Grund von Störungen der Uranus-Bahn der Franzose Leverier berechnet und vorausgesagt hatte. Als im Jahre 1846 Neptun tatsächlich aufgespürt worden war, verblieb immer noch eine zwar geringe, aber deutlich meßbare Störung der Uranus-Bahn. Als Ursache vermutete man einen weiteren Planeten. Die Suche nach ihm begann 1905, blieb aber vorerst erfolglos. Erst nach der Inbetriebnahme eines 13zölligen fotografischen Reflektors am Lowell-Observatorium wurde sie am 18. Februar 1930 endlich von Erfolg gekrönt. Der Planet Pluto wurde bei einem Vergleich zweier zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen fotografischen Platten gesichtet.

NB 22./23. 7. 78

Beobachtungsergebnisse des Satelliten IUE

Die ersten Ergebnisse der Beobachtungen mit dem am 26. Januar gestarteten astronomischen Satelliten IUE sind jetzt veröffentlicht worden. Um exakte Angaben über ultraviolette Spektren von astronomischen Objekten zu erhalten, war es zunächst notwendig, eine anfängliche Empfindlichkeitskalibrierung unter Zuhilfenahme zweier Standardsterne vorzunehmen, und zwar eines „kühlen“ und eines „heißen“. Als kühlen Stern wählte man die Capella aus. Hier konnte eine große Zahl neuer Emissionslinien in den äußeren heißeren Schichten der Sternatmosphäre gefunden werden. Die Qualität der Daten ist die bisher beste, der beim Studium der äußeren Regionen kühlerer Sterne (ausgenommen natürlich die Sonne) gewonnenen. Bei dem heißen Stern handelt es sich um BD +75°325 (der Himmelskörper hat keinen Eigennamen; dafür steht die Katalognummer).

Zahlreiche bisher nicht bekannte Linien des Kohlenstoffs und Stickstoffs konnten hier gefunden werden, ihre genauere Untersuchung wird dazu beitragen, die Entwicklung dieses Sterns bis zum augenblicklichen Status zu verstehen. Auf dem Gebiet der extragalaktischen Astronomie begann die Untersuchung an einer aktiven Galaxis (NGC 4151). Bei diesem Objekt, welches zum Teil quasärähnliches Verhalten zeigt, wurde ebenfalls eine größere Zahl neuer Emissions- und Absorptionslinien entdeckt; das wird helfen, den Zustand des Gases rund um den aktiven Kern dieser Galaxis besser zu verstehen. Der Stern HD 153919, der intensiv Röntgenstrahlung aussendet, wurde ebenfalls untersucht. Hier war die Gasströmung rings um diesen Stern, die durch den Aufheizungseffekt der Röntgenstrahlung erzeugt wird, von besonderem Interesse. Ein weiteres Untersuchungsobjekt stellte der Stern Zeta Ophiuchi dar. Zwischen ihm und der Erde liegt eine sehr dichte Wolke interstellaren Gases. Aus den hier entdeckten zahlreichen Absorptionslinien, die durch das Gas hervorgerufen werden, ließen sich exakte Angaben über Zusammensetzung und Geschwindigkeit dieses Gases ableiten. Schließlich wurden auch noch UV-Spektren des Mars' gewonnen. Neben den Linien, die vom Sonnenspektrum herrühren, entstehen durch die Atmosphäre des Planeten zusätzliche Absorptionslinien. Diese kann man zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Marsatmosphäre benutzen.

Flieger-Revue 7/78

Schwefelsäureregen auf Venus?

Ein auf der Venus gelandeter Raumfahrer kann von einem Regen aus Schwefelsäure überrascht werden. Diese Ansicht vertritt Prof. Kirill Kondratjew, korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Der prominente Forscher auf dem Gebiet der kosmischen Meteorologie stützt sich auf theoretische Modelle der Atmosphäre des „Abend- und Morgensterns“, die am geophysikalischen Hauptobservatorium „Wojekow“ in Leningrad an Hand von Untersuchungen mit sowjetischen Venus-Sonden erarbeitet wurden. Der Regen oder besser der Sprühregen bestehe aus gleichgroßen sphärischen Teilchen von rund zwei Tausendstel Millimeter Durchmesser. Die Brechungsweite der Teilchen im sichtbaren Spektralbereich kommen denn in einer 80prozentigen Lösung von Schwefelsäure in Wasser am nächsten.

Die untere Grenze der Wolkendecke wurde nach Messungen der Sonde Venus 8 auf 35 km über dem Boden bestimmt. Dort herrschen Temperaturen von 125 °C. Unmittelbar an der Oberfläche des Planeten beträgt die Temperatur nahe 500 °C.

Nach dem Polarisationsgrad des von der Wolkendecke des Planeten reflektierten Lichts und anderen Berechnungsunterlagen schlossen die Wissenschaftler, daß auf der Venusoberfläche mit Sichtweiten bis zu drei Kilometern gerechnet werden könne. Das sei wesentlich weiter als bisher angenommen wurde.

ND 21./22. 1. 78

Satellit TIROS-N

Ende Juni starteten die USA den meteorologischen Beobachtungssatelliten TIROS-N. Es handelt sich dabei um einen völlig neu entwickelten Raumflugkörper, der in seiner Konfiguration von allen vorangegangenen Wettersatelliten der USA abweicht. Eine der Besonderheiten besteht darin, daß der Satellit nur eine einzige Solarzellenfläche besitzt, die an einem Ausleger befestigt und in drei Achsen beweglich ist; somit kann sie, unabhängig von der räumlichen Lage des Satellitenkörpers, ständig auf die Sonne ausgerichtet werden. Mit Hilfe dieses Satelliten, der die Erde in einer Polarbahn umrundet, hofft man, verbesserte Angaben über die Temperatur der Atmosphäre in verschiedenen Höhen, den Wasserdampfgehalt und genauere Meßwerte über die Meeresoberflächentemperaturen zu erhalten. Auch nimmt man an, daß die spektralen radiometrischen Daten, die mit Hilfe verschiedener Antennensysteme aktiv und passiv empfangen werden können, einen höheren Genauigkeitswert haben.

Flieger-Revue 8/78

Neue geophysikalische Raketen der UdSSR

Ende dieses bzw. Anfang nächsten Jahres wird die Sowjetunion neue große geophysikalische Raketen der Typen IO-NOSOND und MAGIK starten. An der Entwicklung der wissenschaftlichen Meßapparatur dieser Höhenraketen sind auch

Wissenschaftler aus der ČSSR beteiligt. Weiterhin soll ein tschechoslowakischer Satellit zur Untersuchung des unteren Bereichs der Hochatmosphäre gemeinsam mit einem sowjetischen gestartet werden. Es ist vorgesehen, die Meßwerte, die beim Aufstieg der ersten MAGIK-Rakete gewonnen werden, mit denen des ČSSR-Satelliten zu vergleichen.

Wann erfolgt der erste Flug zu den Sternen?

Auf der Konferenz der britischen Gesellschaft für Interplanetaren Verkehr trat eine Gruppe von Gelehrten mit dem Projekt der Absendung einer Forschungskapsel zum Barnardschen Stern hervor. Nach den Angaben der Astronomen hat dieser Stern Planeten, von denen möglicherweise einer unserer Erde ähnlich ist. Der Barnardsche Stern befindet sich in einer Entfernung von sechs Lichtjahren von uns. Deshalb müßte die automatische Sonde dorthin mit Lichtgeschwindigkeit fliegen. Es wird der Start von der Mondoberfläche aus vorgeschlagen. Die Anfangsgeschwindigkeit der Sonde muß durch die Explosion von Wasserstoffbomben mit einer Frequenz bis zu 250 Impulsen pro Sekunde gewährleistet sein. Ein halbes Jahrhundert nach dem Start der Kapsel würden vom Planetensystem Aufnahmen erhalten.

Die Spezialisten rechnen damit, daß ein ähnliches Projekt technisch begründet ist und im Jahre 2200 verwirklicht werden kann.

Snanie — sila 5/78, S. 6.

Übersetzung:
H. HEERDEGEN

Neuer Planetoid entdeckt

Am Krim-Observatorium ist kürzlich im Sternbild Waage ein neuer Planetoid entdeckt worden. Der Himmelskörper, der einen Durchmesser von etwa 10 km hat, bewegt sich auf einer elliptischen Bahn zwischen Mars und Jupiter. Seine Helligkeit entspricht der 16. Größenklasse. Seine Katalognummer lautet 1956; er erhielt den Namen „Artek“.

Flieger-Revue 7/78

Skylab reaktiviert

Ende April ist es der NASA gelungen, die Raumstation SKYLAB, die seit vier Jahren als passiver Raumflugkörper die Erde umkreist, wieder zu reaktivieren. Auf Funksignale vom Boden aus begannen sich die Solarzellen wieder aufzuladen. Die danach erhaltenen Signale von SKYLAB deuten darauf hin, daß die Raumstation leicht rotiert. Man hofft jedoch, daß es gelingen wird, die Station nach dem Aufladen der chemischen Stromquellen wieder voll unter Kontrolle zu bekommen.

Flieger-Revue 7/78

Der Magellansche Strom

Im Bereich $\delta = -37,5$ bis $\delta = -90^\circ$ entdeckten Astronomen des Parkes Observ., Australien, mit einem 18-m-Radioteleskop ein langes H_2 -Filament, das sich über 180° von den Magellanschen Wolken bis über den galaktischen Südpol erstreckt. Es erhielt die Bezeichnung „Magellanscher Strom“. In dieser Wolke gibt es große Geschwindigkeitsunterschiede, die vermuten lassen, daß der Strom erst einige hundert Mio. Jahre besteht und sich in den nächsten hundert Mio. Jahren vermutlich auflöst. Die Masse des Stromes wird auf einige hundert Mio. Sonnenmassen geschätzt.

Für die Herkunft des Stromes gibt es zwei Hypothesen:

1. Das Gas wurde von den Magellanschen Wolken ausgestoßen und bewegt sich auf deren Bahn um die Milchstraße.
2. Das Gas wurde durch die Gezeitenwirkung der Milchstraße aus den Magellanschen Wolken herausgezogen.

Für beide Möglichkeiten gibt es Hinweise. Eine Entscheidung könnte vielleicht getroffen werden, wenn es gelingt, innerhalb des Stromes Sterne festzustellen.

H.-J. S.

Sterne und Weltraum 16 (1977) 10, S. 328, (House, F.)

Entstehung von Leben in interstellaren Staubwolken?

Chemische Reaktionen können unter dem Einfluß energiereicher Protonen- oder ultravioletter Strahlung auch bei extrem niedrigen Temperaturen stattfinden, wie sie in interstellaren Staubwolken herrschen. Dabei ist auch die Bildung komplizierter organischer Moleküle möglich. Bei der Entstehung eines Sonnensystems könnte auf einem wasserreichen Planeten, dem diese „Keime“ durch Meteoriten ständig zugeführt werden, schon in einer sehr frühen Phase Leben entstehen.

Das stimmt mit Untersuchungen überein, die 1972 an den ältesten bisher bekannten Sedimentgesteinen aus Westgrönland angestellt wurden (Alter etwa 3,7 Mrd. Jahre). Diese Gesteine wiesen Strukturen auf, die mit der Fotosynthesetätigkeit von Blaualgen erklärt wurden. Danach müßte es auf der Erde schon weniger als eine Mrd. Jahre nach ihrer Entstehung Leben auf der Basis der Fotosynthese gegeben haben.

H.-J. S.

Naturwissenschaftliche Rundschau 31 (1978) 4, S. 152, (Breuer, G.)

HELIOS — Missionen bis 1980?

Die Sonnensonden der BRD — Helios 1 (Start am 10. 12. 74) und Helios 2 (Start am 15. 1. 76) — haben die ursprünglich erwartete Lebensdauer von 18 Monaten weit überschritten. Sie liefern weiterhin Meßwerte aus dem sonnennahen Raum, da sie von allen bisher gestarteten Raumflugkörpern der Sonne am nächsten kommen. Helios 1 auf 0,31 AE (46,5 Mio. km), Helios 2 auf 0,29 AE (43,5 Mio. km). Sie kommen damit näher an die Sonne als Merkur (mittlere Entfernung 0,39 AE = 57,9 Mio. km). Es ist vorgesehen, die beiden Sonden bis 1980 weiter zu betreiben, da die Sonnentätigkeit voraussichtlich bis dahin beträchtlich angestiegen sein wird.

H.-J. S.

Physikalische Blätter 34 (1978) 6, S. 278

Fotografische Beobachtung von Meteoren

Die fotografische Beobachtung von Meteoren ist die einfachste und vielleicht nützlichste auf dem Gebiet der Astrofotografie, die dem Beobachter zur Verfügung steht. Sie ist einfach, obwohl die objektive Datenerfassung und wissenschaftliche Exaktheit auch größeren Sternwarten von Nutzen sein kann.

Ohne die Beobachter, die die Meteore fotografisch festhalten, würde viel weniger von den Gesetzmäßigkeiten der atmosphärischen Physik der Meteore, sowie über die Merkmale von einzelnen Schwärmen und ihrer Radianten bekannt werden.

Kameras:

Vor der Beobachtung sollte man gut überlegen, mit welchem Gerät gearbeitet werden soll. Eine Kamera, die mit B- bzw. T-Teilen ausgestattet ist, eignet sich sehr gut für die fotografische Beobachtung. Um ein gutes Ergebnis zu erreichen, muß man folgenden Hinweisen beachten: Die gewählte Kamera muß leicht und schnell einstellbar sein. Die Spiegelreflexkameras Exa, Zenit, Exakta, Praktika usw. haben hier einen großen Vorteil. Das Objektiv muß möglichst lichtstark sein. Es eignen sich schon Objektive mit Blende 4, solche mit 2,8 bzw. 2 sind sehr gut. Das lichtstärkste Objektiv mit Blende 1,8 eignet sich am besten. Der Fokus des Objektivs muß so klein wie möglich sein, denn das Blickfeld hängt von der Länge der Brennweite ab. Bei 60 mm Fokus reicht das Blickfeld gerade noch aus.

Montierung:

Die Montierung der Kamera muß stabil sein, auch bei stärkeren Windstößen muß sie wackelfrei sein. Da wir mit stehender Kamera die Zeit zurückrechnen können, wird die Nachführung nicht unbedingt gebraucht. Wenn es die Gegebenheiten erlauben eine axiale Montierung zu schaffen, wird die Einstellzeit der Kamera kürzer.

Der Film:

Schwächere Sterne und Meteore zu fotografieren, hängt von der Empfindlichkeit des Films ab. Speziell für Feuerkugeln oder ähnliche, hellere Erscheinungen sollte man nicht so empfindliches Material nehmen; hier besteht die Gefahr, daß unser Film überbelichtet wird. Für die Beobachtung von Meteoren erweist sich ORWO-Film mit der Empfindlichkeit 27 DIN als bestes Material; obwohl er etwas körnig ist.

Beim Kauf eines Filmes sollte man darauf achten, daß das Herstellungsdatum nicht über ein Jahr zurückliegt.

Exposition:

Vor dem Fotografieren wird das geeignete Gebiet ausgewählt. Bei sporadischen Meteoren kann ein beliebiges Gebiet gewählt werden, bei bestimmten Meteorschwärmen haben wir schon einen Ausgangspunkt.

1. Möglichst viele helle und lange Meteore sollte man fotografieren. Die günstigste Einstellung für den Radianten beträgt etwa 40° und 50° über dem Horizont. So werden z. B. für die Persiden die Sternbilder UMa, Draco, Cygnus, Andromeda und Pegasus eingestellt.

2. Wenn man den feinen Aufbau, die schnellen Änderungen der Meteore bzw. punktförmigen Meteore fotografieren will, dann muß der Radiant auf der optischen Achse der Kamera liegen. In diesem Fall werden die Meteorspuren viel kürzer; man erfährt weniger Einzelheiten, doch die Spuren werden heller als bei der ersten Methode, da die Meteore bei ihrem Eintritt in die Atmosphäre der Erde viel steiler aufgenommen werden.

Die visuelle Arbeit:

Zur genaueren Auswertung der Aufnahmen sollte man nach dem Öffnen der Kamera mit freien Augen das zu fotografierende Gebiet mit kontrollieren und folgendes aufschreiben: Die durchlaufenden Satelliten, Flugzeuge, eventuell schnell durchlaufende Wolken, alle aufleuchtenden Meteore – die letzteren nach den Gesichtspunkten der visuellen Meteorbeobachtung – um Mißverständnisse, Mißdeutungen zu vermeiden. In Abhängigkeit der Kamera, des Filmes bzw. der Helligkeit des Hintergrundes des Himmels werden Meteore bis zur Grenzgröße $+2\frac{1}{2}$ fotografierbar sein.

Die Filmentwicklung:

Es ist zweckmäßiger den exponierten Film zu Hause zu entwickeln, da er eine spezielle Entwicklung benötigt. Bei den Entwicklungsanstalten werden durch die Massenabfertigung von Filmen oft Kratzer und sonstige Beschädigungen eintreten, die man in Kauf nehmen muß. Die Ergebnisse können dann ganz zunichte gemacht werden.

Folgende Hinweise für die Entwicklung sind zu beachten:

Richtige Badtemperatur (zu hohe Temperaturen haben Falten bzw. Abweichung der Film-Gelatine zur Folge; zu niedrige Temperaturen dagegen ergeben sogenannten Marmor auf dem Film).

Der Filmentwickler wird nach dem Filmmaterial ausgewählt. Zum ORWO NP 27 wird R 09 genommen. Es ist günstig, die Mischung etwas dünner zu nehmen, als die Gebrauchsvorschriften angeben. So bekommen wir einen langsameren, aber gleichmäßig arbeitenden Filmentwickler. Nach der Entwicklung und nach dem Fixieren wird der Film sorgfältig getrocknet, geschnitten und in Filmtaschen aufbewahrt. Die Lagerung in Rollen sollte man vermeiden, da dies zu Beschädigungen bzw. zu Kratzern des Filmes führen kann.

Bei der Vergrößerung der Negativfilme können wir ein paar Ratschläge geben:

- Man sollte entweder hartes oder extrahartes Vergrößerungspapier nehmen.
- Die Größe der Bilder ist nicht festgelegt, über 9×12 sollte man in dem Fall nehmen, wenn eine Kartei aufgestellt wird, oder die Bilder zu einer Ausstellung gebraucht werden.
- Vom gleichen Negativ sollten jeweils zwei verschiedene Bilder gemacht werden: Das eine soll detailreich sein, die feinen Strukturen der Meteore müssen feststellbar bzw. auswertbar sein.

Im zweiten Falle wird vom ganzen Negativ eine Fotokopie gemacht, um die Identifizierung (Lage der Sternbilder) und die genaue Lage der Bahnen der Meteore auswerten zu können.

Spezielle Beobachtungen:

Wie bei der visuellen Beobachtung besteht bei der fotografischen Meteorbeobachtung die Möglichkeit zur Simultanbeobachtung, um Daten der Höhe und der Bahnen der Meteore zu gewinnen. In diesem Falle kommen wir zu wesentlich verbesserten Ergebnissen. Die koordinierte Arbeit mehrerer Sternfreunde in Bezug auf die Beobachtungszeit und das ausgewählte Beobachtungsgebiet in einer Entfernung von 80–130 km, ergibt genauere Daten der Beobachtungsobjekte.

Farbfotografieren:

Seitdem es Umkehrfilme mit großer Empfindlichkeit und mit sehr feiner Körnung gibt, besteht die Möglichkeit, hochwertige Farbaufnahmen von den Meteoren zu machen. Der ORWO COLOR UT 18 gibt noch zufriedenstellende Ergebnisse. Die Mindesthelligkeit bei der fotografischen Beobachtung in Farbe muß 0^m betragen, um dieses teure Fotoverfahren rentabel zu nutzen.

Wir haben zum Gebiet der fotografischen Beobachtung von Meteoren nur ganz kurz berichtet. Spezielle Methoden und Gerätesysteme, wie z. B. Montierung von Unterbrecherlibellen, um die Geschwindigkeit zu messen usw. konnten vorerst noch nicht berücksichtigt werden.

JANOS PAPP

Aus: meteor, (VR Ungarn)
Übersetzung: Miklós Vlahos

Buchbesprechungen

Kosmische Trilogie

Der Wunschtraum der Menschheit, Informationen über die Beschaffenheit des Mondes und der Planeten zu erhalten, wurde zum Teil durch die Satelliten erfüllt. Das von W. Gubarew geschriebene Buch „Kosmische Trilogie“ beschäftigt sich mit solchen Raumfahrtexperimenten. Es werden sowohl die grundlegenden Probleme der Konstruktion von Satelliten, ihrer Starts und deren Steuerung im All, als auch die zu untersuchenden wissenschaftlichen Aspekte angesprochen. Eine gute Lösung fand der Autor, indem er namhafte, am Bau von Satelliten beteiligte Personen über die Probleme der Raumfahrt interviewte.

In diesem Buch wird sich speziell mit der Mondforschung, der Mars- und Venusforschung beschäftigt. Da es aber bereits 1973 im MIR Verlag Moskau erschien, sind nur die bis dahin vorhandenen Ergebnisse verarbeitet worden. Alle in der Zeit danach erreichten Erfolge sind demzufolge nicht enthalten.

Der Autor gliedert das Buch in 3 Teile. Im ersten Abschnitt beschäftigt er sich speziell mit dem Planeten Mars. Er kommt auf die historischen Beobachtungen dieses Himmelskörpers zu sprechen und geht dann auf die verschiedenen Hypothesen über Leben auf dem Mars ein. Im Anschluß daran wird über die verschiedenen Marssonden und die von ihnen erbrachten Ergebnisse berichtet.

Der 2. Abschnitt ist überschrieben mit „Chronik einer Reise oder Die Erzählung vom ersten Lunochod.“ Hier wird auf die Konstruktion, die Tests und die Arbeit des ersten Lunochods eingegangen. Der Autor versucht dem Leser einen möglichst geschlossenen Mondtagesablauf des Lunochods darzustellen. Dabei geht er so vor, als wäre der Leser als passiver Beobachter in der Kommandozentrale. Man erlebt sozusagen die tatsächlich auftretenden Schwierigkeiten und deren Beseitigung. Durch diese Art der Darstellung wird eine gewisse Spannung aufgebaut. Der gesamte Teil ist geschickt mit den vom Lunochod erhaltenen Meßdaten durchzogen.

Der letzte Abschnitt befaßt sich mit dem Planeten Venus. In diesem Abschnitt wird sich mit den Problemen beschäftigt, die während des Fluges der Venussonden auftreten. Auch hier wird auf die von diesen Sonden gewonnenen Meßdaten, wie z. B. Druck, Temperatur und chemische Zusammensetzung der Venusatmosphäre und deren Übertragungsmethoden zur Erde eingegangen.

Wichtig und zugleich als Begründung für Raumfahrtexperimente sind die Fragen des Journalisten an die Wissenschaftler, Konstrukteure und Ingenieure. Sie passen sich ausgezeichnet in das Gesamtwerk ein.

Verwirrend ist für meine Begriffe der Titel unter dem das Original als auch die deutsche Ausgabe erschien. Der erste Eindruck, der durch ihn erhalten werden könnte, ist der, als würde sich dieses Werk mit kosmologischen Problemen beschäftigen. Insgesamt handelt es sich um ein gut geschriebenes Buch, welches den Leser in die Probleme der unbemannten Raumfahrt einweiht. Die allgemeinverständliche Schreibweise, welche spezialsprachliche Ausdrücke weitgehend meidet, erlaubt es jedem, der sich für das hier dargestellte Gebiet interessiert, dieses Buch zu lesen.

Wladimir Gubarew; Kosmische Trilogie. Aus dem Russischen übersetzt von Dr. G. Otto. 197 Seiten, 33 Abb. und Fotos, Reihe KLEINE NATURWISSENSCHAFTLICHE BIBLIOTHEK, Verlag MIR, Moskau und BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1977, Preis (DDR) 12,- M.

WOLFGANG HÄUPL

Leben wir unter kosmischen Einflüssen?

Wie der Titel verrät, ist das Büchlein breit angelegt und erfaßt neben der Einwirkung solarer Strahlung auf die Erde auch die Mond-Erde-Beziehungen und die kosmische Strahlung aus dem Weltraum. Vier von sieben Kapiteln sind ausschließlich den solar-terrestrischen Beziehungen gewidmet. Das Buch ist für Leser von 15 Jahren an geschrieben und stellt eine populärwissenschaftliche Schrift im besten Sinne dar. Der Bildteil ist gut ausgewählt; für den Astronomieunterricht besonders empfehlenswert ist die tabellarische Übersicht auf Seite 76/77, in der die einzelnen Komponenten der Sonnenstrahlung und ihre Auswirkungen auf die Erde dargestellt wurden.

Der Autor arbeitet heraus, daß der von der Sonne kommende Energiestrom (auch in Jahren der aktiven Sonne) nicht so gefährlich ist, daß das irdische Leben einschließlich des menschlichen akute Schädigungen davontragen würde. Es heißt, die Einflüsse lägen innerhalb der Toleranzgrößen, die die Erhaltung der Arten aus astronomischer Sicht auf Jahrmillionen hinaus nicht in Frage stellen.

Wertvoll erscheint mir die Beweisführung mittels Untersuchungen über die Frühgeschichte der Erde. Damit tritt Friedemann gewissen pessimistischen Ausdeutungen über die künftige Menschheitsentwicklung entgegen, wie man sie gelegentlich in „Wochenendbeilagen“ und „Feuilletons“ unserer Zeitungen angeboten bekommt. Vor allem ist die graphische Erfassung statistischen Materials, in Beziehung gebracht zum Sonnenfleckenrhythmus, wirklich überzeugend und bietet dem Leser selbst die Möglichkeit, die Kurven auszuwerten und Schlußfolgerungen zu ziehen.

(Christian Friedemann: Leben wir unter kosmischen Einflüssen? — Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin. (Akzent-Bücher). Zahlreiche Abbildungen, 128 Seiten, Preis (DDR) 4,50 M.

WOLFGANG KÖNIG

11/10/77 13

Meteorite — Materie des Kosmos

Prof. Dr. G. Hoppe hat diesen zwölfseitigen Prospekt für das Naturkundemuseum der Berliner Humboldt-Universität (104 Berlin, Invalidenstr. 43) verfaßt. Betritt man das vielbesuchte Haus, das für die Öffentlichkeit außer montags an allen Tagen von 9.00—17.00 Uhr geöffnet ist, vom Haupteingang her, sind es gleich die ersten Abteilungen rechts und links hinter der Eingangshalle, welche die Erdgeschichte, die Gesteine, Minerale und Meteorite beherbergen. Dort wird sich sicher jeder für die Astronomie Interessierte länger aufhalten als in den übrigen Räumen, zumal die Abteilung „Meteorite“ seit 1977 neu geordnet und erweitert wurde. Man kann sich über „Steine, die vom Himmel fielen“, sachkundig unterrichten und das aus Vorlesungen oder Literaturstudium stammende Wissen anschaulich vertiefen und ergänzen. Es sind viele prächtige Stücke aus mehreren Ländern ausgestellt, und in der DDR wird vielleicht nur noch die Pulsnitzer Sammlung diese Ausstellung an Spezifik überreffen. Die Schrift zu dieser Meteoritenabteilung kann, wie die Prospekte für die übrigen Bereiche des Naturkundemuseums, am Museumseingang für 0,50 M erworben werden oder man läßt sie sich gegen Voreinsendung des Portos zusenden.

Sie enthält die wichtigsten Informationen über Meteoritenfälle, chemische Zusammensetzung, Alter, Herkunft und Fundstellen. Ein gut ausgewählter Bildteil (10 Abbildungen) erhöht noch den Wert des Heftchens. Der abschließende Artikel über die Kosmogonie von Meteoriten, Erde und Mond enthält bereits mehr Informationen als das Astronomielehrbuch der 10. Klasse zu diesem Thema und ist trotzdem allgemeinverständlich.

„Meteorite — Materie des Kosmos“. (Ein Prospekt des Museums für Naturkunde Berlin). Herausgegeben von der Humboldt-Universität Berlin, Erscheinungsjahr 1977, Katalog-Nr. P 29/77, Preis: 0,50 M (DDR).

PZV 31052

WOLFGANG KÖNIG

Unsere Autoren:

- Dr. E. Hantzsch, 1157 Berlin, Roßmäßlerstr. 24
Joh. Classen, 8514 Pulsnitz, Großröhrsdorfer Str. 27
Prof. Dr. M. Waldmeier, CH-8006 Zürich, Schmelzbergstr. 25
Prof. Dr. Claus Grote, 1199 Berlin, Volkswahlstr. 120
Manfred Schrötter, 7208 Regis-Breitingen, Str. d. FDJ 44
Mathias Schmögner, 044 25 Medzev č. 421, ČSSR
H.-J. Schulz, 8055 Dresden, Pillnitzer Landstr. 141
Detlev Mehnert, 7241 Schönbach ü. Grünau, Nr. 51b
H. Heerdegen, 92 Freiberg, Franz-Kögler-Ring 11
János Papp, Budapest, VR Ungarn
Miklos Vlahos, 50 Erfurt, Schwerborner Str. 3
Wolfgang Häußel, 6901 Tautenburg, Observatorium
Wolfgang König, 61 Meiningen, Am Biehlstein 4
Heinz Albert, 963 Crimmitschau, Str. d. Jugend 8