

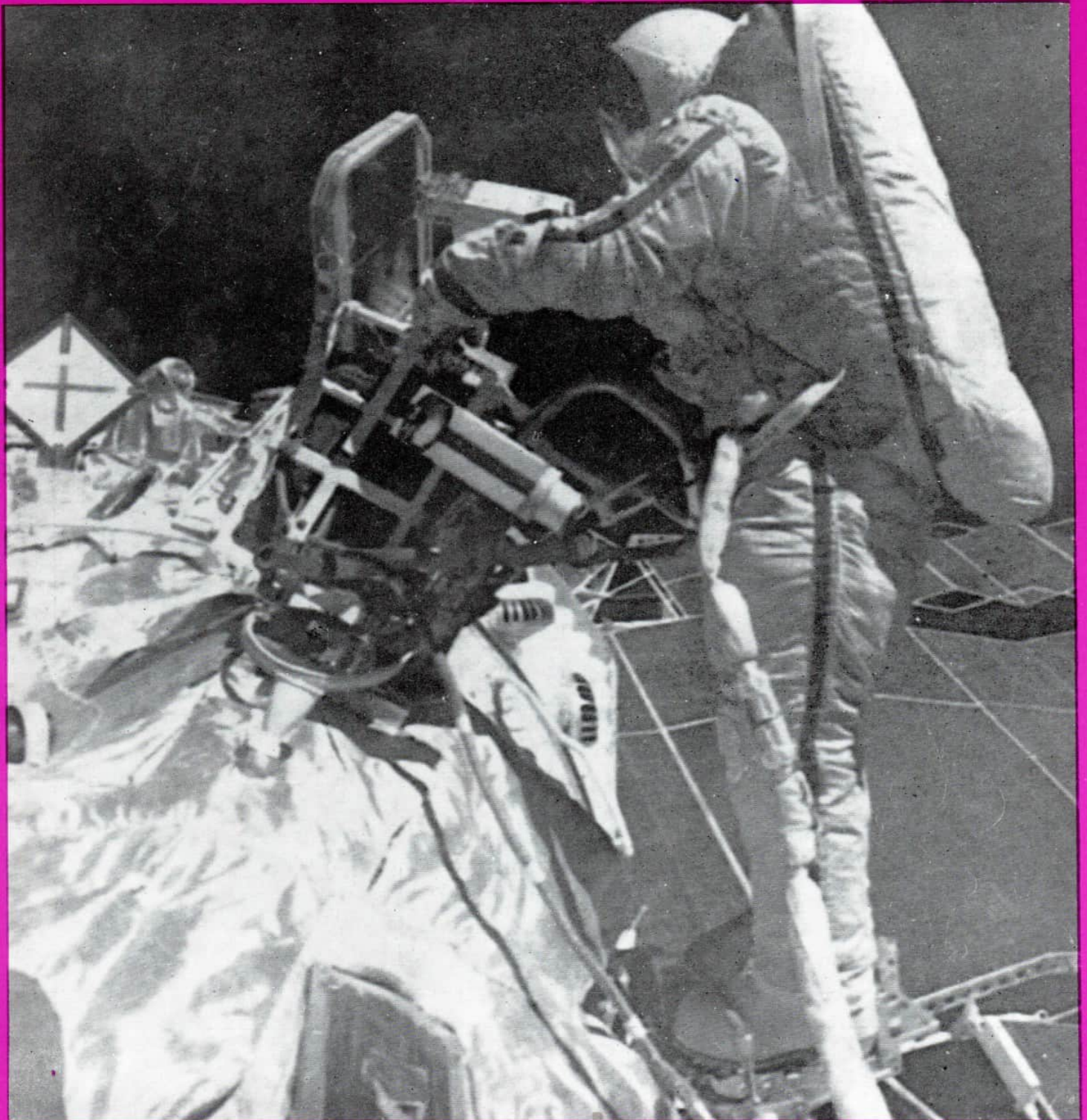
# ASTRONOMIE

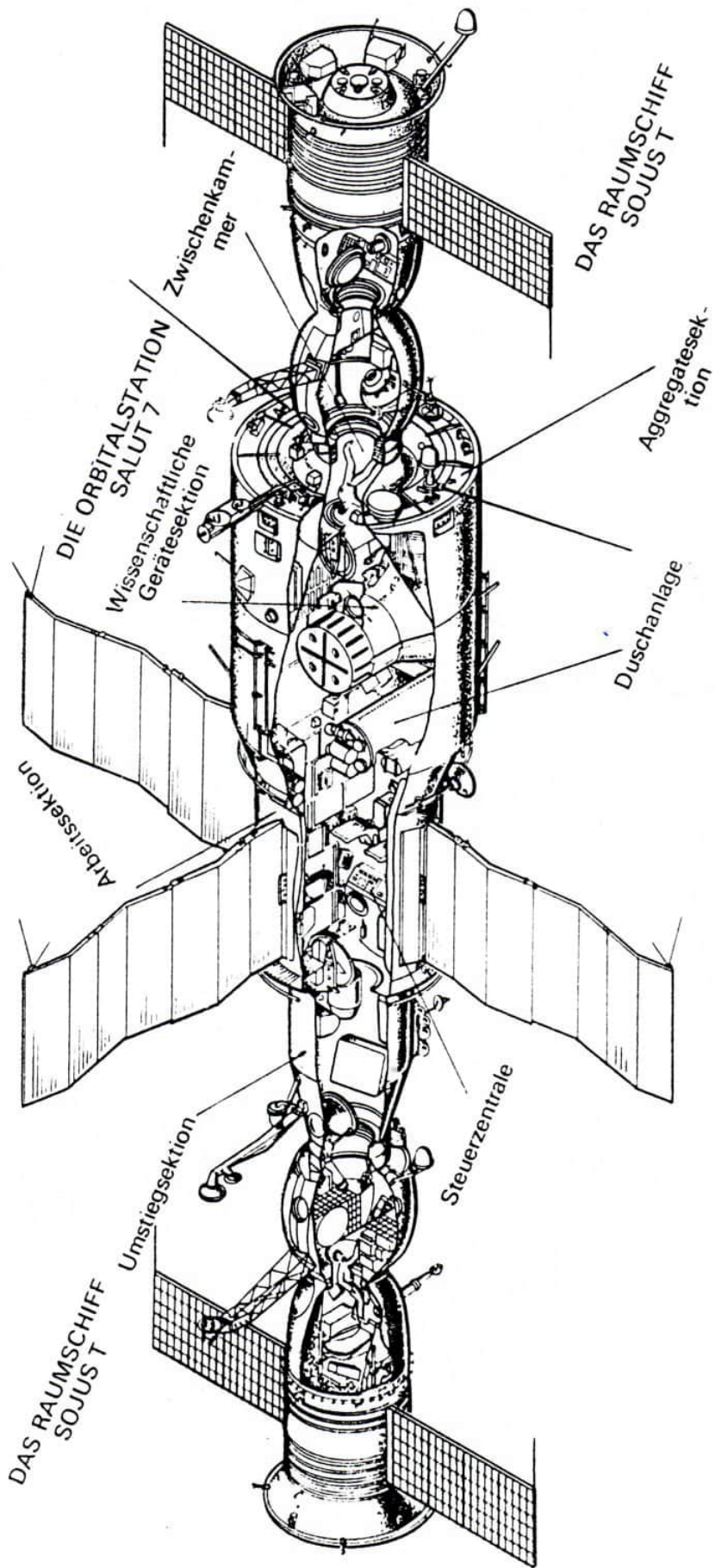
## 1

### IN DER SCHULE

Jahrgang 1986  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





● **Das aktuelle Thema**

Zum Anliegen des Heftes – 25 Jahre bemannte Raumfahrt . . . . . 2

● **Raumfahrt**

- S. JÄHN: Zum 25. Jahrestag des ersten bemannten Weltraumfluges . . . . . 2  
 H. HOFFMANN: Vor 25 Jahren startete JURI GAGARIN . . . . . 4  
 L. KLEINWÄCHTER: Kampf der UdSSR gegen die Militarisierung der Raumfahrt und des Weltraums . . . . . 6  
 H. KUNZE; A. ZICKLER: Die Haltung der UdSSR zur internationalen Raumfahrtkooperation . . . . . 8  
 H. HAGER: Zum Verhältnis von Mensch und Kosmos in der wissenschaftlich-technischen Revolution . . . . . 12  
 H.-D. NAUMANN: Entwicklung und Zukunft der Raumstationen . . . . . 15  
 J. STIER: Politik im Astronomieunterricht . . . . . 18

● **Forum**

R. BAHLER: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde . . . 20

● **Schülerfragen**

Warum bezeichnen wir die von den USA geplanten Weltraumwaffen als Angriffswaffen? (W. SCHREIBER) . . . . . 21

● **Beobachtung**

H. J. NITSCHMANN: Beobachtung des Kometen Halley . . . . . 22

● **Kurz berichtet**

Wissenswertes . . . . . 22  
 Rezensionen . . . . . 24

● **Abbildungen**

Umschlagseiten . . . . . 24

● **Karteikarte**

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 1

Redaktionsschluß: 9. Dezember 1985

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 17. Februar 1986

**Из содержания**

- З. ИЕН: За 25ую годовщину первого космического полёта человека . . . . . 2  
 X. ХОФФМАНН: 25 лет тому назад Юрий Гагарин взлетел . . . . . 4  
 Л. КЛАЙНВЕХТЕР: Борьба СССР против милитаризации космонавтики и космоса . . . . . 6  
 X. КУНЦЕ; А. ЦВИКЛЕР: Позиция СССР по поводу международного сотрудничества в области космонавтики . . . . . 8  
 Н. ХАГЕР: Соотношение человека с космосом в научно-технической революции . . . . . 12  
 X. Д. НАУМАНН: Развитие и будущее орбитальных станций . . . . . 15

**From the Contents**

- S. JÄHN: Towards the 25th Anniversary of the First Manned Space Flight . . . 2  
 H. HOFFMANN: 25 Years ago Jurij Gagarin Started . . . . . 4  
 L. KLEINWÄCHTER: USSR Struggling against the Introduction of Military Tools into Astronautics and Space . . . . . 6  
 H. KUNZE; A. ZICKLER: USSR's Attitude towards International Space Flight Cooperation . . . . . 8  
 N. HAGER: The Man Space Relation during the Scientific and Technical Revolution . . . . . 12  
 H.-D. NAUMANN: Development and Future of Space Stations . . . . . 15

**En Résumé**

- H. HOFFMANN: Il y a 25 années – le décollage de Youri Gagarine . . . . . 4  
 L. KLEINWÄCHTER: La lutte de l'U.R.S.S. contre l'armement du voyage interplanétaire et de l'espace cosmique . . . . . 6  
 H. KUNZE, A. ZICKLER: L'U.R.S.S. et la coopération internationale concernant le voyage dans l'espace . . . . . 8  
 N. HAGER: Le rapport de l'homme à l'univers pendant la révolution scientifique – technique . . . . . 12  
 H.-D. NAUMANN: Le développement et l'avenir des stations cosmiques . . . 15

**Del Continido**

- H. HOFFMANN: Antes de 25 años arrancó JURI GAGARIN . . . . . 4  
 L. KLEINWÄCHTER: La lucha de la URSS contra la militarización del viaje al cosmo y del universo . . . . . 6  
 H. KUNZE; A. ZICKLER: La posición de la URSS a la URSS a la cooperación internacional del viaje orbital . . . . . 8  
 N. HAGER: A la relación hombre y cosmo en la revolución científica y técnica . . . . . 12  
 H.-D. NAUMANN: El desarrollo y el futuro de estaciones orbitales . . . . . 15

**Herausgeber:**

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1086 Berlin, Krausenstr. 50, Postfach 1213, Tel. 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 132 626

**Anschrift der Redaktion:**

8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Tel. 4 25 85

**Redaktionskollegium:**

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Doz. Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

**Lizenznummer und Lizenzgeber:** 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

**Gesamtherstellung:**

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
 AN (EDV 427)  
 III-4-9-1496-4,9 Liz. 1488

**Erscheinungsweise:**

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu entnehmen. – Bestellungen werden in der DDR von der Deutschen Post entgegengenommen. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)  
 ISSN 0004-6310

## Zum Anliegen des Heftes

Vor 25 Jahren, am 12. April 1961, umflog der sowjetische Kommunist JURI GAGARIN als erster Mensch in einem Raumflugkörper die Erde. Diesem herausragenden Ereignis ist das vorliegende Heft gewidmet. In einem Vierteljahrhundert sind zahlreiche Frauen und Männer, Kosmonauten und Astronauten zu Flügen in den Weltraum gestartet und haben bedeutende Leistungen im Dienste der Menschheit vollbracht. Die UdSSR und die USA arbeiten gegenwärtig daran, ständig bemannte Raumstationen zu bauen.

Die Anwendung von Wissenschaft und Technik in der Raumfahrt ist nicht ein Prozeß „an sich“, sondern es sind stets die gesellschaftlichen Verhältnisse, welche darüber entscheiden, ob Raumfahrt den Interessen und Bedürfnissen der Menschen dient oder ob sie gegen den Menschen gerichtet ist. Seit dem Start von Sputnik 1 setzt sich die Sowjetunion konsequent für die erfolgreiche Entwicklung der Raumfahrt, für ihren ausschließlich friedlichen Charakter und für Raumfahrtkooperation mit allen daran interessierten Staaten ein.

Die auf dem Gebiet der Raumfahrt vollbrachten wissenschaftlich-technischen Leistungen der USA finden Anerkennung. Jedoch kann nicht übersehen werden, daß aggressive Kreise des Imperialismus die Raumfahrt und den Weltraum immer mehr in ihre Hochrüstungspolitik einbeziehen.

Die Realisierung des „Sternenkriegs“-Programms würde das Wettüben zwangsläufig weiter forcieren und eine Rüstungskontrolle unmöglich machen. Führende Repräsentanten der UdSSR erklärten eindeutig, die Sowjetunion werde eine militärische Überlegenheit der USA im Weltraum nicht zulassen. Der Generalsekretär der KPdSU, M. GORBATSCHOW, wies beim Treffen mit USA-Präsident R. REAGAN in Genf mit Nachdruck darauf hin, daß Waffen im Weltraum eine ungeheure Gefahr für alle Völker der Erde bedeuten. Wenn es bei den USA auch gewisse Anzeichen gibt, im Ergebnis der beharrlichen Bemühungen der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Staaten und unter dem Druck der Meinung breiter Kreise der Weltöffentlichkeit zu einer realistischeren Politik zu kommen, so sind sie jedoch bisher nicht bereit, ihr „Sternenkriegs“-Programm fallen zu lassen. Deshalb ist es erforderlich, das Ringen um die Erhaltung des Friedens weiter zu verstärken, um den Rüstungsstopp auf der Erde und die Nichtausdehnung des Wettübens auf den Kosmos zu erzwingen und eine Welt ohne Atomwaffen zu schaffen.

Der Astronomieunterricht, der den gesellschaftlichen Charakter der Raumfahrt erörtert, hat auf diese Tatsachen einzugehen. Die rasche Entwicklung der Ereignisse fordert, aktuelle Bezüge stets neu zu durchdenken und im Unterricht den Schülern wissenschaftlich und parteilich darzulegen. In diesem Zusammenhang stellen die Schüler zahl-

reiche Fragen, auf die der Lehrer überzeugende Antworten geben muß.

Um bei dieser verantwortungsvollen Tätigkeit zu helfen, gehen im vorliegenden Heft Experten auf aktuelle wissenschaftlich-technische und politisch-ideologische Fragen der Raumfahrt ein, und erfahrene Astronomielehrer stellen ihre Wege bei der Realisierung bestimmter Aspekte dieses Unterrichts dar.

Sigmund Jähn

## Zum 25. Jahrestag des ersten bemannten Weltraumfluges

Jeder Mensch erinnert sich auf seine eigene, von ganz bestimmten Erlebnissen geprägte Weise an historische Ereignisse. In diesen Tagen und Wochen vor dem 12. April 1986 erreichen mich viele Zuschriften. Einzelpersonen und Kollektive bitten um Auskunft über die Persönlichkeit JURI GAGARINS, seine Heldentat, über deren Auswirkungen auf die Entwicklung der bemannten Raumfahrt u. a. m. Beim Nachdenken über die Antworten wird meine Erinnerung immer wieder auf eine kleine Begebenheit gelenkt, die lange zurückliegt.

An einem Tag im Frühjahr des Jahres 1951 saß ich wie die anderen Schulabgänger meines vogtländischen Heimatdorfes in einem festlich geschmückten Saal und hörte auf die Worte, die uns unser damaliger Schuldirektor mit auf den Weg ins Leben gab. Er sprach davon, daß es für junge Menschen durchaus berechtigt ist zu träumen, zum Beispiel vom Beruf, von neuen Maschinen oder gar von weiten Reisen bis zum Eismeer; von kühnen Dingen also, wie uns damals schien.

Niemand von den Anwesenden, auch ich nicht, hätte es sich damals träumen lassen, daß diese Erwartungen gar nicht so sehr viel später noch weit übertroffen wurden und ein völlig neuer Beruf entsteht – der des Kosmonauten. Als das geschah, war ich ein junger Flugzeugführer in einem Jagdfliegergeschwader der Nationalen Volksarmee der Deutschen Demokratischen Republik. An einem schönen Frühlingstag im April 1961 bereitete ich gerade gemeinsam mit anderen Genossen meiner Einheit die nächsten Flüge vor. Da vernahmen wir die Nachricht, daß dort oben im Kosmos einer in seinem Raumschiff die Erde umkreiste, der Jagdflieger war wie wir. Unsere Freude und unsere Begeisterung waren groß, und sie wurden noch dadurch gesteigert, daß es das Land LENINS war, das als erstes einen Abgesandten der Menschheit ins All geschickt hatte. Sicher spielte auch die Überraschung eine gewisse Rolle, zumal seit dem Start von Sputnik 1 erst dreieinhalb Jahre ins Land

gegangen waren, und uns die vom ersten künstlichen Erdtrabant zur Erde gesandten Töne noch im Ohr klangen. Der Flug der Hündin Laika durch den Kosmos hatte wohl nur Kennern der Materie signalisiert, daß der erste bemannte Raumflug in greifbare Nähe gerückt war. Nun flog dort oben ein Mensch, und sein Name war JURI ALEXEJEWITSCH GAGARIN.

Einige Jahre später hatte ich das Glück, an der Akademie der Luftstreitkräfte der UdSSR „Juri Gagarin“ zu studieren. Das Exkursionsprogramm für die Hörer der Akademie sah unter anderem auch einen Besuch im Sternenstädtchen vor. Wir bekamen dort vieles Interessante zu sehen; so ist mir sehr gut ein Film in Erinnerung geblieben, der JURI GAGARIN und seine Mitstreiter aus der „Gagarinschen Garde“ bei der Vorbereitung auf den ersten bemannten Weltraumflug zeigte.

Den nachhaltigsten Eindruck hinterließen aber jene Minuten, als wir im Arbeitszimmer JURIS weilten. Die Gestaltung des Raums und die liebevollen Erläuterungen unserer Führerin ließen in uns das Gefühl entstehen, als müßte gleich die Tür aufgehen und der erste Kosmonaut der Welt hereintreten, in seinem Gesicht dieses gewinnende Lächeln, das uns so vertraut war, obgleich wir ihm nie persönlich begegnet waren . . .

Ich konnte damals nicht ahnen, daß ich rund zehn Jahre später an derselben Stelle stehen würde. Nunmehr als Abgesandter unserer Republik, der das Glück und die Ehre hatte, als Forschungskosmonaut ausgebildet zu werden, um gemeinsam mit einem der ersten Kampfgefährten JURI GAGARIN, dem Fliegerkosmonaut der UdSSR WALERI FJODOROWITSCH BYKOWSKI, einen Beitrag zur Verwirklichung des Interkosmos-Programms der sozialistischen Länder zu leisten.

Das Parteiaktiv des Kosmonauten-Ausbildungszentrums war anläßlich unseres bevorstehenden Starts zusammengetreten, so, wie das seit JURI GAGARIN'S Flug Tradition war. WALERI BYKOWSKI und ich sprachen vor diesem Gremium aus, was wir dachten und fühlten. Allein die Tatsache, daß im selben Saal der erste Kosmonaut der Welt von seiner Verantwortung gesprochen hatte, übte auf uns eine starke emotionale Wirkung aus. Dankbar erinnerte ich mich in diesen Minuten auch an die wunderbare Atmosphäre der Freundschaft, die uns Kosmonauten-Anwärter und unsere Familien von der ersten Minute unseres Aufenthalts im Sternenstädtchen umgab. Das begann mit der herzlichen Begrüßung durch Generalmajor LEONOW, und fand seine Fortsetzung mit vielen Erlebnissen, die uns den Aufenthalt auf diesem schönen Fleckchen Erde unvergeßlich werden ließen. Die sowjetischen Kosmonauten mit ihren Familien nahmen uns freundschaftlich auf, sie erzählten uns über ihre familiären und beruflichen Dinge, und sie teilten bereitwillig ihre Erfahrungen über die Arbeit an

Bord von Raumschiffen und Orbitalstationen mit. Sie erwiesen sich in jeder Hinsicht als Internationalisten der Tat, und das, obwohl manch einer von ihnen zugunsten der Kosmonauten aus den anderen sozialistischen Bruderländern wesentlich länger auf seinen eigenen Einsatz warten mußte.

Wenn man mich heute fragt, worin für mich ein Schlüssel zum Weltraum bestand, dann verweise ich darauf, daß es die uneigennütige Hilfe uns gegenüber, die von Offenheit und Ehrlichkeit geprägten freundschaftlichen Beziehungen zu unseren sowjetischen Genossen waren. Sie haben uns in der Ausbildung nichts geschenkt, aus dem tiefen Bewußtsein ihrer internationalistischen Verantwortung für das Gelingen des Interkosmos-Programms der bemannten Raumflüge sowie angesichts der vielfach belegten Erfahrung, daß der den Menschen feindliche Kosmos jede Halbheit unbarmherzig bestraft. Daran hat, was meine Ausbildung anbetrifft, „mein“ Kommandant, Freund und Genosse WALERI BYKOWSKI einen großen Anteil. In seiner ihm eigenen Art, mit seiner sprichwörtlichen Genauigkeit und Zähigkeit, vermittelte er mir das ABC des Kosmos, machte er aus einem „kosmischen Analphabeten“ einen Forschungskosmonauten, der seine ihm gestellten Aufgaben zu erfüllen vermochte.

Das herausragende Ereignis für einen jeden Interkosmonauten war natürlich der Raumflug mit seinem Hauptbestandteil – dem mehrtägigen Aufenthalt in der Orbitalstation Salut 6, so auch für mich. Je weiter der zeitliche Abstand zu diesem einmaligen Erlebnis wird, um so mehr Details verliert man aus dem Gedächtnis, und man muß hier und da schon einmal in den vorhandenen Unterlagen nachblättern. Das ist eine ganz natürliche Angelegenheit. Unvergeßlich und bis in die Einzelheiten gegenwärtig wird mir aber bleiben, wie wir – die Besatzung von Sojus 31 – in der Raumstation von WLADIMIR KOWALJONOK und ALEXANDER IWANTSCHENKOW begrüßt wurden, welche herzliche Atmosphäre der Freundschaft und der gegenseitigen Hilfe in unserem kleinen kosmischen Haus herrschte. Noch heute denke ich mit Freude daran, welches Glücksgefühl ich empfand, als wir uns nach vollzogener Ankopplung an Salut 6 mit WOLODJA und SASCHA umarmten und uns zur Begrüßung eine kleine russische Puppenbäuerin entgegenschwebte, mit kosmischem Spezialbrot in der Rechten und einem Salzfüßchen in der Linken.

Unsere von Anfang an vorhandene optimistische Stimmung verließ uns während der gesamten Aufenthaltsdauer in der Orbitalstation nie, und sie war eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Erfüllung des wissenschaftlichen Programms. Als meine sowjetischen Genossen meine Vorliebe für die Erkundung bemerkten, halfen sie mir, mich schneller auf der Erde zurechtzufinden. Das und vieles andere trug dazu bei, daß uns der Abschied

von unseren „Himmelsbrüdern“ recht schwer wurde. Die Fotos, die mir meine Freunde von Solut 6 als Andenken überreichten, haben heute einen Ehrenplatz in meinem Arbeitszimmer.

Immer wieder werde ich gefragt, worin ich die Bedeutung des ersten gemeinsamen Weltraumfluges von Kosmonauten der UdSSR und der DDR sehe. Ich möchte an dieser Stelle nicht wiederholen, was bisher bei den verschiedensten Gelegenheiten dazu geschrieben und gesprochen wurde; es würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Doch ist es mir ein Bedürfnis zu sagen, daß ich, als Bürger der Deutschen Demokratischen Republik, so wie die anderen Interkosmonauten dank dem proletarischen Internationalismus unserer sowjetischen Freunde die seltene Gelegenheit hatte, ein kleines Stück auf dem Weg mitzugehen, den JURI GAGARIN mit seiner historischen Tat vor 25 Jahren eingeleitet und vorgezeichnet hat.

Oberst Dr. SIGMUND JÄHN  
Fliegerkosmonaut der DDR

Horst Hoffmann

## Vor 25 Jahren startete Juri Gagarin

### Der Kolumbus des Kosmos

*„Man muß diesen Tag bewahren. So für die Zukunft bewahren, wie es war. Muß in den Archiven die Aufzeichnungen der freudigen Ausrufe und Lieder bewahren, die auf den Straßen der Städte erklangen, die Filmaufnahmen spontaner Demonstrationen, die Texte der Interviews mit Menschen aller Berufe, die Zeitungsberichte auf beiden Erdhalbkugeln. Denn dieser Tag ist einer der größten in der Geschichte der Menschheit“ (BORIS AGAPOW, sowjetischer Schriftsteller).*

### Der Irrtum des Colonel POWERS

Im Apartment von Colonel JOHN POWERS, genannt „Shorty“, der Kurze, schrillt das Telefon. Der Verbindungsoffizier der U.S. Air Force und Presseschef des „Mercury“-Programms – er betreut die ersten sieben amerikanischen Astronauten-Anwärter – fährt aus dem Schlaf hoch. Es ist nach Ortszeit in Houston, Texas, vier Uhr morgens.

„Hallo, was gibt's?“

„Good morning, Sir, hier spricht Reporter BELL aus Washington. Wissen Sie schon, daß den Russen soeben die erste bemannte Erdumkreisung geglückt ist? Was sagen Sie dazu, Oberst?“

„God damned, Sie Trottel!“ brüllt POWERS in die Muschel, „wenn Ihnen zu dieser Zeit nichts Besseres einfällt, dann kann ich nur raten: Lassen Sie sich auf Ihren Geisteszustand untersuchen. Gehen

Sie zum Psychiater! Wir schlafen hier jedenfalls alle und wünschen nicht weiter gestört zu werden.“ Dieses nächtliche Telefongespräch, über das amerikanischen Zeitungen ausführlich berichteten, fand am 12. April 1961 statt, an jenem Tag, an dem JURI GAGARIN als erster Mensch in den Weltraum vordrang. Als er um 7.07 Uhr MEZ vom Kosmodrom Baikonur in der kasachischen Steppe startete, stand die Sonne bereits hoch am Himmel. Beim Überfliegen des amerikanischen Kontinents herrschte dort noch tiefe Nacht. Und als er nach einer Erdumkreisung um 8.55 Uhr MEZ in der Nähe von Saratow an der Wolga landete, graute in Texas gerade der Morgen. Der sowjetische Kommunist und Kosmonaut, Genosse GAGARIN, hatte aus 108 Minuten oder knapp zwei Stunden einen Tag und eine Nacht gemacht. Er überflog die von der Sonne beschienene östliche Tagseite unseres Erdballs ebenso wie die vom Zentralgestirn abgewandte westliche Hemisphäre. Sein Tagwerk war bereits vollbracht, als die amerikanischen Astronauten noch im tiefen Schlummer lagen.

### Schock in der Morgenstunde

Die Spitzen in Washington traf der „GAGARIN-Schock“ – wie das Ereignis in den USA empfunden wurde – etwas früher. Darüber berichtete der indische Publizist KAWADSCHA AHMAD ABBAS: „Fünfzehn Minuten nach dem Start wurden die Funksignale des sowjetischen Raumschiffs Wostok (Osten) von Beobachtern der amerikanischen Radarstation Shemya auf den Aleuten aufgefangen. Fünf Minuten später ging die chiffrierte Meldung an das Pentagon. Der Nachtdiensthabende rief nach Erhalt der Nachricht sofort JEROME WIESNER zu Hause an, den Dozenten des Massachusetts Institute of Technology und wissenschaftlichen Chefberater des Präsidenten JOHN F. KENNEDY. Auch WIESNER schaute verschlafen auf die Uhr. Es war 1.30 Uhr Washingtoner Zeit. Seit dem Start von JURI GAGARIN waren genau 23 Minuten vergangen.“

Es begann jener hysterische Spektakel, der sechs Wochen später zur Verkündung des Apollo-Programms führte. Noch ahnte niemand am Potomac, daß zwei weitere „Schocks“ unmittelbar bevorstanden: das Scheitern der von der CIA organisierten konterrevolutionären Intervention gegen Kuba in der „Schweinebucht“ am 20. April und die Sicherungsmaßnahmen der Warschauer Vertragsstaaten in Berlin am 13. August. Doch nicht der Wirbel in Washington bestimmte die öffentliche Meinung der Welt. Sie kam eher in den Schlagzeilen vieler Zeitungen des Westens zum Ausdruck, die JURI GAGARIN den „Kolumbus des Kosmos“ nannten. Der britische Schriftsteller australischer Herkunft, JAMES ALDRIDGE, schrieb damals:

*„Man kann heute nicht mit den gleichen Gefühlen durch die Straßen Londons gehen wie gestern, als*

die Welt noch der alte vertraute Planet war. Nein, die Welt ist anders geworden seit dem Moment, als JURI GAGARIN die Erdumlaufbahn erreichte und den Erdball umflog. Die Welt ist anders geworden, wirklich anders. Ich meine, daß alle Wissenschaftler und Ingenieure wie auch die Raumfahrer selbst spüren, daß sich vor unseren Augen eine zweite grandiose Revolution vollzieht. Die Sowjetunion muß einen unbändigen Stolz empfinden, denn sie hat der Menschheit diese Revolution geschenkt."

### **Wir würden noch in Höhlen leben**

Kurz vor seinem Tode schrieb JURI GAGARIN – er stürzte am 27. März 1968 bei einem Trainingsflug mit seiner Maschine ab – das Manuskript eines Vortrages, den er auf der ersten UNO-Weltkonferenz in Wien halten wollte. In dem von ALEXEI LEONOW vorgelesenen Beitrag heißt es:

*„Natürlich verlangt die Raumfahrt keine geringen Aufwendungen, und es wäre naiv anzunehmen, daß diese sich unverzüglich bezahlt machen. Die Entdeckung Amerikas durch KOLUMBUS hat die Menschheit bekanntlich manches gekostet. Man braucht aber kein Historiker zu sein, um zu erkennen, daß die Geschichte der Menschheit ohne die großen geographischen Entdeckungen, die den gesellschaftlichen Fortschritt ungewöhnlich beschleunigten und die Völker aller Kontinente in ihn einbezogen, in den vergangenen Jahrhunderten unvergleichlich ärmer gewesen wäre. Wie alle großen Unternehmen der Menschheit darf man das Eindringen in den Weltraum nicht nur durch das Prisma der alltäglichen Interessen und der heutigen Praxis sehen. Wenn sich die Menschen im Laufe der Geschichte nur von der Befriedigung ihrer Alltagsbedürfnisse hätten leiten lassen, würde die Menschheit wahrscheinlich heute noch in Höhlen leben.“*

Dennoch lag das Hauptziel der sowjetischen Raumfahrt von Anfang an – so paradox das zunächst auch klingen mag – nicht in fernen Welten, sondern war unsere Erde selbst, die GAGARIN als erster in ihrer wirklichen Gestalt sah und die er den „Blauen Planeten“ nannte. Sein Vermächtnis hinterließ er uns in den Worten:

*„Als ich mit dem Sputnik-Schiff um die Erde flog, sah ich, wie herrlich unser Planet ist. Laßt uns dieses Schöne bewahren, mehren und nicht vernichten!“*

### **Das Raumschiff Erde**

Es stellt wohl das beste Motto für das „GAGARIN-Jahr“ 1986 dar. Die Internationale Vereinigung für Luftfahrt und Flugwesen FAI beschloß auf ihrer 61. Generalversammlung 1968 in London, den 12. April in Zukunft als „Internationalen Tag der Luft- und Raumfahrt“ zu begehen und stiftete für außergewöhnliche Leistungen in der Kosmonautik

die „JURI-GAGARIN-Medaille“. Die gemeinsame Verantwortung für das Wohl unseres Heimatplaneten, die Pflege der Kontakte zwischen den Raumfahrern aller Nationen und die Förderung der internationalen Zusammenarbeit bei der friedlichen Erforschung und Nutzung des Kosmos, sind auch die erklärten Aufgaben der „Weltförderung der Weltraumflieger“, die sich 1985 in Cernay-la-Ville bei Paris konstituierte und der Raumreisende aus 13 Nationen angehören. Der Fliegerkosmonaut der DDR, Dr. SIGMUND JÄHN, der zum Mitglied des Exekutivkomitees dieser internationalen Raumfahrervereinigung gewählt wurde, erklärte angesichts der Bedrohung der Menschheit durch das mit dem Schwindeletikett „Strategische Verteidigungsinitiative“ getarnte „Sternenkriegsprogramm“ der „Ray Gun Administration“ (Strahlen-Kanonen-Regierung) in Washington:

*„Die Raumfahrt hat ein anschauliches Bild unserer gegenwärtigen Situation gezeichnet: Das Raumschiff Erde rast mit seiner Besatzung von fast fünf Milliarden Kosmonauten durchs All, geschützt durch eine empfindliche Kabinatmosphäre. An Bord aber befindet sich eine schreckliche Bombe, die aller Leben vernichten kann. Nun sollen neue furchtbare Waffen hinzukommen, die das Raumschiff Erde von außen bedrohen. Um das Schicksal der Menschheit willen muß deshalb ein Verbot aller Weltraumwaffen erzwungen werden.“* Bis heute (31. Dezember 1985) stehen im Hauptbuch der Raumfahrt 195 Menschen – zehn Frauen und 185 Männer – aus 19 Ländern verzeichnet, die zusammengerechnet (Mensch-mal-Flugzeit) rund 16 Jahre im Weltraum weilten. Sie werden von den Vereinten Nationen als „Sendboten der Menschheit im All“ betrachtet.

### **Ständig bemannte Raumstation „Mir“**

Mehr als zwei Drittel der gesamten Raumflugzeit entfällt auf die sowjetischen Kosmonauten und davon wiederum 98 Prozent auf das Salut-Programm. In den ersten zehn Jahren der bemannten Raumfahrt löste die UdSSR mit den Wostok-, Woßchod- und Sojus-Flügen die wissenschaftlich-technischen und biologisch-medizinischen Grundprobleme für den Einsatz einer zeitweilig besetzten wiederverwendbaren Orbitalstation. Die erste Generation umfaßt die mit einem Kopplungsstutzen ausgerüsteten Raumflugkörper Salut 1 bis Salut 5. Zur zweiten Generationen zählen Salut 6 und Salut 7, die über zwei Anlegestellen verfügen und durch Raumschiffe des Typs Progress mit Nachschub versorgt sowie durch Modulsatelliten aus der Kosmos-Serie erweitert werden können.

Heute kann die Sowjetunion auf eine 15jährige erfolgreiche Bilanz zurückblicken. In diesem Zeitraum umkreisten sieben Stationen der gleichen Grundkonfiguration rund dreizehn Jahre lang funktions-

tüchtig unseren Planeten, wobei sich ihre Lebensdauer von einem halben Jahr auf fast fünf Jahre und die Aufenthaltsdauer der Besatzungen von drei Wochen auf acht Monate erhöhte. 30 Mannschaften arbeiteten mehr als 1 500 Tage oder vier volle Jahre an Bord und führten etwa 3 000 verschiedene Experimente zum Nutzen der Wissenschaft und Volkswirtschaft von zwölf beteiligten Ländern aus. Seit etwa einem Jahrzehnt übersteigt der finanziell nachweisbare Gewinn aus der Arbeit von Salut-Mannschaften die Kosten bei weitem. Rund 50 Raumflugkörper fünf verschiedener Klassen – Salut, Sojus, Progreß, Sojus T und Kosmos – vereinigten sich bei ihrem Reigen um die Erde durch über 100 An-, Ab- und Umkopplungsmanöver zu Orbitalkomplexen von annähernd 40 Meter Länge und 50 Tonnen Masse. Ihre Gesamtmasse übersteigt 500 Tonnen, was einer Flotte von 40 vollbesetzten Verkehrsflugzeugen des Typs Jak-40 entspricht, von denen jedes rund 30 Passagieren Platz bietet.

Aus den Ausführungen verschiedener führender sowjetischer Raumflugtechniker, wie dem Chefkonstrukteur KONSTANTIN FEOKTISTOW und Hauptflugleiter ALEXEI JELISSEJEW geht hervor, daß jetzt die Schaffung einer ständig bemannten Außenstation der UdSSR unmittelbar auf der Tagesordnung steht. Mit sechs bis acht Kopplungsstützen soll sie einen großzügigen An- und Ausbau ermöglichen. Eine solche Orbitalstation der dritten Generation zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums verdiente wahrlich den Namen „Mir“. Im Russischen bedeutet dies sowohl „Frieden“ als auch „Welt“.

Anschrift des Verfassers:  
**HORST HOFFMANN**  
 DDR - 1120 Berlin-Weißensee  
 Lindenallee 49

Lutz Kleinwächter

## Kampf der UdSSR gegen die Militarisierung der Raumfahrt und des Weltraums

Die Sowjetunion eröffnete 1957 mit dem Start der ersten künstlichen Erdsatelliten Sputnik I und II (4. Oktober bzw. 3. November) das Zeitalter der praktischen Erforschung des Weltraums. Mit diesen wissenschaftlich-technischen Erfolgen verband die UdSSR von Anfang an das Ziel der friedlichen Nutzung des Weltraums zum Wohle der Menschheit. In der ersten Mitteilung über den Start von Sput-

nik I hieß es: „Der erfolgreiche Start des von Menschen geschaffenen Erdsatelliten bedeutet einen ungeheuer wertvollen Beitrag zum Schutz der Wissenschaft und Kultur der Welt“ (1). Wenige Monate später war es am **15. März 1958** erneut die **UdSSR, die als erstes Land in der UNO einen umfassenden Vorschlag über das Verbot der Nutzung des Weltraums zu militärischen Zwecken**, verbunden mit der Forderung nach Liquidierung ausländischer militärischer Stützpunkte (mit Blick auf die USA-Kernwaffen-Bedrohung rund um die sozialistischen Staaten), unterbreitete. Orientiert auf den „kalten Krieg“ und eine „Politik der Stärke“ gegenüber dem Sozialismus lehnten die USA und ihre Verbündeten rundheraus ab. In den 60er und 70er Jahren wurden auf entscheidende Initiative der UdSSR und der anderen sozialistischen Staaten sowie einer kompromißbereiten, primär in der Veränderung des politischen, militärischen und ökonomischen Ost-West-Kräfteverhältnisses begründeten, allerdings widersprüchlichen Haltung der imperialistischen Staaten eine Reihe wesentlicher Verträge abgeschlossen. Dieses System weltraumrechtlicher und abrüstungspolitischer Festlegungen umfaßt bi- und multilaterale Verträge, die sowohl aus der Tätigkeit der UNO und ihrer Organe als auch aus dem Rüstungsbegrenzungs- und Abrüstungsprozeß heraus entstanden.

### Wichtige Vereinbarungen

Mit Orientierung auf die strategische Zielstellung der sozialistischen Staaten – ausschließlich friedliche Nutzung der Raumfahrt und Verhinderung eines Wettrüstens im Weltraum – konnten beachtliche, aber ausbaufähige Teilerfolge erzielt werden. Die **drei wichtigsten Vereinbarungen** sind (2):

1. Der **„Vertrag über das Verbot der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre, im kosmischen Raum und unter Wasser“** (5. August 1963). Im Ergebnis dreiseitiger Verhandlungen zwischen der UdSSR, den USA und Großbritannien entstand dieser für alle Staaten offene Vertrag, der als erstes internationales Abkommen die Entwicklung der Kernwaffen und in diesem Rahmen auch erstmalig die militärische Nutzung des Weltraums völkerrechtlich einschränkte. Die überwiegende Mehrzahl der Staaten der Erde ist ihm beigetreten, wobei von den Kernwaffenmächten und Raumfahrtstaaten (Staaten, die über ein großes raumfahrttechnisches Potential verfügen und selbst aktiv Raumfahrt betreiben) Frankreich und China nicht beigetreten sind.

2. Der **„Vertrag über die Prinzipien für die Tätigkeit der Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraumes einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper“** (27. Januar 1967). Nach Abschluß des Kernwaffenteststopptvertrages schlug die UdSSR 1963 einen **umfassenden** Vertrag vor, der ein Übergreifen des atomaren Wettrüstens auf den



Weltraum verhindern sollte. Über mehrere Zwischenschritte gelang es, sich im Dezember 1966 auf der UNO-Vollversammlung über den Vertragsentwurf zu einigen. Im Januar 1967 wurde er zur Ratifizierung ausgelegt und trat im Oktober d. J. in Kraft. Mit dem Beitritt Chinas gehören ihm seit Januar 1984 alle Kernwaffen- und Raumfahrtstaaten an. Ausgehend von dem „gemeinsame(n) Interesse der gesamten Menschheit am Fortschritt bei der Erforschung und Nutzung des Weltraumes zu **friedlichen Zwecken**“ (Art. I), verpflichteten sich die Teilnehmerstaaten, „keine Objekte mit Kernwaffen oder anderen Arten von Massenvernichtungswaffen auf eine Umlaufbahn um die Erde zu bringen, keine derartigen Waffen auf Himmelskörpern oder auf andere Weise im Weltraum zu stationieren“ (Art. IV). Weiterhin wird festgelegt, daß der Mond und die Himmelskörper „**ausschließlich** für friedliche Zwecke genutzt“ und die „Errichtung von Militärbasen, Anlagen und Befestigungen, die Erprobung jeder Art von Waffen und die Durchführung militärischer Manöver auf Himmelskörpern verboten sind“ (Art. IV).

3. Der „**Vertrag zwischen der UdSSR und den USA über eine Einschränkung der Raketenabwehrsysteme**“ (26. Mai 1972; Zusatzprotokoll vom 3. Juli 1974). Der unbefristete Vertrag stellt eines der bedeutendsten völkerrechtlichen Hindernisse für die USA bei der Umsetzung ihrer Konzeption zur Militarisierung des Weltraums dar, insbesondere angesichts der Entwicklung zur Schaffung eines neuartigen umfassenden Raketenabwehrsystems. Ein Raketenabwehrsystem wird im Vertrag ganz allgemein als ein „System für die Bekämpfung strategischer ballistischer Raketen oder ihrer Elemente auf Flugbahnen“ (Art. II) definiert. Beide Seiten anerkannten damals, daß die *Einschränkung* dieser Systeme ein wesentlicher Faktor zur Eindämmung des strategischen Rüstungswettlaufs ist und die Gefahr eines Kernwaffenkrieges vermindert (Präambel). Sie verpflichteten sich, die Systeme ihres Landes  *einzuschränken, nicht auszubauen und keine Grundlage dafür zu schaffen* (Art. I). Die Zahl der begrenzten Systeme wurde auf zwei je Seite beschränkt (Art. III) und im Zusatzprotokoll auf jeweils **ein System** reduziert (Hauptstadt oder Interkontinentalraketen-Basis). Die Seiten verpflichteten sich, *keine Raketenabwehrsysteme* oder deren Bestandteile auf See, in der Luft, *im Kosmos* oder bewegliche Systeme zu Lande *zu schaffen, zu erproben und zu unterhalten* (Art. V). Die zukünftige Möglichkeit von Raketenabwehrsystemen auf anderer physikalischer Grundlage“ als der des gegenwärtigen Systems (z. B. Hochenergielaser) wurde einkalkuliert und für diesen Fall Diskussionen mit dem Ziel „spezifischer *Begrenzungen* dieser Systeme und ihrer Komponenten“ festgelegt (Vereinbarte Erklärungen, Abs. D), jedoch *nur* im Rahmen Grundbestimmungen des Gesamtvertrages.

Die Verträge dämmten die militärische Nutzung des Weltraums auf bestimmten Gebieten ein, insbesondere hinsichtlich des Verbots der Erprobung und Stationierung von Kern- und anderen Massenvernichtungswaffen sowie der Schaffung weltraumgestützter Systeme zur Raketenbekämpfung.

### **Verhandlungsangebote und einseitige Vorleistungen**

Die USA – Hauptopponent weiterreichender Beschränkungen – gingen in der ersten Hälfte der 80er Jahre, mit dem Ziel der Erringung militärischer Überlegenheit über die Sowjetunion im Zusammenhang mit der Entwicklung einer Nuklearstrategie der „Führ- und Gewinnbarkeit“ von Kernwaffenkriegen, zur massiven Vorbereitung einer qualitativ neuen Stufe der militärischen Nutzung des Weltraums über – der Schaffung von Weltraumangriffswaffen. Zur Unterbindung dieser, die Sicherheit aller Staaten und den Weltfrieden aufs äußerste gefährdenden Aktivitäten der **Reagan-Administration** und unter Berücksichtigung der existierenden Vertragssituation, initiierte die UdSSR **1981 bis 1985** eine Serie vielfältiger **Verhandlungsangebote auf multi- und bilateraler Ebene, einschließlich einseitiger Vorleistungen:**

- Vertragsentwurf über das „Verbot der Stationierung von Waffen jeglicher Art im Weltraum“ (August 1981);
- Vorschlag an die USA über ein Treffen sowjetischer und amerikanischer Wissenschaftler zur Erörterung möglicher gefährlicher Folgen eines umfassenden Raketenabwehrsystems (April 1983);
- Vorschlag zur radikalen Lösung des Problems der Satellitenabwehrsysteme durch die Beseitigung bereits vorhandener und das Verbot der Entwicklung neuer (August 1983);
- Verpflichtung, keinerlei Satellitenabwehrwaffen als erster in den Weltraum zu bringen. Damit wurde ein einseitiges Moratorium für derartige Starts eingeführt, das solange gilt, wie andere Staaten, darunter die USA, auf entsprechende Aktivitäten verzichten (August 1983);
- Vertragsentwurf über das „Verbot der Anwendung von Gewalt im Weltraum und vom Weltraum aus gegen die Erde“ (August 1983);
- Verhandlungsvorschlag über Normen für die Beziehungen der Kernwaffenmächte. U. a. wird gefordert, „die Weiterverbreitung von Kernwaffen in jeglicher Form nicht zuzulassen: ... das nukleare Wettrüsten darf nicht in neue Bereiche einschließlich des Kosmos übertragen werden“ (März 1984);
- Vorschlag zur Verhaltensnorm der Staaten: „... eine Politik mit dem Ziel, den Weltraum zuverlässig vor Waffenstationierung zu bewahren“, muß zu einer „verbindlichen Verhaltensnorm der Staaten, zu einer anerkannten internationalen Verpflichtung werden“ (Mai 1984);

- Vorschlag an die USA zur Aufnahme bilateraler Verhandlungen zur Verhinderung einer Militarisierung des Weltraums. In diesem Rahmen soll auch die Frage eines gegenseitigen und vollständigen Verzichts auf Satellitenabwehrsysteme gelöst werden. Vorschlag zur Verkündung eines Moratoriums auf gegenseitiger Grundlage für die Erprobung und Stationierung solcher Waffensysteme bei Eröffnung der Verhandlungen (Juni 1984);
- Vorschläge, die Frage „Über die Nutzung des Weltraums zu ausschließlich friedlichen Zwecken, für das Wohl der Menschheit“ bzw. „über internationale Zusammenarbeit bei der Erschließung des Weltraums unter den Bedingungen seiner Nichtmilitarisierung“ auf die UNO-Tagesordnung zu setzen und Unterbreitung entsprechender Resolutionsentwürfe (September 1984 bzw. 1985).

Bis zum November 1984 wurden **alle sowjetischen Angebote** seitens der **REAGAN-Administration** sofort **abgelehnt**, nicht beantwortet oder mit unannehmbaren Vorbedingungen belastet. Mit ihrer destruktiven Haltung manövrierten sich die USA in wachsendem Maße in eine internationale Isolation. In den letzten Jahren wurde das deutlich bei den Abstimmungen über die UNO-Resolutionen zur „Verhütung eines Wettrüstens im Weltraum“. **1982 und 1983 stimmten die USA allein gegen 138 bzw. 147 Staaten**; im Dezember **1984** enthielten sie sich als **einziger Staat** der Stimme, **im Gegensatz zu 150 Staaten** (einschließlich der NATO-Verbündeten der USA), die für die gemeinsame Resolution der UdSSR, der Entwicklungsländer und der VR China votierten.

### Für Komplexverhandlungen über nukleare und Weltraumwaffen

Durch die Stationierung nuklearer Mittelstreckenraketen strategischer Bedeutung in Westeuropa und die verstärkte Orientierung auf die Schaffung von Weltraumangriffswaffen durch die USA in den Jahren 1983/84 entstand eine grundsätzlich veränderte militär-politische Lage, die eine Neubewertung des Herangehens an den Prozeß der Begrenzung und Reduzierung der strategischen Angriffs- und Abwehrwaffen erforderte. Bereits im März und Juni 1984 hatte die UdSSR in ihren Initiativen die Komplexität der Abrüstungsprobleme hervorgehoben. Im Januar 1985 mußten die USA den sowjetischen Initiativen, der Position der Mehrheit der UNO-Mitgliedstaaten, der weltweiten Friedensbewegung und nicht zuletzt dem Drängen der eigenen Verbündeten Rechnung tragen und sich zu Komplexverhandlungen über nukleare und Weltraumwaffen mit der UdSSR bereit erklären. Vereinbartes Ziel ist die **Verhinderung des Wettrüstens im Weltraum und seine Beendigung auf der Erde, die Begrenzung und Reduzierung der nuklearen Rüstungen sowie die Festigung der strategischen Stabilität**.

Wie die ersten Verhandlungsrunden zeigten, sind die USA gegenwärtig nicht zu einer Übereinkunft mit der Sowjetunion bereit. Ein Beweis dafür ist die schroffe, unüberlegte Ablehnung der Initiativen der UdSSR vom April 1985, die u. a. beinhalten, für die gesamte Zeit der Verhandlungen ein Moratorium für die Schaffung kosmischer Angriffswaffen, für deren Forschung, Entwicklung, Erprobung und Stationierung einzuführen. Auch das sowjetisch-amerikanische Gipfeltreffen im November 1985 brachte angesichts der destruktiven Haltung der USA in der Hauptfrage des Verbots der Weltraumrüstung keine Lösung. Da es sich bei dem Gegenstand der Komplexverhandlungen um jene Waffensysteme handelt, deren Einsatz die Existenz der Menschheit bedrohen würde, kann die Bedeutung der Verhandlungen kaum überschätzt werden. Die UdSSR wird konstruktiv, geduldig und kompromißbereit weiterverhandeln. Unter Berücksichtigung der Gesamtheit der weltpolitischen Entwicklung gibt es Grund zur Hoffnung, daß in zähem Ringen sich langfristig auch in den USA die Vernunft durchsetzen kann.

#### Literatur:

- (1) Neues Deutschland, 8. 10. 1957.
- (2) **Vertragstexte**. In: Dokumente zur Abrüstung 1917–1976, Berlin 1978 (Hervorhebung durch den Autor).

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Staatswissenschaftler **LUTZ KLEINWÄCHTER**  
 Akademie für Staats- und Rechtswissenschaften der DDR  
 Institut für internationale Beziehungen  
 DDR – 1502 Potsdam-Babelsberg  
 August-Bebel-Straße 89

Harald Kunze; Achim Zickler

## Die Haltung der UdSSR zur internationalen Raumfahrtkooperation

Mit ihrem umfassenden Vorschlag an den UNO-Generalsekretär vom August 1985, den Weltraum ausschließlich zu friedlichen Zwecken zu nutzen und die internationale Raumfahrtkooperation zu entwickeln, hat die UdSSR den „Sternenkriegs“-Plänen der USA eine bedeutsame Sternenfriedensinitiative entgegengesetzt. Sie kann dabei bereits auf eine jahrzehntelange Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Staaten verweisen, die in ihrem Charakter und auch in ihren Ergebnissen ohne Beispiel ist. Kein anderes Land hat soviel für die Entwicklung einer gleichberechtigten, von Profitstreben und politischem Herrschaftsdenken freien Kooperation ge-

tan – dies gilt für die Raumfahrt ebenso wie für Wissenschaft und Wirtschaft insgesamt.

Am intensivsten haben sich dabei naturgemäß die Kooperationsbeziehungen zwischen den sozialistischen Staaten entwickelt. Diese Zusammenarbeit strahlt weltweit aus – wurde sie doch auf der 2. UNO-Weltraumkonferenz in Wien 1982 ausdrücklich als beispielgebend hervorgehoben.

### Interkosmos

Es ist bezeichnend für die Raumfahrtkooperation der UdSSR, daß kaum 10 Jahre nach dem Start des sowjetischen Satelliten Sputnik 1 am 4. Oktober 1957, dem ersten Start in die Umlaufbahn überhaupt, die UdSSR den sozialistischen Ländern den Vorschlag zur friedlichen Zusammenarbeit unterbreitete. Im April 1967, fast genau 6 Jahre nach dem Start JURI GAGARINS, trafen sich in Moskau die Vertreter Bulgariens, der ČSSR, der DDR, Kubas, der Mongolischen VR, Polens, Rumäniens, Ungarns und des Gastgeberlandes zu einer der wichtigsten Beratungen in der jungen Geschichte der aktiven Weltraumfahrt. Nach gründlichen Diskussionen wurde das „Interkosmos-Programm“, die grundlegende Vereinbarung über die Zusammenarbeit der genannten Länder in der Weltraumforschung, auf Regierungsebene beschlossen.

Mit diesem Programm stellt die UdSSR ihre Forschungssatelliten, Trägerraketen sowie die notwendige Bodentechnik kostenlos zur Durchführung gemeinsamer Forschungsvorhaben zur Verfügung. Gemeinsam beraten die Vertreter der Teilnehmerländer die Konzeptionen, technische und wissenschaftliche Zielstellungen und Realisierungsmöglichkeiten vorgeschlagener Forschungsvorhaben und Experimente, die mit Hilfe der sowjetischen technischen Mittel verwirklicht werden sollen. Zentrales Beratungszentrum ist der „Rat Interkosmos“, in dem die Vorsitzenden aller nationalen „Interkosmos-Koordinierungskomitees“ Sitz und Stimme haben. Die erstaunliche Breite, die die Arbeiten zur Weltraumforschung erlangt haben, verlangte sehr bald Arbeitsgruppen, die verantwortlich sind für die fachlich-inhaltliche Vorbereitung von Entscheidungen zur Konzipierung und Koordinierung der gemeinsamen Arbeit. Heute arbeiten internationale Arbeitsgruppen im Auftrage des Rates Interkosmos auf den Gebieten

- Kosmische Physik,
- Kosmische Materialwirtschaft,
- Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln,
- Kosmische Meteorologie
- Kosmisches Nachrichtenwesen und
- Kosmische Biologie und Medizin.

Die Zusammenarbeit im Rahmen der Interkosmosvereinbarungen erfolgt auf freiwilliger Basis. Beschlüsse, Protokolle und Festlegungen haben empfehlenden Charakter und müssen von den Mini-

sterien der Mitgliedsländer nach Vorlage durch den Vorsitzenden des jeweiligen Nationalen Koordinierungskomitees bestätigt werden. Dieser Weg ist notwendig, da Interkosmos seinem Rechtsstatus nach keine zwischenstaatliche Organisation ist. Der Interkosmosvertrag regelt in besonderer Weise die Zusammenarbeit der sozialistischen Staaten im Weltraum auf freiwilliger Basis. Demzufolge besitzt Interkosmos keine eigene Verwaltungsorganisation, erhebt keine Beiträge usw. Jedes Land finanziert seine Experimente und Geräte selbst und stellt die entstandenen Geräte kostenlos zur Verfügung. Sie bleiben jederzeit Eigentum des Ursprungslandes. In internationalen Gremien hat Interkosmos deshalb auch nur Beobachterstatus. Mit dieser vereinbarten Verfahrensweise können alle Teilnehmerländer an technischen Mitteln und Ergebnissen teilhaben, ohne daß Eingriffe in die Souveränität der Mitgliedsländer möglich sind. Diese Verfahrensweise unterscheidet sich grundsätzlich von der von den USA praktizierten Kommerzialisierung jeglicher Gemeinschaftsarbeit im Kosmos. Betrachtet man nun rückschauend Ereignisse und Ergebnisse aus dieser Zusammenarbeit, so muß man mit einer Vielzahl von Starts der Forschungsraketen vom Typ „Vertikal“ (Gipfelhöhen zwischen 500 und 1500 km) beginnen. Diese Raketen dienen vor allem der Lösung geophysikalischer Probleme. Ebenso wurde ab 1970/71 begonnen, meteorologische Raketen der Typen „MR 12“ (GH 180 km) und „M-100“ (GH 100 km) gemeinsam auszurüsten und zu starten. Erstmals am 14. 10. 1969 startete mit „Interkosmos 1“ ein Gemeinschaftssatellit. Er hatte Geräte aus der UdSSR, der ČSSR und der DDR an Bord und arbeitete 80 Tage im Orbit, besonders an sonnenphysikalischen Untersuchungen. Bis zum Jahresende 1981 waren es bereits 22 derartiger Interkosmosatelliten, die aus der Umlaufbahn Forschungsarbeiten vornahmen. Die Umlaufbahnen lagen zwischen 200 und 1700 km. An der gerätetechnischen Ausrüstung waren neben der UdSSR in der Regel zwei oder mehrere Länder der Interkosmos-Kooperation beteiligt.

Einen qualitativen Sprung in der gemeinschaftlichen Arbeit gab es, als im Jahre 1976 der Interkosmos-Vertrag aktualisiert wurde und gemeinsame bemannte Flüge vereinbart wurden. Schon wenige Wochen nach dem Abschluß der Vereinbarung begann die Ausbildung der Interkosmonauten. Am 2. März 1978 erhob sich Sojus 28 als erstes Raumschiff mit einer internationalen Besatzung mit VLADIMIR REMEK aus der ČSSR als Forschungskosmonaut und ALEXEJ GUBAREW aus der UdSSR als Kommandant an Bord. Nach der Kopplung mit der Station Salut 6 begannen umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten. 8 Tage demonstrierten die internationale Besatzung und die Stammbesatzung der Station Salut 6, JURI ROMANENKO und GE-

ORGI GRETSCHKO, daß die enge Zusammenarbeit aller sozialistischen Länder auch im Kosmos wie auf der Erde entscheidender Faktor ihrer Stärke ist. Dieser, wie alle folgenden Flüge mit Kosmonauten der sozialistischen Länder, stellte einerseits ein Politikum dar und war andererseits ein Höhepunkt in der Arbeit der Wissenschaftler der Teilnehmerländer. Alle Interkosmos-Teilnehmerländer konnten ihrem Kosmonauten ein „Paket“ wissenschaftlicher Aufträge übergeben, deren Lösung von großer Bedeutung für die Forschung und Entwicklung im jeweiligen Land war. Die zu lösenden Aufgaben kamen in der Regel aus allen Bereichen der anfangs genannten 6 Arbeitsgruppen des Rates Interkosmos. Die geologische und geoökologische Erforschung ihrer Länder ist natürlich eines der Hauptanliegen der beteiligten Staaten. Aus diesem Grunde ist eine umfangreiche Gerätetechnik zur Erforschung der Erde aus dem Kosmos (aerokosmische Fernerkundung der Erde) in der Raumstation fest installiert oder steht auch als Handgerät dem Kosmonauten zur Verfügung. Fest installiert sind z. B. die Multispektralkamera MKF-6M, die fotografische Meßkammer KTE-140, Spektrometer, wie Spektr 15, Spektr 32 oder andere. Als mobile Geräte stehen eine Reihe von Fotoapparaten, Farbvergleichstafeln u. a. bereit. Diese und andere technische Einrichtungen berücksichtigend, wurden allen „Interkosmonauten“ Forschungsaufgaben zur Erkundung ihrer Länder von den Wissenschaftlern ihres Heimatlandes erteilt. Diese Aufgaben sind unter Bezeichnung wie „Biosphäre“, „Biosphäre V“, „-M“ oder auch „Telefoto“ usw. bekanntgeworden. Die Auswertung der vorliegenden Meßergebnisse oder auch Fotografien erfolgte und erfolgt noch in den einzelnen Ländern.

Aber auch andere Aufgaben erlangten bei den Starts der „Interkosmonauten“ große Bedeutung. Sie kamen hauptsächlich aus den Arbeitsgebieten Medizin, Biologie und Materialwissenschaft.

Die Untersuchungen am Kosmonauten sind und bleiben ein wesentliches Feld der wissenschaftlichen Arbeiten. Noch immer ist nur wenig bekannt über den Einfluß der kosmischen Umgebung auf den Menschen. Untersuchungen über Reaktionszeiten, Veränderungen der Immunologie, des Sehvermögens, des Blutdruckes, der Blutzusammensetzung, des Muskeltonus und anderes müssen in großem Umfang durchgeführt werden, um aus der statistischen Breite zu verallgemeinerungswürdigen Aussagen zu kommen. Die biologischen Versuche unterstützen die Arbeiten am Menschen. Tierversuche als Vergleichsexperiment sind ebenso üblich wie Versuche an Organismen mit einer schnellen Populationsfolge. Auf diese Weise konnten Aussagen über zu erwartende Erbschäden, Veränderungen in der Gen-Struktur u. ä. erhalten werden. Die Arbeiten zur Materialwissenschaft gehen vor

allem von der Tatsache aus, daß die Raumstation eine Durchführung von Experimenten unter Bedingungen einer „Fast“-schwerelosigkeit ermöglicht. Schmelz- und Kristallisationsversuche waren dabei ebenso von Interesse wie die Herstellung von Gemischen von Substanzen, die auf der Erde nicht mischbar sind. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen sind in den Ländern von Bedeutung für die Halbleiter- und Glasindustrie, für die pharmazeutische und sogar für die Zuckerindustrie. Nicht zuletzt brachten alle diese Versuche auch neue Erkenntnisse für die Grundlagenforschung.

Auf diese Weise wird umfassend deutlich, daß die UdSSR in ihrer Raumfahrtkooperation auf echte Partnerschaft setzt und jeden, der einen aktiven Beitrag leistet, auch an den gewonnenen Ergebnissen beteiligt. Selbstredend ist eine friedliche Welt die Hauptvoraussetzung für das Funktionieren dieser Kooperation. Deutlich wird aber, daß die UdSSR vom Beginn der aktiven Raumfahrt ihrer friedlichen Nutzung den absoluten Vorrang gegeben hat. Dabei hat sie sich nicht auf die sozialistischen Länder beschränkt, sondern allen interessierten Staaten die Zusammenarbeit angeboten.

#### Raumfahrtkooperation der UdSSR

13. 1. 1964	Abkommen über kostenlose Lieferung sowjetischer Raumfahrttechnik an Indien
30. 6. 1966	Erstes sowjetisch-französisches Regierungsabkommen mit zehnjähriger Laufzeit
April 1967	Interkosmosabkommen (multilateral)
12. 2. 1971	Vereinbarung zwischen der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und der westeuropäischen Raumfahrtorganisation ESRO über den Austausch von Informationen, Publikationen und Spezialisten
10. 5. 1972	Vereinbarung zwischen der AdW der UdSSR und der indischen Raumfahrtorganisation ISRO über den Start eines indischen Satelliten durch die UdSSR
24. 5. 1972	Regierungsabkommen UdSSR – USA (u. a. über das Sojus-Apollo-Test-Projekt) für fünf Jahre
1976	Aktualisierung des Interkosmosabkommens der sozialistischen Staaten
Mai 1977	Erneuerung und Ergänzung der sowjetisch-amerikanischen Vereinbarung von 1972 (wiederum für fünf Jahre)
April 1979	Sowjetisch-französische Kooperationsvereinbarung für den Zeitraum 1980 bis 1990
Februar 1980	Abkommen über die Teilnahme eines indischen Staatsbürgers an einem Flug mit einem sowjetischen Raumschiff
12. 4. 1982	UdSSR, USA, Frankreich und Kanada vereinbaren Erprobung des Such- und Rettungssystems Kospas – Sarsat
1983	Vereinbarungen über die Nutzung eines sowjetischen Nachrichtensatelliten vom Typ Stationar durch Indien sowie über den Start weiterer indischer Satelliten mit sowjetischen Trägerraketen

## INTERSPUTNIK

Die UdSSR verfolgte stets das Ziel, über INTERKOSMOS hinaus eine weltweite Kooperation mit allen interessierten Staaten zu entwickeln. Dies war nicht immer leicht, da hierbei mitunter sozialistische und kapitalistische Denk- und Handlungsweisen recht hart aufeinanderprallen und diese Zusammenarbeit ihrem Wesen nach nichts anderes als eine spezielle Form des internationalen Klassenkampfes ist. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

Auf der 1. UNO-Weltraumkonferenz, die 1968 in Wien stattfand, schlug die UdSSR vor, ein einheitliches weltweites Satellitenkommunikationssystem zu errichten, das die Souveränität der Teilnehmerstaaten respektiert und deren Gleichberechtigung gewährleistet. Das Grundprinzip bei allen Entscheidungen sollte jenes sein, auf dem die UNO basiert: 1 Land – 1 Stimme. Die USA und andere imperialistische Länder lehnten ab. Sie wollten die profitorientierte INTELSAT-Organisation beibehalten. Solche diskriminierenden Regelungen, wie sie der Arbeit von INTELSAT zugrunde liegen, waren aber für die sozialistischen Staaten unannehmbar. So gründeten sie 1972 mit INTERSPUTNIK eine eigene Organisation, die sich sehr erfolgreich entwickelt und wachsende Anziehungskraft auf jene Staaten ausübt, die im Zuge ihrer sozialökonomischen Befreiung auch die Fesseln des westlichen Medienimperialismus abstreifen wollen.

### Kooperation mit nichtsozialistischen Staaten

Die engsten nichtsozialistischen Kooperationspartner der UdSSR sind Frankreich und Indien. Die Beziehungen entwickelten sich frühzeitig, auf der Grundlage langfristiger Abkommen, die entsprechend den Erfordernissen durch Zusatzvereinbarungen ergänzt werden. Für beide Länder startete die UdSSR mehrere Erdsatelliten, mit beiden wurden Forschungsprogramme mit Höhenraketen durchgeführt. Sowohl mit Frankreich als auch mit Indien wird auf dem Gebiet der Satellitenkommunikation zusammengearbeitet. Mit Frankreich werden seit Anfang der 70er Jahre Versuche mit Molnija-Satelliten durchgeführt. Indien begann Anfang 1983, einen Satelliten vom Typ Stationar zur Verteilung seiner zentralen Fernsehprogramme in alle Teile des Landes zu nutzen. Mit beiden Ländern führte die UdSSR umfangreiche Forschungen mit Meteor-Satelliten und Höhenballonen durch.

Höhepunkte der Kooperation waren aber zweifellos die Arbeiten von JEAN-LOUP CHRÉTIEN und RAKESH SHARMA auf sowjetischen Raumstationen. Dabei ist zu betonen, daß es sich dabei nicht schlechthin um eine Einladung zum „Mitflug“ handelte. Vielmehr wurden hochwertige Forschungsprogramme durchgeführt, die gemeinsam vorbereitet und ausgewählt wurden und einen großen Nutzen für alle beteiligten Länder hatten. Erinnerung sei

z. B. daran, daß eine Kartierung von 40 % des indischen Territoriums erfolgte; auch französische Experimente wie ELMA (Materialwissenschaft) oder ZYTOS (Biologie) erbrachten wichtige neue Erkenntnisse.

Die sowjetisch-französische Raumfahrtkooperation beinhaltet aber noch viele andere Bereiche – es ist unmöglich hier alle zu beschreiben. Nennen wir stellvertretend die französische Beteiligung an sowjetischen Mars- und Venussonden sowie an den Satelliten Prognos und Astron, die gemeinsamen Programme Aureole, Signe und SRET sowie die Entwicklung französischer Experimente und Geräte für sowjetische Biosatelliten und für die Raumstationen Salut 6 und 7. Gerade die sowjetisch-französischen Beziehungen beweisen, daß Raumfahrtkooperation zwischen sozialistischen und kapitalistischen Staaten nicht nur möglich und sinnvoll ist, sondern daß sie für alle Beteiligten Ergebnisse bringen kann, die auf anderem Wege nicht oder wesentlich schwieriger zu erzielen wären.

Von besonderem Nutzen für die gesamte Menschheit könnte natürlich eine breitenentwickelte Raumfahrtkooperation zwischen den beiden führenden Raumfahrtnationen UdSSR und USA sein. Viele Hoffnungen hatten sich an den gemeinsamen sowjetisch-amerikanischen Raumflug Sojus-Apollo im Juli 1975 geknüpft. So schwer es bereits damals war, dieses Projekt zu realisieren, so zeigte sein erfolgreicher Verlauf doch nachhaltig, was trotz unterschiedlicher politischer Anschauungen, technischer Systeme, Normen, Sprachen usw. in relativ kurzer Zeit erreicht werden kann, wenn der politische Wille dazu vorhanden ist. Das darauffolgende Jahrzehnt wurde jedoch von der politischen Führung der USA dazu genutzt, die mühsam aufgebaute Raumfahrtkooperation vollkommen zu zerstören. Alle Abkommen, außer dem zum internationalen Such- und Rettungssystem KOSPAS-SARSAT, sind ausgelaufen, andere gemeinsame Projekte gibt es nicht. So nützlich Gespräche, wie diejenigen sowjetischer und US-amerikanischer Experten über die Perspektive von Marsflügen auch sind – wenn die Erde von Weltraumwaffen der USA bedroht wird, dann muß man die Gutwilligkeit der USA doch stark in Zweifel setzen. Hier sind substantielle Veränderungen in der Haltung geboten, m. a. W. eine positive Reaktion auf den eingangs genannten sowjetischen Vorschlag. Viele Wissenschaftler in den USA fordern dies energisch, nicht zuletzt deshalb, weil sie fürchten, daß sonst immer mehr Züge ohne sie abfahren. Denn der sowjetische Vorschlag stützt sich nicht nur auf die Erfahrungen vergangener Kooperationsprogramme, sondern zugleich auf bereits abgeschlossene Vereinbarungen für neue, höchst attraktive Projekte, die zum Teil bis in das nächste Jahrzehnt hineinreichen und keineswegs nur das INTERKOSMOS-Programm betreffen. So wird die UdSSR bis Ende

1986 mehrere Erderkundungssatelliten starten, Frankreich wird sich an Astron 2 (1987) und an den nächsten beiden sowjetischen Venussonden (1991) beteiligen und wünscht eine zweite Arbeitsmöglichkeit auf einer Salut-Station. Schließlich ist hier unbedingt die Mission zum Marsmond Phobos zu nennen – ein völlig neuartiges Programm der Zusammenarbeit hat die UdSSR hier unterbreitet! Neben sozialistischen Staaten greifen auch Partner in kapitalistischen Ländern zu: Erstmals wird sich die westeuropäische Raumfahrtagentur ESA offiziell beteiligen, von deren Mitgliedsländern wiederum Frankreich die bedeutendste Rolle spielt. Daneben sind vor allem Österreich, Schweden und Finnland sowie einige wissenschaftliche Einrichtungen der BRD zu nennen. Hier wird nicht nur in wissenschaftlich-technischer Hinsicht, sondern auch hinsichtlich der internationalen Zusammenarbeit Neuland betreten. Dieser Schritt ist eine begeisterte und wahrhaft menschenwürdige Alternative zu Welt-raumwaffen und „Sternenkriegen“!

Anschrift der Verfasser:

Doz. Dr. sc. HARALD KUNZE

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Sektion Wirtschaftswissenschaften

Dr. ACHIM ZICKLER

Physikalisch-Technisches Institut Jena

der Akademie der Wissenschaften der DDR

Nina Hager

## Zum Verhältnis von Mensch und Kosmos in der wissenschaftlich-technischen Revolution

Vor bald 30 Jahren startete mit Sputnik 1 der erste von Menschenhand geschaffene kosmische Flugapparat und vor 25 Jahren kam es zum ersten Flug eines Menschen in den Kosmos. In dieser historisch doch relativ recht kurzen Zeit hat die Raumfahrt dazu beigetragen, eine Vielzahl von neuen Erkenntnissen über den Kosmos, die Erde und auch den Menschen selbst zu gewinnen. Gefahren sind entstanden, die aus dem imperialistischen Mißbrauch von Ergebnissen der Wissenschafts- und Technikentwicklung resultieren, der mit aller Konsequenz bekämpft werden muß.

Die aktive Raumfahrt wurde erst auf einem entsprechend hohen Niveau der Entwicklung von Wissenschaft und Technik möglich. Sie ist ein Resultat der wissenschaftlich-technischen Revolution, auch wenn es viele Vorarbeiten gab, und hat zugleich vielfältige Rückwirkungen in diesem revolutionären Prozeß auf die Entwicklung von Wissenschaft und

Technik. Sie erschließt dabei dem Menschen zunächst mit dem erdnahen Weltraum einen neuen Bereich seiner unmittelbaren Tätigkeit.

### Philosophie und Raumfahrt

Die philosophische Forschung hat angesichts der für den gesellschaftlichen Fortschritt bedeutsamen Raumfahrtentwicklung die Aufgabe, deren weltanschaulich-philosophischen Konsequenzen, einschließlich der damit verbundenen Auseinandersetzungen, stärker als bisher zu berücksichtigen. Die marxistisch-leninistische Philosophie ist von der Konstatierung der weltanschaulich-philosophischen Relevanz des Faktes des „Heraustretens“ des Menschen über die Grenzen der Erde, vom allgemeinen Überdenken dieses Ereignisses in der Geschichte der Menschheit zu konkreten sozialphilosophischen Untersuchungen der Probleme der Raumfahrt übergegangen (1, S. 161). Jedoch muß man berücksichtigen, daß philosophische Aussagen über das „Heraustreten“ des Menschen in den kosmischen Raum durchaus keine ein für alle Male gültigen Antworten darauf geben, welche Bedeutung dies unter konkreten historischen Bedingungen für die Stellung des Menschen in der Welt und den gesellschaftlichen Fortschritt hat. Sie müssen wie alle philosophischen Aussagen anhand neuer Entwicklungen in Wissenschaft, Technik usw. geprüft und, wenn notwendig, präzisiert werden, denn in der recht kurzen Entwicklung der aktiven Raumfahrt hat es z. B. Veränderungen der Zielstellungen gegeben, haben sich eine Reihe von Zeitvorstellungen als unrealistisch herausgestellt, gibt es noch immer Forderungen, auf bemannte Raumfahrt unter anderem deshalb zu verzichten, weil sie angeblich inhuman und dabei zugleich ineffektiv sei. Welcher Aspekt der Raumfahrtentwicklung muß unbedingt bei der Beantwortung der weltanschaulichen Grundfrage nach der Stellung des Menschen in der Welt berücksichtigt werden?

Ein spezifischer Aspekt sei hier betrachtet: *Die Veränderungen im Verhältnis des Menschen zum Kosmos* (zur kosmischen Natur), die mehr umfassen als nur die Raumfahrt allein.

URSUL und DRONOW sehen als Gegenstand der philosophischen Forschung, bezogen auf das Verhältnis von Mensch und Kosmos, vor allem die Aufgabe, die allgemeinsten Gesetze der kosmischen Tätigkeit der Gesellschaft aufzudecken (2, S. 3). Damit ist jedoch die Problematik des Verhältnisses von Mensch und Kosmos noch nicht ausreichend gekennzeichnet. Es ist notwendig, diejenigen Tätigkeiten hervorzuheben, die in erster Linie dieses Verhältnis bestimmen und es geht dabei gerade auch um die Wechselbeziehungen von „kosmischen“ und „irdischen“ Tätigkeiten unter Berücksichtigung der entsprechenden Bedingungen, bei denen sie ausgeführt werden.

## Aktive Auseinandersetzung zwischen Mensch und Kosmos

URSUL und DRONOW sehen in der Geschichte der Menschheit verschiedene Etappen im Verhältnis von Mensch und Kosmos, die zunächst dadurch gekennzeichnet sind, daß ein Einfluß des Kosmos schon seit der Entstehung der Menschheit konstatiert werden könne. Zunächst wurden die Sonnenenergie u. a. Faktoren des Kosmos „unbewußt“, spontan genutzt. Erst mit der Nutzung astronomischen Wissens ist es ihrer Meinung nach zu einer bewußten Anwendung von Informationen über den Kosmos gekommen. Im 19. Jahrhundert gab es dann erste Modellierungsversuche von hauptsächlich im Kosmos ablaufenden Prozessen in wissenschaftlichen Laboratorien (Schaffung des Vakuums, magnetischer Kraftfelder, Strahlung usw.) (2, S. 8 f.).

„All das bereitete die Wissenschaft auf die Möglichkeit der aktiveren Nutzung des Wissens über den Kosmos und der Faktoren des Kosmos in der menschlichen Tätigkeit vor, und äußerte sich letzten Endes im Prozeß der Kosmisierung der gesamten geistigen und materiellen Produktion. Die Kosmisierung der menschlichen Tätigkeit bereitete die zweite Richtung der Wechselwirkung von Gesellschaft und Kosmos vor – den Einfluß der Menschheit auf den Kosmos, seine Humanisierung, die die Bezeichnung Eroberung des Kosmos erhielt“ (ebenda, S. 9).

Das Verhältnis des Menschen zum Kosmos war auch in früheren Jahrhunderten zumindestens bzgl. seines geistigen Verhältnisses nicht einseitig, nicht nur passiv. Der Mensch vermag auch heute noch nicht in sichtbarem Ausmaß, die kosmische Natur zu verändern (abgesehen von der „Anreicherung“ des erdnahen Weltraumes mit seinen technischen Produkten einschließlich künstlich erzeugter elektromagnetischer Strahlung).

„Humanisierung des Kosmos“ ist ein großer Anspruch, und von einer „Eroberung“ des Kosmos kann man im Grunde noch gar nicht sprechen. Man mache sich einmal allein die Dimensionen unseres Sonnensystems deutlich!

Die Feststellung einer „Kosmisierung“ menschlicher geistiger Tätigkeit (als historischer Prozeß) gibt allein noch kein qualitativ neues Kennzeichen für die gegenwärtige und zukünftige Entwicklung im Verhältnis des Menschen zum Kosmos. Eine „Kosmisierung“ menschlichen Denkens gibt es – wie viele Autoren unterstreichen – mehr oder weniger schon seit Jahrtausenden, aber eine „Kosmisierung“ der **gesamten** geistigen und praktischen Tätigkeiten der Menschen gibt es auch heute nicht. Es gab und gibt einen Einfluß kosmischer Randbedingungen (Rahmenbedingungen) auf die irdische Natur, ihr Werden und auch die Entwicklung der Menschheit. Dies und die wissenschaftlichen Auffassungen über den Kosmos sowie die

kosmischen Bedingungen in der Raumfahrt sind Aspekte, die die unmittelbare Tätigkeit des Menschen im Kosmos direkt betreffen und mittelbar oder unmittelbar auch auf viele geistige und praktische Tätigkeiten des Menschen auf der Erde wirken. Das darf aber nicht verabsolutiert werden, weil sonst bestimmten Determinationsfaktoren menschlicher Tätigkeit eine einseitige, überzogene Rolle zugemessen wird.

## Kosmos als Herausforderung an das menschliche Denken

In der Geschichte der Menschheit kann man feststellen, daß der Kosmos schon sehr früh, ohne tieferer Erkenntnis zugänglich zu sein, Herausforderung für das Denken der Menschen und zugleich notwendiger Gegenstand ihrer geistigen und damit auch eine Voraussetzung ihrer praktischen Daseinsbewältigung war. Schon der neolithische Mensch sah in „der Stellung der Gestirne zueinander, im wechselnden Aufgang und in der unterschiedlichen Bahn der Sonne . . . einen Zusammenhang mit dem Pflanzenwuchs. Beweise jedenfalls für die Beschäftigung mit diesen Fragen sind die häufigen Sonnen- und Monddarstellungen in der neolithischen Kunst“ (3, S. 30 f.). Natürliche Erscheinungen wurden noch auf das Wirken irrationaler Kräfte zurückgeführt (ebenda).

Die Wurzeln wissenschaftlicher Beschäftigung mit dem Kosmos findet man dann mit der Astronomie schon am Beginn aller Wissenschaften – vor mehreren Jahrtausenden zu einer Zeit, in der noch Mythen und Sagen über die Entstehung der Welt und andere Prozesse als frühe Versuche geistiger Daseinsbewältigung vorherrschten (3 und 4). Damit wird über klar, daß wir eine bewußte geistige Auseinandersetzung mit kosmischen Erscheinungen im Rahmen der Erkenntnisbedingungen und -möglichkeiten der entsprechenden gesellschaftlichen Entwicklungsstufe sehr früh ansetzen müssen; zunächst in Form von Mythen und Sagen, später mittels erster theoretisch-spekulativer Konstruktionen, die zunehmend vorliegendes Material immer häufigerer systematischer Beobachtungen berücksichtigen mußten, ohne daß erstere verschwand (ihre Funktion im Prozeß dieser geistigen Auseinandersetzungen veränderte sich aber offensichtlich). Zugleich war die Erforschung der kosmischen Naturerscheinungen von Anfang an nicht nur ein Bestandteil der Wissenschafts- sondern auch der Technikentwicklung. Sie war wesentlich für Navigation, Landwirtschaft und damit eben auch für praktische Tätigkeiten der Menschen.

Die Weltraumforschung war also in Form der Astronomie schon sehr frühzeitig ein Mittel des Menschen bei seiner geistigen und praktischen Auseinandersetzung mit der Natur; nie allein nur „rein theoretische“ Erkenntnis der Gesetze des Universums, sondern mit direktem Einfluß auf prak-

tisches Handeln von Menschen, ihre zunehmende Herrschaft über die Natur. Sie war dabei stets eingebunden in gesetzmäßige Prozesse der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft. Wenn man also von der „Kosmisierung“ geistiger und praktischer Tätigkeiten spricht, kann diese konsequenterweise nicht auf unser Jahrhundert bzw. die Etappe gesellschaftlicher Entwicklung, in der mit der wissenschaftlich-technischen Revolution die aktive Raumfahrt möglich wurde, beschränkt werden.

### **Eine neue Qualität im Verhältnis von Mensch und Kosmos**

Mit der Raumfahrt entstand aber zumindestens eine neue Qualität im allgemeinen Verhältnis von Mensch und Kosmos: Der Mensch erobert sich einen neuen Bereich seiner Tätigkeit, der ihm bislang nur über Beobachtungen und Modellversuche auf der Erde bzw. über transformierte Wirkungen kosmischer Erscheinungen in irdischen Prozessen und Objekten, teilweise (man denke z. B. an die Einschränkungen für astronomische Beobachtungen von der Erde aus) zugänglich war. Mit der Raumfahrt wird er selbst bzw. stellvertretend über die von ihm geschaffene Technik im Kosmos wirksam und erweitert nach SCHKOLENKO (vgl. 5, S. 317) die Sphäre seiner Wechselwirkung mit der Natur. Damit erlangt er zugleich neue Möglichkeiten der Erkenntnis und Beherrschung objektiv-realer Erscheinungen. Es ist in diesem Zusammenhang unbedingt notwendig, aktuell Realisierbares von den potentiellen Möglichkeiten zukünftiger Entwicklungen abzuheben und nicht zu vergessen, daß es sich bei einer Reihe von Überlegungen zur Raumfahrt, wie sie in der marxistisch-leninistischen philosophischen Literatur anzutreffen sind, um Gedanken über mögliche Resultate einer am Anfang stehenden Entwicklung handelt, zu denen es nicht „automatisch“ oder „zwangsläufig“ kommen wird.

### **Einbeziehung kosmischer Bedingungen in menschliche Tätigkeit**

Naturbedingungen werden im Laufe der Geschichte der Menschheit zunehmend als Objekt der menschlichen Tätigkeit in den Prozeß der Entwicklung der Produktion einbezogen. Das ist ein Prozeß, der niemals abgeschlossen sein kann. War diese Natur bislang im wesentlichen die irdische, die bezogen auf die Naturbedingungen immer umfassender in die unmittelbare Produktionstätigkeit des Menschen eingeht, so ändert sich dies – hinsichtlich einer Reihe kosmischer Naturbedingungen der potentiellen Möglichkeit nach – mit der aktiven Raumfahrt. Ausgewählte Produktionsprozesse werden in der Zukunft in entsprechenden Anlagen im erdnahen Weltraum unter Nutzung kosmischer Naturbedingungen ablaufen, wobei noch vielfältige wissenschaftliche Fragen und technische Probleme

gelöst werden müssen – beispielsweise die Energieversorgung, der Transport großer Mengen von Material, Sicherheitsvorkehrungen bei bemannten Stationen. In diesem Zusammenhang ist dagegen die Frage nach der Nutzung von Rohstoffen von anderen Himmelskörpern noch nicht aktuell, sehr wohl aber Gegenstand prognostischer Überlegungen und wissenschaftlich-phantastischer Zukunftsvorstellungen.

Mit der Raumfahrt vollzieht sich die Entwicklung der Technik, die es dem Menschen gestattet, Teile seiner Produktionstätigkeit in den erdnahen Weltraum zu verlegen. Die Berücksichtigung des erreichten Entwicklungsstandes macht auf einen weiteren wesentlichen Aspekt aufmerksam, der für die Bestimmung des Verhältnisses von Mensch und Kosmos in der wissenschaftlich-technischen Revolution berücksichtigt werden muß. „Es ist von selbst klar, folgt aus der Natur der Sache, daß die Entwicklung des menschlichen Arbeitsvermögens sich besonders zeigt in der Entwicklung des *Arbeitsmittels* oder *Produktionsinstruments*. Es zeigt dies nämlich, in welchem Grade er die Wirkung seiner unmittelbaren Arbeit auf das Natürliche durch das Dazwischenschieben für seine Arbeitszwecke schon zurechtgemachter geregelter und seinem Willen als Leiter unterworfenen Natur erhöht hat“ (6, S. 49). Wie aber betont wurde, steht dieser Prozeß gerade in bezug auf die kosmische Natur erst in den Anfängen.

Das Verhältnis von Mensch und Kosmos in der wissenschaftlich-technischen Revolution wird demnach durch zwei wesentliche Aspekte bestimmt. Diese müssen in der Zukunft genauer untersucht werden. Sie betreffen den **Grad der Beherrschung der kosmischen Natur** und auch den **Stand der Entwicklung der dazu notwendigen Technik**, wobei Naturbeherrschung und Technikentwicklung entsprechende wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen voraussetzen und – was entscheidend ist – sich unter **konkreten gesellschaftlichen Bedingungen** bei jeweiligen gesellschaftlich determinierten Interessen und Zielen vollziehen. Daher kommt es dazu, daß mit der Raumfahrt große Potenzen für die Entwicklung des Verhältnisses von Mensch und Kosmos im Sinne des weiteren gesellschaftlichen Fortschritts entstehen, deren Verwirklichung bestimmte gesellschaftliche Bedingungen erfordert. Das betrifft den Erkenntnis- und Methodenfortschritt auch für Wissenschaften, die traditionell nicht mit der Weltraumforschung verbunden waren, das betrifft damit zugleich den weiteren Ausbau und die Präzisierung unserer wissenschaftlichen Weltanschauung. Es ergeben sich vielfältige Anregungen für „irdische“ Technik und Technologie, für die Möglichkeit einer effektiveren und zugleich humaneren Gestaltung der Mensch-Umwelt-Beziehungen u. a. (7). Schon in der Gegenwart erwächst großer ökonomischer



Nutzen für die Volkswirtschaften zahlreicher Staaten der Erde, werden Bildungsvorhaben, Kommunikation u. a. durch raumfahrttechnische Mittel unterstützt (8). Diese Potenzen können aber nur zur Wirkung gebracht werden, das Verhältnis von Mensch und Kosmos wird nur dann eine Weiterentwicklung erfahren können, wenn es gelingt, eine ausschließlich friedliche Nutzung des Kosmos durch die Menschheit durchzusetzen.

#### Literatur:

- (1) FEDOSSEJEW, P. N.: *Filosofija i naučnoje posnanije*. Moskwa 1981.
- (2) URSUL, A. O.; DRONOW, A. J.: *Kosmonawtika i sozialnaja dejatelnost*. Kischinjew 1985.
- (3) Autorenkollektiv unter der Leitung von F. JURSS: *Geschichte des wissenschaftlichen Denkens im Altertum*. Berlin 1982.
- (4) GEHLHAR, F.: *Kosmologie und Philosophie*. In: *Astronomie und Raumfahrt* 19 (1981). Heft 2.
- (5) SCHKOLENKO, I. A.: *Globalnaja ekologija i kosmonawtika*. In: *Dialektika w naukach o prirodje i tscheloweke*. Trudy III. wsjesojusnogo sowestschanija po filosofskim woprosam, sowremennogo jestjestwosnanija. Tschelowek, obstschewstwo i priroda w wek NTR. Moskwa 1983.
- (6) MARX, K.: *Der Produktionsprozeß des Kapitals*. In: K. Marx/F. Engels. Gesamtausgabe (MEGA). 2. Abteilung. Bd. 3. Berlin 1976.
- (7) MIELKE, H.: *Raumfahrt heute. Ergebnisse, Tendenzen, Projekte*. Berlin 1984.
- (8) KNUTH, R.: *UNISPACE 82 – Aktivitäten, Ergebnisse und erste Schritte der Umsetzung*. In: *Aktuelle Probleme der Raumfahrt. Wissenschaftliche Beiträge der Friedrich-Schiller-Universität Jena*. Jena 1985.

Anschrift des Verfassers:

**Dr. phil. NINA HAGER**

**Akademie der Wissenschaften der DDR**

**Zentralinstitut für Philosophie**

**DDR - 1080 Berlin**

**Otto-Nuschke-Straße 10/11**

**Hans-Dieter Naumann**

## Entwicklung und Zukunft der Raumstationen

Die bemannte Raumstation (Orbitalstation, Erdaußenstation) wurde nicht nur bereits von den Raumfahrtpionieren als Hauptträger künftiger bemannter Raumfahrt im erdnahen Bereich erkannt, sondern auch von den bemannte Raumfahrt betreibenden Nationen nach praktisch erwiesener Lebens- und Arbeitsfähigkeit des Menschen im All zur Hauptzielrichtung ihrer Programme erklärt. In der Sowjetunion wurde die Verwirklichung dieses Zieles mit Indienststellung der SOJUS-Raumschiffe kontinuierlich verfolgt. In den USA fiel dieses Ziel zunächst dem aus Prestigegründen vorrangig betriebenen APOLLO-Mondflugprogramm, später dem ökonomisch motivierten Zwang zur Beschränkung der Entwicklung auf ein Projekt, der zwangsläufig zur Bevorzugung des Raumtransportsystems

führen mußte, zum Opfer. Die Raumstation SKYLAB bildete ein „Abfallprodukt“ des nicht voll realisierten APOLLO-Projektes und als solches ein isoliertes Unternehmen ohne planmäßiges Forschungsvorfeld und ohne Nachwirkungen auf die amerikanische oder internationale Raumfahrtentwicklung. Es ist damit in keinen kontinuierlichen Entwicklungsweg einzuordnen.

#### Historisches

Ideen und Projekte für Raumstationen entstanden schon um die Jahrhundertwende bei den Raumfahrtpionieren der 1. Generation, wie ZIOLKOWSKI. Den ersten detaillierten Vorschlag publizierte 1928 der Tscheche Potocnik (Pseudonym Hermann Noordung) in seinem Buch „Das Problem der Befahrung des Weltraumes“. Das hier vorgeschlagene „Wohnrad“ enthielt bereits alles, was auch aus heutiger Sicht für den Betrieb künftiger Raumstationen erforderlich ist: Versorgungs-, Arbeits- und Wohnräume, Forschungsanlagen und Energieversorgung. Wege zur Realisierung zeigte allerdings Noordung nicht auf. Erst 1948 untersuchten die Engländer H. E. ROSE und R. A. SMITH diese Frage und kamen auf Grund ihrer energetischen Berechnungen zu der Schlußfolgerung, daß eine Montage einzeln gestarteter Teile im Orbit der optimale und einzig gangbare Weg sei.

Anfang der fünfziger Jahre entstand eine Vielzahl von Projekten und Vorschlägen, die auf unterschiedlichen Formen und Konstruktionen beruhten. Bei Dominanz rad-, paraboloid- und linsenförmiger Systeme wurden auch kugel-, zylinder- und zigarrenförmige Stationen vorgeschlagen, wobei das Projekt des Amerikaners D. ROMICK einer 300×900 m großen „Zigarre“ für 20 000 Menschen das wohl gigantischste war.

Unter den Projekten dieser Zeit sind zwei hervorzuheben. Zum einen ist es das 1952 publizierte „Wohnrad“ von W. v. BRAUN, das bei 75 m Durchmesser 80 Menschen Platz bieten sollte und im wesentlichen auf Noordungs Ideen aufbaute. Die Bedeutung dieses Projektes ist vor allem darin zu sehen, „daß viele bereits bekannte Prinzipien und Lösungswege unter Berücksichtigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in außerordentlich detaillierter Form auch im konkreten Projekt angewendet und wirklich alles konzipiert und durchgerechnet wurde...“ (1). Ein zweites erwähnenswertes Projekt stammte von A. STERNFELD. Es zeichnete sich dadurch aus, daß es nicht von einem den meisten Vorschlägen anhaftenden Gigantismus ausging, sondern den Faktor der für die ersten Raumfahrtdezennien zwangsläufig zu erwartenden Grenzen der Raumfahrt am meisten einkalkulierte. Sowohl die Dimensionen seines Projektes als auch der Aufbau sind von hohen ökonomischen Denkweisen geprägt. STERNFELD schlug relativ autarke, zylinderförmige Baukomponenten von 8×4 bis

4×12 m vor, die im wesentlichen auf leergebrannten oberen Raketenstufen aufbauten und bedarfsweise gebündelt werden sollten.

Wir wissen heute, daß – obwohl viele der seinerzeitigen Vorschläge bereits genutzt werden – die Entwicklung der Raumstationen sich bisher nicht an diesen Vorschlägen orientiert hat und können auch bereits für die nächste Generation absehen, daß sie ganz anders aussehen wird, als man es sich vor einigen Jahren vorstellte.

### Raumstationen der ersten Generation

Bisher wurden 8 bemannte Raumstationen gestartet, neben der genannten SKYLAB-Station der USA 7 sowjetische SALUT-Stationen. Die SALUT-Stationen ergeben unter Einbeziehung angekoppelter SOJUS-Transportraumschiffe in den Stationskomplex bei Gesamtlängen bis zu 36 m Gesamtmassen bis zu 45,7 t bei Druckkabinenvolumina bis zu 150 m<sup>3</sup>. Für die Versorgung mit Nachschubgütern durch PROGRESS-Raumschiffe ergab sich eine Startfrequenz von ca. 150 Manntagen<sup>1</sup>.

Allen bisherigen Raumstationen ist eigen, daß sie – unter Anwendung des leider nicht klar definierten Generationsbegriffs in seinem in Wissenschaft und Technik üblichen Gebrauch, der neue Generationen an die Nutzung neuer Wirk-, Konstruktions- und/oder Verfahrensprinzipien bindet –, Raumstationen einer 1. Generation verkörpern<sup>2</sup>. Wichtigste Generationsmerkmale sind:

- Kompaktbauweise als definitives Grundmerkmal
- Start mit einem Raumtransportvorgang
- Eignung für kurz- bis mittelfristige Flüge kleiner Besatzungen (2...3 Mann) sowie kurzzeitige Flüge auch höherer Besatzungen bis zu 6 Mann
- keine bzw. begrenzte externe Versorgungsleistungen für modulare Erweiterungen.

Das von der UdSSR mit SALUT geschaffene „kosmische Systemkonzept“ stellt in diesem Rahmen eine nahezu optimale Lösung in der bisherigen und gegenwärtigen Entwicklungsetappe dar, das auch für die nächsten Jahre noch für zahlreiche Belange von Bestand ist. In die Entwicklungsgeschichte sind diese Stationen als „Prototyp der permanent funktionierenden Orbitalkomplexe der Zukunft“ einzuordnen (4).

### Raumstationen der zweiten Generation

Der Trend geht jedoch in den 90er Jahren zu höheren Besetzungszahlen, ständiger Besetzung, höherer Flexibilität beim Besatzungswechsel und kurz-

<sup>1</sup> Manntage = Zahl der Mitglieder einer Besatzung mal Flugtage.

<sup>2</sup> Die von vornherein konzipierte, aus technischen Gründen erst bei SALUT 6 eingeführte Anordnung zweier Kopplungsstützen stellt eine kontinuierliche Weiterentwicklung innerhalb einer Generation dar, rechtfertigt aber nicht, bei SALUT 6 und 7 von einer entwicklungsgeschichtlich neuen Generation zu sprechen, wie es oberflächlich vielfach dargestellt wird.

zeitigem Spezialisteneinsatz an Bord sowie erweiterter Nutzbarkeit. In Prognosen der 60er Jahre wurden bereits für die 70er (2) bzw. die 80er Jahre (3) Stationen mit 10 Mann Besatzung und darüber vorausgesagt. Diese Prognosen werden sich erst in den 90er Jahren zu realisieren beginnen, wenn Raumstationen einer echt neuen Generation geschaffen werden. Kennzeichnend für diese neue Generation wird die modulare Bauweise sein, wie sie für die amerikanische SPACE STATION vorgesehen ist. Auch zahlreiche Äußerungen sowjetischer Wissenschaftlicher orientieren auf Modularstationen, wobei eine Zwischenlösung zwischen SALUT und einer großen Modulstation denkbar ist (siehe z. B. (5)).

### Was ist eine modulare Raumstation?

Die Modulbauweise ist ein heute in der Technik grundlegendes Konstruktions- und Konzeptionsprinzip, das in den dreißiger Jahren im Maschinenbau geboren wurde und heute z. B. die gesamte Informationselektronik beherrscht. Als Modul wird allgemein eine konstruktive Einheit bezeichnet, die mechanisch nicht mehr zerstörungsfrei teilbar ist und deren selbständige und abgegrenzte Funktion sich nur innerhalb eines Gesamtsystems vollzieht<sup>3</sup>. Es gibt keine Gründe dafür, diese Definition nicht auch in die Raumfahrttechnik zu übernehmen.

Die Modulbauweise wird durch folgende Aspekte charakterisiert<sup>4</sup>:

1. Eine modulare Raumstation besteht immer aus mehreren Bausteinen, von denen jeder eine bestimmte Funktion ausführt.
2. Die Formen der Module werden so gewählt, daß verschiedenartige Baueinheiten zu einer Raumstation zusammengesetzt werden können und sich eine funktionelle Vielfalt der Nutzung durch verschiedenartige Kombinationen erreichen läßt.
3. Der Modulaustausch erfolgt dynamisch, d. h. im Betriebszustand ohne Unterbrechung der Gesamtfunktion.
4. Die Grundkonstruktion der Module wird so gewählt, daß sich Funktionen und Ausstattung unterschiedlichen Aufgaben anpassen lassen.

Für eine modulare Raumstation können zwei Gruppen von Modulen unterschieden werden.

1. **Betriebsmodule:** Sie dienen der Wahrnehmung aller Funktionen, die für den langzeitigen Be-

<sup>3</sup> Es ist darauf hinzuweisen, daß es sich bei KOSMOS 1267 und 1443 nicht um Raumstationsmodule handelte und bei ihrer Kopplung mit SALUT der Gesamtkomplex nicht zur modularen Raumstation wurde. Beide KOSMOS-Satelliten stellten spezielle experimentelle Test- und Transportraumschiffe dar, die darüber hinaus vor allem auch zum Studium des Verhaltens großer linearer Strukturen im Orbit dienten (4).

<sup>4</sup> Es ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen, daß in eine Modulstation Module integriert sind, die an Bord der Station instrumentiert werden und für bestimmte Zwecke einen zeitweiligen Freiflug ausüben.

trieb der Station erforderlich sind. Dazu gehören insbesondere Energieversorgung, Steuerung, Kommunikation und bordeigene Datenverarbeitung, aber auch die Wohn- und Sanitärkomplexe, das gesamte Lebenserhaltungssystem sowie die Koppelaggregate und Übergangssektionen.

2. **Applikationsmodule:** Sie dienen den unterschiedlichen Einsatzzwecken der Station und können stark spezialisiert oder auch multivalent einsetzbar konzipiert sein.

Der Aufbau einer solchen Station erfordert genormte Schnittstellen („Stations-Interface“). Sie ermöglichen es, Module verschiedener Hersteller zu integrieren, was z. B. für eine internationale Zusammenarbeit neue Akzente setzt.

Der Vorteil einer Modulstation besteht u. a. darin, jederzeit durch Auswechseln oder Hinzufügen von Modulen bei vergleichsweise niedrigem Aufwand die Stationen auf den neuesten Stand zu bringen oder ohne kompletten Stationswechsel an neue Aufgaben anpassen zu können. Nicht zu übersehen ist, daß die Trennung von Wohn- und Arbeitsbereichen auch verbesserte Arbeitsbedingungen für die Besatzungen ergibt. Schließlich bietet eine solche Station günstigere Voraussetzungen für raumfahrttechnologische Prozesse, wie Satellitenreparatur und -montage, Satellitenstarts sowie „Zwischenlagerfunktionen“ für spätere höherfliegende Stationen.

Auf- und Ausbau modularer Stationen können nur schrittweise erfolgen. Die konzeptionelle Vorbereitung verlangt weite Voraussicht, da planmäßige und operative Erweiterungen über zunächst wenigstens ein Jahrzehnt einzukalkulieren sind. Die Ausstattung der Module erfolgt in maximal möglichem Umfang auf der Erde, um den Montageaufwand im Orbit möglichst gering zu halten. Aus gleichem Grund muß der „Grundaufbau“ weitestgehend automatisch zusammengekoppelt werden. Damit sind zwei gewichtige Nachteile eines streng modularisierten Konzepts – zumindest beim derzeitigen Stand der Raumfahrttechnik – angesprochen: Es erfordert einen relativ hohen Start- und kosmischen Montageaufwand mit umfangreicher Außenbordtätigkeit. Deshalb erscheint unter raumfahrttechnischen und -technologischen Gesichtspunkten sowie Aspekten der Ökonomie und auch Raumfliegerbelastung ein dritter Weg als optimal, der mit dem Begriff Hybridstation charakterisiert werden kann und dadurch gekennzeichnet ist, daß er die Vorteile der Modultechnik für Anwendung und Einsatz der Station mit denen der Kompakttechnik hinsichtlich des Starts möglichst großer vorgefertigter Einheiten verbindet. Dabei werden die als Betriebsmodule bezeichneten Einheiten zu einer kompakten, autark funktionsfähigen Basisstation zusammengefaßt, die gleichzeitig für die Versorgungslei-

stungen für anzukoppelnde Applikationsmodule konzipiert ist. Diese Variante verlangt leistungsstarke Träger für etwa 100...150 Tonnen Nutzmasse in erdnahen Umlaufbahnen, woran die UdSSR arbeitet. Sowohl dieser Tatbestand als auch der bisherige Entwicklungsweg der sowjetischen Raumstationen und die Bekanntgaben sowjetischer Wissenschaftler zu künftigen Raumstationsplänen deuten darauf hin, daß in der UdSSR einem derartigen Hybridkonzept für die nächste Generation der Vorzug vor einem totalen Modulkonzept gegeben wird.

### **Wozu brauchen die USA eine Raumstation?**

Zeitlich wird eine neue Generation von Raumstationen die 90er Jahre kennzeichnen. Ihre Umlaufbahnen liegen im erdnahen Bereich. Geostationäre Stationen sind erst nach der Jahrtausendwende zu erwarten und derzeit konzeptionell noch nicht fixiert. In der UdSSR kann auf einen langen, kontinuierlich und systematisch beschrifteten Entwicklungsweg und Erfahrungsschatz aufgebaut werden, in den sich auch der Übergang zu einer neuen Generation systematisch einordnen wird, gleichwie, welcher konzeptionelle Weg beschriftet wird.

Für die USA stellt die am 25. 1. 1984 durch Präsident REAGAN veranlaßte Schaffung einer bemannten Raumstation Anfang der 90er Jahre zunächst ein Novum dar, das allerdings nur bei oberflächlicher Betrachtung ein „Überbordwerfen“ der bisherigen Konzeption ihrer bemannten Raumfahrt ist. Dieser Beschluß resultiert vielmehr aus 3 offenkundigen Tatbeständen:

1. der auch in den USA seit langem bestehenden und nie dementierten Erkenntnis, daß es für die weitere Erforschung, Erschließung und Nutzung des Weltraumes zu einer ständig bemannten Raumstation keine Alternative gibt,
2. der überzeugenden Beweiskraft des sowjetischen SALUT-SOJUS-PROGRESS-Konzeptes für Objektivität und Richtigkeit dieser Erkenntnis,
3. den von Flug zu Flug offenkundiger gewordenen Grenzen eines bemannten Raumfahrtprogrammes, das nur auf einem für Kurzzeitflüge ausgelegten Raumtransportsystem aufbaut.

Lange vor REAGANS Raumstations-Auftrag an die NASA und auch vor seinem Startschuß zum SDI-Projekt gaben, die USA-Militärs ihren Plan zur Schaffung eines „Space Operations Centre“ (SOC) als Feldherrnhügel im Kosmos Anfang der 90er Jahre bekannt. Ihm war und ist eine Schlüsselrolle bei allen terrestrischen und kosmischen Rüstungsplänen zgedacht, indem von hier aus Lenkung und Leitung, Koordinierung und Überwachung aller militärischen Operationen und Potentiale im Weltall und zum großen Teil auch auf der Erde erfolgen sollen. Pläne entstanden hierzu bei der US-Air-Force schon im März 1982, Vorschläge an die Regierung gemeinsam mit der NASA (!) im Mai 1983.

Auch eine Planungsrichtlinie der NASA für die Raumstation vom Mai 1982 nennt das Pentagon als Hauptnutzer. Betrachtet man schließlich Zielvorgaben beider Projekte, ist kaum übersehbar, daß NASA-SPACE-STATION und SOC identisch sind. Damit ist den genannten Motivationen eine vierte als Hauptmotiv hinzuzufügen: Die Notwendigkeit einer Raumstation für die ständige militärische Präsentation der USA im All. Damit ist ferner klar abgesteckt, daß der Raumstation der zivilen Raumfahrtbehörde der USA ein völlig analoges Schicksal beschieden ist wie dem SPACE SHUTTLE: eine vorrangig militärische Nutzung.

#### Literatur:

- (1) KUNZE, H.: **Wie baut man eine Raumstation?** - Fliegerrevue, (1983) 12, S. 562-563.
- (2) HETTNER, O.: **50 Jahre Zukunft.** Mosaik-Verlag, Hamburg, 1966.
- (3) MARQUART, K.: **Raumstationen.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 2. Auflage 1985.
- (4) SUWOROW, W.: **Salut auf der Umlaufbahn.** APN-Verlag, Moskau 1985.
- (5) **UdSSR orientiert auf große Orbitalkomplexe.** In: ND 14./15. 1. 1985, S. 1.

Anschrift des Verfassers:

**HANS-DIETER NAUMANN**

8142 Radeberg

Straße der Thälmann-Pioniere 19

Joachim Stier

## Politik im Astronomieunterricht

Zu den Aufgaben des Lehrers wird es immer gehören, den Lehrplan tiefgründig zu studieren, nach bestem Wissen und mit voller Verantwortlichkeit zu interpretieren sowie fachlich, politisch und erzieherisch aktuelle Akzente zu setzen, also mit dem Plan schöpferisch zu arbeiten.

Das fordert vom Lehrer

- einen soliden Einblick in neue, für die Allgemeinbildung bedeutsame Erkenntnisse der Astronomie,
- das Vertrautsein mit wichtigen Ereignissen der Raumfahrt und deren gesellschaftlicher Zielstellung sowie
- konsequente Parteilichkeit beim Werten der Zielstellung der Raumfahrt und der Nutzung ihrer Ergebnisse durch die Gesellschaft.

Es ist nur natürlich, daß vor dem Hintergrund der aktuellen Ereignisse in der Welt und der atomaren Bedrohung durch den USA-Imperialismus die Notwendigkeit wächst, den Schülern die Schönheit und Einmaligkeit, besonders auch die Schutzbedürftigkeit unseres Planeten Erde bewußt zu machen. Das steht zwar nicht ausdrücklich im Lehrplan, muß aber in unserem Unterricht immer Leitgedanke sein!

In der Einführung und beim Vergleich *Erde/Mond* bietet sich das an. Beim *Planetensystem* (1.4.1.) läßt sich mit einem Satz darauf Bezug nehmen, daß der **Erde als einzigem belebten Planeten im Sonnensystem** durchaus eine Sonderstellung zukommt, nicht aber hinsichtlich ihrer Position und Bewegungen. In der Folgestunde, wenn wir über die Ergebnisse der Raumfahrt bei der Erforschung der Planeten sprechen und den Bereich, in dem Leben möglich ist (1.4.2.), sollten die Einmaligkeit unserer kosmischen Heimat und die Konsequenzen, die sich für die Menschheit daraus ergeben, deutlich herausgearbeitet werden. Bei der Auswirkung der solaren Strahlung auf die Erde (2.1.2.) kann der Gedanke wieder anklingen: Der Kampf um die friedliche Nutzung der Raumfahrt und des Kosmos hat das Ziel, die natürlichen Bedingungen in der Erdatmosphäre zu erhalten und nicht zuzulassen, daß sie durch nukleare und chemische Einwirkungen in einem Krieg zerstört werden. In den abschließenden *Systematisierungsstunden* sollten wir unser Anliegen noch einmal in aller Klarheit formulieren: **Wir alle tragen Verantwortung für die weitere Bewohnbarkeit der Erde und den Fortbestand der Menschheit!**

Der Generalsekretär der SED, Genosse Erich HONECKER, sagte auf der 10. Tagung des ZK in Vorbereitung des XI. Parteitag: *„Der Frieden ist das kostbarste Gut der Menschheit, seine Verteidigung, seine Bewahrung sind die wichtigste Aufgabe der Gegenwart. Davon geht unsere Partei in ihrer Politik aus, und gerade dies wird auch die Aktivitäten zur Vorbereitung unseres XI. Parteitages in hohem Maße beeinflussen.“*

Kommt das auch in unserem Astronomieunterricht zum Ausdruck?

Ich meine; daß wir gerade aus unserer ganz persönlichen Mitverantwortung für die Erhaltung des Friedens in unserem Unterricht nicht an der Auseinandersetzung mit den REAGANSchen Sternenkriegsplänen vorbeigehen können, auf die zu verzichten der Präsident der USA auch auf dem Genfer Gipfeltreffen noch nicht bereit war (1; 2; 3; 4). Erfahrungsgemäß haben Jugendliche zu technischen und politischen Problemen der Raumfahrt viele Fragen. Da es um die Militarisierung des Weltraumes und damit um die unmittelbare Bedrohung des Lebens auf der Erde überhaupt geht, ist vor allem vom Astronomielehrer zu erwarten, daß er persönlich Stellung bezieht und durch seinen Unterricht entscheidend dazu beiträgt, den propagandistischen Rauchvorhang der REAGAN, BUSH, WEINBERGER und ihrer NATO-Parteigänger zu zerreißen. Wir haben den Jugendlichen damit zu helfen, das *Wesen des SDI-Programmes* zu begreifen und es als Teil der US-amerikanischen Erstschlagsstrategie zu erkennen.

Unsere Zeit im Astronomieunterricht ist knapp;

aber dieses Anliegen läßt sich nicht mit wenigen Sätzen erfüllen. Wenn sich auch mehrere Ansatzpunkte anbieten, halte ich doch die *UE 1.4.4.* für den günstigsten, zumal dort vom Lehrplan vorgegeben ist, sich im Astronomieunterricht mit den menschenheitsgefährdenden Plänen imperialistischer Kräfte auf dem Gebiet der Raumfahrt auseinanderzusetzen.

Zwei Stunden stehen uns für die Behandlung der *künstlichen Kleinkörper* zur Verfügung. In der ersten behandle ich nach wie vor die Entwicklung der Raumfahrt, bedeutende Ersterfolge, wichtige Aufgaben und die Zusammenhänge zwischen Aufgaben und Bahnen von Raumflugkörpern. Die Stunde schließe ich mit wissenschaftlich-technischen Problemen ab, z. B. mit einer Gegenüberstellung der sowjetischen *Salut-Sojus-Progress-Technik* und ihren Langzeitaufgaben einerseits sowie der amerikanischen *Shuttle-Technik* andererseits. Als Hausaufgabe erhalten meine Schüler den Auftrag, zwei bis drei möglichst aktuelle Beispiele stichwortartig zu skizzieren, durch die friedlicher Charakter der Raumfahrt und völkerverbindende Zusammenarbeit dokumentiert werden können.

Die *zweite Stunde* widme ich ausschließlich den *politischen* und *ökonomischen* Problemen.

Im Fach Staatsbürgerkunde (SE 8.2. „Recht und Pflicht zum Schutz und zur Verteidigung des sozialistischen Vaterlandes“) bzw. im FDJ-Studienjahr haben die Schüler u. a. darüber diskutiert, daß nicht das Gewehr an sich gut oder schlecht ist, sondern stets das Ziel, dem sein Einsatz dient. Im Wehrunterricht wird in der SE 10.2. („Das Verhältnis Mensch und Technik in der sozialistischen Wehrkoalition“) eine ähnliche Thematik erörtert. Darauf kann ich aufbauen.

Ich beginne deshalb die Stunde mit der gemeinsamen Überlegung:

„Stimmt die folgende These: ‚Die Raumfahrt selbst ist weder gut noch böse. Zielsetzungen der Raumfahrt und Nutzung ihrer Ergebnisse sind von der Gesellschaftsordnung abhängig. Der Einsatz der Raumfahrt dient sowohl im Sozialismus als auch im Kapitalismus den Zielen und Interessen der jeweils herrschenden Klasse.‘“

Das gibt zugleich eine eindeutige Einstimmung auf das politische Anliegen der Stunde.

Nachdem Schüler mit Fakten aus dem Geschichts-, Staatsbürgerkunde- und Wehrunterricht, z. T. auch aus Fernsehsendungen die Richtigkeit jedes Teils der These ausreichend belegt haben, lasse ich Beispiele aus der Hausaufgabe vortragen. Gegenwärtig überwiegen Aussagen zur derzeitigen Nutzung der *Salut-Raumstation* und zum *VEGA-Programm*. Um Schwarzweißmalerei auszuschließen fordere ich auch Beispiele aus dem kapitalistischen System. Das ermöglicht mir anschließend, am Beispiel des ursprünglich vorgesehenen an-

spruchsvollen Programms amerikanischer Wissenschaftler zur Erforschung des *Halleyschen Kometen*, dessen Finanzierung jedoch zugunsten militärischer Vorhaben der USA gestrichen wurde, die Differenziertheit der Interessen an der Raumfahrt im imperialistischen Staat und die Macht des aggressivsten Teils der dort herrschenden Klasse, des militärisch-industriellen Komplexes, ins Gedächtnis der Schüler zurückzurufen.<sup>1</sup>

Hier ergeben sich auch Fragen der Schüler, was eigentlich unter der „Militarisierung des Welt-raumes“, „Weltraumrüstung“ oder den *REAGAN-schen „Sternenkriegsplänen“* zu verstehen ist, was sich hinter „SDI“ verbirgt, warum diese Pläne für die Menschheit so gefährlich sind und wir mit allen Mitteln versuchen, ihre Realisierung zu verhindern (5).

Für die Planung dieses Stundenabschnittes spielen das Lehrer-Schüler-Verhältnis, die Aufgeschlossenheit der Klasse und die Gewöhnung der Jugendlichen an solche Aussprachen eine ebenso wesentliche Rolle wie die Fähigkeit des Lehrers zu straffer Gesprächsführung, die ein Ausufern der Diskussion nicht zuläßt.

Auf alle Fälle muß durch die gemeinsame Erörterung (keinesfalls Lehrervortrag!) Klarheit der Schüler über folgende Inhalte erreicht werden:

- Das *SDI-Programm* umfaßt ein ganzes System von Waffen (Raketen, Laser, Trägermittel usw.) und Leitsystemen, das schlagartig wichtige sowjetische Satelliten vernichten soll, um die *UdSSR* „blind, taub und stumm“ zu machen. Das aber ist *Erstschlagsstrategie!* Zur Begründung des *SDI-Programms* wird der Sowjetunion die Absicht eines Nuklearangriffs auf die USA unterstellt, obwohl die Sowjetunion vor den Vereinten Nationen feierlich auf den Ersteinsatz von Atomwaffen verzichtet hat – im Gegensatz zu den USA, die sich diesen noch immer ausdrücklich vorbehalten. Die angebliche Befürchtung eines sowjetischen Kernwaffenangriffs ist pure Verleumdung, da die *UdSSR* nachgewiesenermaßen seit ihrer Geburtsstunde noch keine Verpflichtung gebrochen oder unterlaufen hat, die sie je übernahm – ebenfalls ganz im Gegensatz zu den USA.
- Die *SDI-Maßnahmen* sollen den USA die Möglichkeit eröffnen, gegen die Sowjetunion den ersten, den „atomaren Enthauptungsschlag“ ungestraft zu führen, d. h. ohne einen entsprechenden Gegenschlag fürchten zu müssen. *SDI*, „Strategische Verteidigungs-(Defensiv-)Initiative“, ist eine der üblichen US-amerikanischen demagogischen Unwahrheiten, die ihren ag-

<sup>1</sup> Bezug zu Staatsbürgerkunde Kl. 10, SE 1.3. und 1.4. (Lehrbuch Staatsbürgerkunde Kl. 10, S. 28 f.)

gressiven Charakter bei der Einordnung in die Gesamtstrategie des Pentagon offenbart.

Deshalb ist es notwendig, solche bewußte Irreführung der Menschheit zu durchschauen und zu entlarven.

- Jeder Fortschritt im Kampf gegen die Verwirklichung dieser verbrecherischen Pläne (6) liegt in unserem eigenen Interesse, da er die Belastung durch die Vorbereitung geeigneter Gegenmaßnahmen vermindert. Es liegt gleichermaßen im Interesse der gesamten Menschheit, weil Fortschritte im Kampf gegen die Militarisierung des Weltraums gigantische finanzielle, materielle und geistige Aufwendungen für die Rüstung reduzieren helfen, die verschärfte soziale Lage der Völker entspannen und ein wesentlicher Schritt zur Verhinderung der atomaren Weltvernichtung sind.

Es ist ratsam, daß die Zusammenfassung der Diskussion durch den Lehrer erfolgt. Er sollte die Ergebnisse präzisieren, dabei den Jugendlichen helfen, die gewonnenen Einsichten zu vertiefen und so späterem Handeln Motiv und Richtung zu geben.

Ich betrachte die emotionalen Ergebnisse und die Erkenntnisse aus dieser Stunde als fachspezifischen Beitrag zur Herausarbeitung der Einsicht der Schüler in die Notwendigkeit des Kampfes um die Erhaltung des Friedens, der Wissen voraussetzt und bewußtes Handeln jedes einzelnen erfordert.

#### Literatur:

- (1) SCHNITZLER, K. E. v.: S.D.I. In: Freie Welt 13/1985.
- (2) SCHREIBER, WILFRIED: Gibt es für einen „Krieg der Sterne“ technische und finanzielle Grenzen? In: *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 4.
- (3) GORBATSCHOW, MICHAÏL: Erklärung zu den Ergebnissen des Gipfeltreffens. In: *Neues Deutschland* vom 22. 11. 1985.
- (4) HONECKER, ERICH: Zu den Ergebnissen des Genfer Gipfels. In: *Neues Deutschland* vom 23./24. 11. 1985.
- (5) MICHAÏL GORBATSCHOW antwortet auf Fragen der USA-Zeitschrift Time. In: *Neues Deutschland* vom 2. 9. 1985.
- (6) Können wir die SDI-Strategie der USA stoppen? In: *Deutsche Lehrerzeitung* 36/1985.

Anschrift des Verfassers:

OL JOACHIM STIER

Schulsternwarte „Roter Oktober“

9803 Mylau/Vogtl.

Ernst-Thälmann-Straße 60

## Forum

# Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup>

ROLF BAHLER, Neetzow

Zu Fragen der Aktivierung der Schüler durch eine effektive Gestaltung des Astronomieunterrichts ist

in unserer Fachzeitschrift im Verlaufe der vergangenen zehn Jahre schon mehrfach Stellung bezogen worden. Die wachsenden Anforderungen an die Menschen an der Schwelle in ein neues Jahrtausend lassen im Vorfeld des XI. Parteitages der SED die Notwendigkeit entstehen, über diesen Themenkomplex aus veränderter Sicht erneut nachzudenken. Dabei sind meines Erachtens folgende Grundpositionen stärker in den Mittelpunkt zu rücken:

- die Schüler unserer heutigen 10. Klassen sind selbstbewußter und kritischer geworden,
- die Schüler besitzen über Astronomie und Raumfahrt in starkem Maße Vorkenntnisse, Halbwahrheiten, wahre und falsche Vorstellungen aus Literatur, populärwissenschaftlichen Zeitschriften oder Massenmedien, die motivierend wirken, aber auch die Wissensaneignung behindern können.

Diese Besonderheiten müssen bei der Planungsarbeit in unserem Fach ständig beachtet werden. Eine überaus wichtige Bedingung für erfolgreiche Arbeit in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup> ist – das besagt auch die eigene Erfahrung – ein gutes Lehrer-Schüler-Verhältnis. Die Schüler akzeptieren besonders den Lehrer, der sich in sehr starkem Maße als Partner der Schüler zu erkennen gibt, die Probleme und Fragen der Schüler ernst nimmt, sich um Antworten bemüht, die Schüler die Antwortfindung aktiv erleben läßt.

Die Astronomie wird von den Schülern nicht nur als eine sehr alte, sondern als interessante, aber auch extrem schwierige Wissenschaft verstanden. Tatsächlich macht uns die Wissensexplosion in der Astronomie sehr zu schaffen, da nicht alle aktuellen und für die Schüler interessanten neuen Erkenntnisse erörtert werden können. Das erfordert auszuwählen, Überblick zu haben, die Wissenschaft zu verfolgen.

In den letzten Jahren habe ich häufiger als früher zu Beginn einer Astronomiestunde auf die Leistungskontrolle verzichtet und dafür „Minuten der Frage und Antwort“ eingerichtet. Von großem Interesse sind immer wieder Fragen des Vergleichs der Planeten des Planetensystems, zum Vorhandensein anderer Planetensysteme, zur Existenz von Lebensformen im Universum, zum Entwicklungsweg der Sonne oder zu Entwicklungsprozessen im Weltall. Immer wieder bin ich beeindruckt, mit welcher Ernsthaftigkeit diese Probleme, die oftmals schon philosophische Bereiche tangieren, von den Schülern vorgebracht werden. Nicht alle gestellten Fragen wurden dann in der betreffenden Stunde beantwortet. Einige Probleme wurden in andere Stunden eingeordnet, so daß für spätere Stunden schon

<sup>1</sup> s. KLEIN, P.: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde. In: *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 6.

eine Motivation gegeben war; andere Fragen gab ich den Schülern als langfristige Aufträge zur eigenen Beantwortung mit auf den Weg. Zunächst hatte ich die Befürchtung, daß durch dieses Vorgehen wichtige Unterrichtszeit verlorengehen könnte. Ich mußte jedoch feststellen, daß dieser scheinbare Zeitverlust durch das geweckte Interesse der Schüler und die damit verbundene stärkere geistige Aktivität mehr als wettgemacht wurde. An der breiten Palette der Fragen sind durchaus nicht nur die leistungsstarken Schüler beteiligt; sie sind jedoch gleichzeitig aufgefordert, die Fragen ihrer Mitschüler beantworten zu helfen. Diese so geplanten Stunden zeichneten sich durchweg durch sehr gute Mitarbeit der Schüler (häufiges Melden, gute Qualität der Schülerantworten) und gute Disziplin aus.

Das methodische Vorgehen muß im Vorfeld einer jeden Stunde immer wieder sehr konkret geplant werden. Es ist dabei durchaus wichtig zu wissen, ob man Astronomie in einer ersten, dritten oder sechsten Stunde erteilt, ob die Klasse an diesem Tage schon schwierige Arbeiten bewältigt hat oder noch bewältigen wird. Zu Stundenbeginn sollte immer versucht werden, ein über die ganze Stunde reichendes Spannungsfeld aufzubauen. So gebe ich den Schülern u. a. langfristige Aufträge, auf die ich dann zurückgreife. In Vorbereitung der Stunde „Der Erdmond“ erteilte ich drei Wochen vorher den Auftrag, Mondbeobachtungen über einen längeren Zeitraum anzustellen. Die Schüler sollten sich alle dabei auftauchenden Fragen notieren. Diese Fragen wurden eingesammelt, von mir auf einer Folie zusammengestellt und zu Beginn der Stunde eingesetzt. Hier eine Auswahl aus diesen Fragen:

- Was bedeuten die hellen und dunklen Stellen?
- Wie weit ist es bis zum Mond?
- Wie groß ist sein Durchmesser?
- Warum dreht der Mond sich nicht um sich selbst?
- Könnten wir auf dem Mond leben?

Dieses Vorgehen erweckte bei den Schülern großes Interesse und half, den Astronomieunterricht zu beleben. Die Mitarbeit der Schüler war besser; es mußte von mir sogar gebremst werden, um sich nicht durch weitere Fragen zu verzetteln. Aus dem Fragenkomplex konnte auch eine interessante Hausaufgabenstellung abgeleitet werden.

Das Lernen gelingt immer dann besonders gut, wenn die aktive und schöpferische Tätigkeit der Schüler organisiert wird, wenn der Unterricht von den Schülern als persönlich bedeutsam empfunden wird. Verstand und Gefühl müssen in gleichem Maße durch die kluge pädagogische Führung des Lehrers angesprochen werden. Das Lernen der Schüler muß von uns Lehrern als schöpferische Tätigkeit der Schüler organisiert werden. Bedenken wir aber dabei, daß der schöpferisch tätige Schüler einen schöpferisch arbeitenden Lehrer voraussetzt.

# S

## Schülerfragen

### Warum bezeichnen wir die von den USA geplanten Weltraumwaffen als Angriffswaffen?

An erster Stelle des Konzepts der USA zur Militarisierung des Weltraums steht das unter der irreführenden Bezeichnung „Strategische Verteidigungsinitiative“ (SDI) laufende Programm zur Schaffung eines Raketenabwehrsystems, das imstande sein soll, das gesamte Territorium der USA vor den interkontinentalen ballistischen Raketen der UdSSR zu schützen und damit das strategische Verteidigungspotential der Sowjetunion unwirksam zu machen. Vor allem durch den Einsatz Hunderter von kosmischen Kampfstationen mit neuartigen Strahlenwaffen soll ein sowjetischer Gegenschlag abgewehrt werden. Darüber hinaus sind diese neuartigen Waffen auch für Schläge gegen eine Vielzahl anderer Ziele vom Weltraum aus geeignet. Dies können Raketen auf Abschlußrampen, Leit- und Nachrichtenzentralen, Flugzeuge auf Flugplätzen und viele andere Objekte sein. Es sind aber auch „weiche“ Ziele vorgesehen wie Erdölraffinerien, Pipelines, chemische Betriebe, Getreidefelder, Wälder u. a., deren Zerstörung riesige Flächenbrände, Verseuchungen und andere Verwüstungen hervorrufen könnten.

Eine weitere Hauptrichtung zur Schaffung von Weltraumwaffen wird durch verschiedenartige Projekte für boden-, luft- und weltraumgestützte Antisatellitensysteme gekennzeichnet. Am bekanntesten ist gegenwärtig vor allem jenes System, bei dem mit Hilfe eines Kampfflugzeuges in etwa 15 km Höhe eine Rakete mit einem zielsuchenden Sprengkopf gegen Satelliten gestartet wird. Das strategische Ziel, das die USA mit derartigen Antisatellitenwaffen verfolgen, besteht darin, das im Weltraum befindliche Nachrichten-, Frühwarn- und Navigationssystem der UdSSR, das für die politische und militärische Entscheidungsfindung unverzichtbar ist, in einem überraschenden Schlag auszuschalten.

Die besondere Gefährlichkeit der Weltraumwaffen wird vor allem deutlich, wenn sie in ihrem Zusammenwirken mit den strategischen Kernwaffen der USA gesehen werden. Zwar behauptet die REAGAN-Regierung immer wieder, daß ihre Weltraumrüstung Verteidigungscharakter habe und damit Kernwaffen letztlich überflüssig gemacht werden sollen. Sie unternimmt jedoch gleichzeitig alle Anstrengungen, um das Arsenal ihrer strategischen Offensivwaffen qualitativ und quantitativ auszubauen. Davon zeugen z. B. die Arbeiten an solch neuen Typen strategischer Kernwaffen bzw. Trägermittel wie den Interkontinentalraketen MX und Midgetman, den U-Boot-Raketen Trident II-DS, den strategischen Bombern B-1 und Stealth. All das sind eindeutig Mittel, mit denen die USA beabsichtigen, das strategische Potential der UdSSR in einem überraschenden Angriff auszuschalten. Die Funktion der angestrebten kosmischen Waffensysteme ist es, die nach einem nuklearen Erstschat durch die USA noch unversehrten Raketen der UdSSR ebenfalls zu vernichten.

Das wahre Ziel der sogenannten „Strategischen Verteidigungsinitiative“ besteht demzufolge darin, der Sowjetunion die Fähigkeit zu einem Gegenschlag zu nehmen und gewissermaßen einen nuklearen Alleinschat zu führen. Insofern bilden die Weltraumwaffen das Schlüsselglied für die effektive Anwendung des gesamten strategischen Kernwaffenpotentials der USA und sind ihrem Wesen nach gleichfalls Angriffswaffen. Das heißt, der kosmische Schild, den Herr REAGAN immer wieder preist, soll einen wirksamen Schlag mit dem nuklearen Schwert überhaupt erst ermöglichen. Entscheidend für die Bewertung der kosmischen Waffensysteme als Angriffswaffen ist also der Platz, den sie im Gesamtkonzept der aggressiven imperialistischen Militärpolitik und Militärstrategie einnehmen.

WILFRIED SCHREIBER

# B

## Beobachtung

### Beobachtung des Kometen Halley

Nachdem der Komet zwischen dem 15. und 25. März für kurze Zeit vor Sonnenaufgang knapp über dem Südosthorizont seinen Schweif gezeigt haben wird, beginnt nach Mitte April, kurz nach dem Passieren des erdnächsten Bahnpunktes nach dem Perihel, wieder eine Abendsichtbarkeitsperiode. Etwa gegen Mitte Mai wird Halley dann für das bloße Auge unsichtbar, kann aber noch über den Monat

hinaus mit dem Fernrohr weiterbeobachtet werden. Die nachstehende Tabelle, die auf das Äquinoktium 1950.0 bezogen ist, gibt die wichtigsten Daten für die Monate April und Mai 1986 wieder und bildete die Grundlage für die Erarbeitung der Beobachtungskarte auf der 3. Umschlagseite. Die Auf- und Untergangszeiten sowie die Zeiten der nautischen Dämmerung sind auf den 51. Grad nördlicher Breite und den 15. Grad östlicher Länge bezogen. Alle Zeiten sind in MEZ gegeben. Bei Einführung der Sommerzeit ist eine Stunde hinzuzuzählen.

**Lichtgestalten des Mondes:** erstes Viertel am 17. April, Vollmond am 24. April, letztes Viertel am 1. Mai, Neumond am 8. Mai, erstes Viertel am 17. Mai, Vollmond am 23. Mai und letztes Viertel am 30. Mai.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

Datum	Rekt- aszension	Dekli- nation	Gesamt- helligkeit (erwartet)	Unter- gangszeit MEZ	Sonnen- untergang MEZ	Nautische Dämmerung MEZ	Abstand von der Erde in AE	Abstand von der Sonne in AE
18. 4.	12 h 29 min	-36° 30'	+2 m 8	01 h 00 min	19 h 00 min		0,48	1,44
20. 4.	12 h 04 min	-32° 47'	+3 m 0			20 h 23 min	0,52	1,47
22. 4.	11 h 44 min	-29° 22'	+3 m 2				0,56	1,50
24. 4.	11 h 29 min	-26° 17'	+3 m 5				0,61	1,53
26. 4.	11 h 16 min	-23° 36'	+3 m 7	00 h 55 min	19 h 14 min		0,66	1,56
28. 4.	11 h 06 min	-21° 15'	+4 m 0				0,72	1,59
30. 4.	10 h 58 min	-19° 13'	+4 m 2			20 h 44 min	0,77	1,62
2. 5.	10 h 52 min	-17° 28'	+4 m 4				0,83	1,65
4. 5.	10 h 46 min	-15° 56'	+4 m 6	00 h 45 min	19 h 26 min		0,89	1,68
6. 5.	10 h 42 min	-14° 36'	+4 m 8				0,96	1,71
8. 5.	10 h 38 min	-13° 26'	+5 m 0				1,02	1,74
10. 5.	10 h 35 min	-12° 24'	+5 m 2			21 h 06 min	1,08	1,76
12. 5.	10 h 33 min	-11° 30'	+5 m 4	00 h 30 min	19 h 38 min		1,15	1,79
14. 5.	10 h 30 min	-10° 42'	+5 m 6				1,21	1,82
16. 5.	10 h 29 min	-10° 00'	+5 m 7				1,28	1,85
18. 5.	10 h 27 min	-9° 23'	+5 m 9				1,34	1,88
20. 5.	10 h 26 min	-8° 50'	+6 m 0	23 h 55 min	19 h 50 min	21 h 29 min	1,41	1,91
22. 5.	10 h 25 min	-8° 20'	+6 m 2				1,47	1,94
24. 5.	10 h 25 min	-7° 54'	+6 m 3				1,54	1,96
26. 5.	10 h 24 min	-7° 30'	+6 m 5				1,60	1,99
28. 5.	10 h 24 min	-7° 09'	+6 m 6	23 h 15 min	20 h 00 min		1,67	2,02
30. 5.	10 h 24 min	-6° 50'	+6 m 7			21 h 50 min	1,74	2,05

# W

## Wissenswertes

### Gemeinsame Veranstaltung der Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt und der Meteorologischen Gesellschaft

Am 14. November 1985 führte die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR (GWR) ihre Mitgliederversammlung in der Akademie der Wissenschaften der DDR in Berlin-Adlershof durch, eingebunden in den Rahmen einer gemeinsamen wissenschaftlichen Konferenz mit der Meteorologischen Gesellschaft der DDR.

Im Tätigkeitsbericht des Präsidiums der GWR konnte deren Präsident, Prof. Dr. RALF JOACHIM, feststellen, daß sich das Ansehen der GWR weiter gefestigt und ihre Ausstrahlung erhöht hat. Von den Fachbereichen und Fachkommissionen (in der GWR gibt es die 6 *Fachbereiche Kosmische Physik, Fernerkundung, Kosmische Materialwissenschaften, Kosmische Biologie und Medizin, Theorie und Technik der Raumfahrt und Raumfahrt und Gesellschaft* – z. T. unterteilt in Fachgruppen, sowie die 3 *Kommissionen Jugend und Studenten, Bildungsfragen und Information und Dokumentation*) wurden eine Anzahl wertvoller Veranstaltungen durchgeführt. Viele Mitglieder strahlen durch ihre Publikationen

aus oder treten mit Vorträgen auf. Die GWR ist international u. a. in der IAU aktiv, zu deren Vizepräsident Prof. Joachim auf dem 35. IAU-Kongreß gewählt wurde.

In der Diskussion zum Tätigkeitsbericht wurde u. a. vorgeschlagen, die Potenzen der GWR stärker und gezielter für die Unterstützung der Arbeit der Astronomielehrer wirksam zu machen. Mehr als bisher sollten Veranstaltungen der GWR auch außerhalb Berlins durchgeführt werden.

Die gemeinsame Veranstaltung war am 13. November von Prof. Dr. H. STILLER, Vizepräsident der AdW der DDR, eröffnet worden. Als erster Redner sprach Fliegerkosmonaut der DDR Oberst Dr. SIGMUND JÄHN in persönlich gehaltenen Worten *Zu Problemen der Militarisierung des Welt-raums durch die USA*. Prof. Dr. K. BERNHARDT, Präsident der Meteorologischen Gesellschaft der DDR, referierte über *Klimatische Auswirkungen eines Einsatzes von Kernwaffen*. Er legte dar, daß die globale Hauptgefahr des Einsatzes von Kernwaffen vor allem durch den radioaktiven Fallout und die Schwächung des solaren Strahlungsflusses sowohl in der Höhe als auch in Bodennähe mit ihren vielfältigen Auswirkungen erwächst, was zu einer total und katastrophal veränderten Umwelt führt.

Von den weiteren Vorträgen seien hier noch drei genannt: Prof. Dr. K.-H. MAREK, Zentralinstitut für Physik der Erde der AdW, sprach zum Thema *Nutzen der Raumfahrt für die Erde*. Am Beispiel der Satellitengeodäsie legte er dar, daß sie die Genauigkeit gegenüber bisherigen astronomisch-geodätischen Verfahren um einen Faktor 100 erhöhte. Dr. R. KUHL, Institut für Kosmosforschung der AdW, trug *Ergebnisse materialwissenschaftlicher Kosmosexperimente*



vor. Bis etwa 1990 konzentrieren sich die wissenschaftlichen Experimente auf das Studium einiger physikalischer und chemischer Prozesse unter den Bedingungen der Mikrogravitation. Dabei sind vier Zielrichtungen zu beobachten: 1. Verhalten von Stoffen. 2. Materialgewinnungsprozesse. 3. Gewinnung von Materialproben mit speziellen Eigenschaften. 4. Schaffung und Erprobung neuer Geräte zur Gewinnung von Materialien. Den abschließenden Vortrag der Veranstaltung hielt Dr. F. GEHLHAR, Zentralinstitut für Philosophie der AdW, über die *Herausforderung der Philosophie durch die Raumfahrt*. Durch die Raumfahrt sind eine Reihe von Fragen aufgeworfen, deren marxistisch-leninistische philosophische Bearbeitung um so notwendiger ist, als sie sich bereits heute als Feld intensiver ideologischer Auseinandersetzungen mit idealistischen Interpretationen erweisen. Zu solchen Fragenstellungen gehören die nach den Beziehungen innerhalb der Triade Raumfahrt – wissenschaftlich-technische Revolution – Mensch sowie die nach der Zukunft der Menschheit mit den Möglichkeiten der Raumfahrt. Zu Recht wies der Redner darauf hin, daß Diskussionen über Möglichkeiten des Ausweichens der Menschheit im Zusammenhang mit der (in einigen Milliarden Jahren zu erwartenden) kosmogonischen Entwicklung der Sonne mit ihren Folgen für das Sonnensystem heute nicht nur spekulativ sind, sondern einer anderen, dringenden und aktuellen Frage absolut untergeordnet sind: Wie wird die Zukunft der Menschheit in der nahen Zukunft gesichert? Dr. Gehlhar kam damit auf die Kernfrage dieser Konferenz zurück, die – von Prof. Stiller und Dr. Jähn aufgeworfen – alle Vorträge durchzogen hatte.

**MANFRED SCHUKOWSKI**

### Tage der Astronomie 1985 in Herzberg (Elster)

Das Herzberger Astronomische Zentrum gehört in unserem Land zu den Schrittmachern für die Schulastronomie in ländlichen Gebieten. Schon 1960 entstand hier die erste Schulsternwarte und 1965 kam das erste Zeiss-Kleinplanetarium für den Bezirk Cottbus hinzu. Aus diesen beiden Anlässen fanden hier im Herbst 1985 einige bemerkenswerte Veranstaltungen statt.

Um das 25jährige Bestehen der Schulsternwarte zu würdigen, nahmen über 300 Einwohner an dem öffentlichen Festvortrag „Halley kommt“ teil. Bei dieser Veranstaltung konnten zwei alte Freunde der Sternwarte besonders begrüßt werden: Der damalige 1. Sekretär der SED-Kreisleitung, Genosse HANS DUTSCHMANN – ein Schüler von Studienrat FRANZ aus Bautzen – sowie als Festredner Doz. Dr. DIETER B. HERRMANN, der schon kurze Zeit nach der Eröffnung der Herzberger Schulsternwarte – damals noch als Physikstudent und Hobbyastronom – hier erste Fachvorträge zur Qualifizierung der Lehrer des Bezirkes hielt.

Nur wenig später – während der Herbstferien – gab es aus Anlaß des 20. Geburtstages des Zeiss-Kleinplanetariums eine „Astronomische Woche“ in Herzberg. Zur wiederum öffentlichen Jubiläumsveranstaltung wurde an die Verleihung des Namens „Alexej Leonow“ für das erste Kleinplanetarium im Bezirk erinnert. Festredner war KLAUS MARQUART, der zum wichtigsten Menschheitsproblem unserer Tage sprach: „Sternenkrieg oder Sternenfriede“. Unter den 200 Anwesenden befanden sich auch Vertreter der Partei- und Massenorganisationen sowie des Staatsapparates.

Dieses Jubiläum und die hierzu erfolgte umfangreiche Rekonstruktion nahmen die Leiter von Planetarien in der DDR zum Anlaß, um ihre Jahrestagung 1985 in Herzberg durchzuführen. Dazu konnten hier 40 Leiter und Mitarbeiter aus 26 Einrichtungen begrüßt werden. Es fand ein dreitägiger intensiver Gedankenaustausch darüber statt, wie die Planetarien mit ihren spezifischen Mitteln noch vielfältiger zur Vermittlung eines wissenschaftlichen Weltbildes beitragen und wie sie noch wirksamer an der Herausbildung allseitig gebildeter, junger sozialistischer Persönlichkeiten mitarbeit-

ten können. So wurden neue selbstentwickelte Programme vorgestellt und diskutiert, z. B. vom Raumflugplanetarium Cottbus in Vorbereitung auf die 25. Wiederkehr des ersten bemannten Raumfluges durch JURI GAGARIN. Einige Kollegen stellten selbstgebastelte Zusatzgeräte zur Ergänzung der ZKP 1- und 2-Projektoren vor. Sehr rege wurde über Gestaltungsmöglichkeiten für Vorträge und Gespräche mit Jugendweihgruppen im Planetarium gestritten und beraten, wie sie sich nach dem Inkrafttreten der überarbeiteten Jugendweihprogramme realisieren lassen. Breiten Raum in allen Beratungen nahm auch die wachsende Vielfalt der gestalterischen Mittel ein (Tonband, Schallplatte, Film und Dia), die seit einigen Jahren zunehmend und mit Erfolg in Kombination mit der Planetariumstechnik zur Programmgestaltung eingesetzt werden.

Auch die Redaktion von „Astronomie in der Schule“ nutzte die Herzberger Jubiläen, um während der „Astronomischen Woche“ hier ihre zweitägige Herbstberatung durchzuführen. Dabei setzte sie ihre gute Tradition vergangener Tagungen, innerhalb der Republik fort, neben der Erledigung redaktioneller Aufgaben auch durch zwei öffentliche wissenschaftliche Vorträge zur Qualifizierung der Pädagogen des Territoriums beizutragen. So sprach in Herzberg Prof. Dr. habil. HELMUT ZIMMERMANN von der Friedrich-Schiller-Universität Jena über „Spätstadien der Sternentwicklung“. Dr. sc. ELISABETH FUHRMANN, Institut für Didaktik bei der APW der DDR, referierte vor über 40 Leitungskadern aus den Kreisen Herzberg, Liebenwerda und Jessen über „Möglichkeiten zur weiteren Erhöhung geistiger Schüleraktivitäten im Unterricht“. Ihre Bilanz ziehenden und Ausblick gebenden, stets praxisnahen Ausführungen wurden mit großem Interesse aufgenommen und gaben wertvolle Anregungen für die weitere Verbesserung der pädagogischen Leitungstätigkeit in Vorbereitung auf den XI. Parteitag der SED. Dieser Vortrag bildete einen würdigen Abschluß der Herzberger Jubiläumswoche, die sich einreicht in die große Bilanz der Arbeit der Volksbildung vor dem XI. Parteitag der SED.

**KLAUS SCHMIDT**

### Zur neuen Karteikartenreihe

Aufgabe der fakultativen Kurse ist es, die Schüler über den Rahmen des obligatorischen Unterrichts hinaus mit Erkenntnissen und Forschungsmethoden ausgewählter Wissenschaftszweige vertraut zu machen. Das Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ weist zu diesem Zweck ca. 100 Schülerfertigkeiten aus, bei denen die Teilnehmer am Kurs unter Anwendung bereits erworbenen Wissens spezielle astronomische Erkenntnisse gewinnen sollen. Darunter befinden sich Beobachtungen, die anspruchsvoller sind, als die im Lehrplan ausgewiesenen. Ferner gehören dazu das Anfertigen von einfachen Modellen oder das Anlegen von Dokumentationen über spezielle Themen. Es sind aber auch Tätigkeiten gefordert, deren Erfüllung detaillierte Anleitungen voraussetzt.

Die Karteikartenreihe will den Leitern fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ Möglichkeiten für praxisorientierte Schülerfertigkeiten anbieten, die den Forderungen des Rahmenprogramms gerecht werden. Die meisten Aufgaben bauen auf den Kenntnissen der Schüler aus dem obligatorischen Unterricht auf, erfordern aber eine komplexe Anwendung. Sie dienen damit insbesondere der Vertiefung des Wissens und Könnens und der weiteren Ausprägung von Fähigkeiten und Fertigkeiten. Die Neigungen und Interessen des Leiters und der Schüler sowie das Leistungsvermögen der Schüler entscheiden über die Auswahl der Aufgaben. Durch den unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad ist es möglich, die Aufgaben differenziert einzusetzen, d. h. nur eine Gruppe der Teilnehmer löst eine Aufgabenstellung und diskutiert mit allen Schülern sowohl Lösungsweg als auch Ergebnis.

In einigen Fällen sind zur vollständigen Lösung Kenntnisse nötig, die im Physikunterricht bis Klasse 10 nicht vermittelt

werden. Es handelt sich dabei um grundlegende physikalische Erkenntnisse, die für die astronomische Anwendung von großer Wichtigkeit sind. Diese Zusammenhänge werden nicht hergeleitet, sondern als gesicherte Erkenntnis den Schülern mitgeteilt; in den Karteikarten sind diese Zusatzinformationen besonders gekennzeichnet.

Die Karteikarten enthalten alle Angaben, die zur Durchführung nötig sind: einzusetzende Geräte, notwendige mathematische und physikalische Vorkenntnisse, die Vorüberlegungen, die den Versuch erläutern und die Versuchsanleitung. Ferner werden Aussagen zu weiteren Auswertungsmöglichkeiten gemacht. Dort wo es nötig ist, sind spezielle Hinweise für den Einsatz in Klassenstufe 9 enthalten.

Die einzelnen Karteikarten stellen keine Protokollvorschrift dar, es obliegt dem Kursleiter, über die Gestaltung der Schülermitschriften zu entscheiden. Grundsätzlich ist zu bemerken, daß den schriftlichen Aufzeichnungen im fakultativen Kurs mindestens die gleiche Aufmerksamkeit gewidmet werden muß wie im obligatorischen Unterricht. Es sollte also selbstverständlich sein, die Beobachtungen und Versuche mit der gleichen Sorgfalt zu protokollieren wie die Schülerexperimente in den naturwissenschaftlichen Fächern.

Die Karteikarten dienen auch der fachlichen Weiterbildung der Kursleiter.

Bei der Durchführung aller Versuche sind die Bestimmungen der „Anweisung Nr. 2/84 zum Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht und in der außerunterrichtlichen Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften“ zu beachten. In diesem Zusammenhang sei besonders auf die Vorsichtsmaßnahmen bei der Sonnenbeobachtung (Projektionsmethode) verwiesen.

JÖRG LICHTENFELD

## R Rezensionen

H. KUNZE (Bearbeiter): **Aktuelle Probleme der Raumfahrt.** Wissenschaftliche Beiträge der Friedrich-Schiller-Universität Jena 1985. Brosch., 123 Seiten, 7 Abb., 13 Tab.; 5,- Mark. Zu bestellen bei der Abteilung Wissenschaftliche Publikationen der FSU, 6900 Jena, Ernst-Thälmann-Ring 24a.

Die Schrift enthält folgende 11 Beiträge: R. KNUTH: **UNISPACE 82 – Aktivitäten, Ergebnisse und erste Schritte der Umsetzung** (S. 6–13). UNISPACE 82 war die „2. Konferenz der Vereinten Nationen zur Erforschung und friedlichen Nutzung des Weltraumes“ und fand vom 9. bis 21. 8. 1982 in der Wiener Hofburg mit über 1000 Delegierten aus 94 Staaten und von 68 internationalen oder regionalen Organisationen statt. (1. Weltraumkonferenz der UN 1968 in Wien.) –

H. KUNZE: **Weltraumgestützte Raketenabwehrsysteme in der Hand von Erstschlagsstrategen – eine große Gefahr für den Weltfrieden** (14–27). Die Problematik wird in vier Abschnitten vorgetragen: 1. *Kosmische Waffensysteme – ein qualitativ neuer Schritt bei der Militarisierung des Weltraums durch die USA.* – 2. *Zur Entwicklung der konzeptionellen Vorstellungen für weltraumgestützte Raketenabwehrsysteme in den USA.* – 3. *Die militärische Funktion der US-amerikanischen Pläne zur Errichtung eines Raketenabwehrsystems und Versuche ihrer Verschleierung.* – 4. *Kosmische Raketenabwehr und Rüstungsbegrenzung.* – A. ZICKLER: **Interkosmos – Gemeinschaftsarbeit im Interesse aller sozialistischen Länder** (28–35). Das Thema wird in vier Abschnitte gegliedert: 1. *Zum Charakter der Interkosmos-Kooperation.* – 2. *Bemannte Flüge – eine qualitativ neue Etappe.* – 3. *Fernerkundung der Erde – wichtiger Bestandteil des Interkosmos-Programms.* – 4. *Nutzen der Fernerkundungsexperimente für die Sozialistische Republik Vietnam.* Dieser letzte Abschnitt gibt ein eindrucksvolles Beispiel des Zusammenwirkens der sozialistischen Länder im Rahmen des Interkosmosprogramms und der Bedeutung der Mitarbeit auch der noch jungen sozialistischen Staaten in diesem Programm. – D. OERTEL: **Unter-**

**suchung der mittleren Venus-Atmosphäre mit Infrarot-Fourier-Spektrometern – ein Beitrag der DDR zu den Missionen „Venera-15“ und „Venera-16“** (36–43). – K. HECHT/E. WACHTEL/P. LÜDERITZ: **Über Experimente des sowjetischen Biosatelliten „Kosmos 1514“** (44–50). – H. KUNZE: **Zur Industriepolitik westeuropäischer Raumfahrtorganisationen** (51–67). Autor geht auf die Arbeiten der ELDO (European Space Vehicle Launcher Development Organization) und der ESRO (European Space Research Organization) ein. Danach stellt er die neuen Aspekte der industriepolitischen Regulierung durch die Gründung und Entwicklung der ESA (European Space Agency) dar. – W. SCHREIBER: **Westeuropäische NATO-Staaten entwickeln technologische Basis zur kosmischen Kriegführung** (68–76). Die genannten Staaten unternehmen alle Anstrengungen und verfügen über alle Voraussetzungen zur militärischen Nutzung ihrer Raumfahrttechnik. – R. WASCH: **Zur Erforschung des Kometen Halley** (77–88). – B. RUTTMANN: **Die internationale Schiffsatellitenorganisation INMARSAT** (89–96). C. FRAAS/H. KUNZE: **Überlegungen zur Fachsprache der Raumfahrt** (97–111). (Vgl. auch *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 3, 54–58.) – R. P. KRÄMER: **Was ist Raumfahrt?** Eine terminologische Untersuchung (112–123).

Die Broschüre „Aktuelle Probleme der Raumfahrt“ bietet eine Fülle sachlicher Informationen in einem breiten Spektrum zum Thema Raumfahrt. Sie kann allen Astronomielehrern empfohlen werden. MANFRED SCHUKOWSKI

## U Umschlagseiten

**Titelseite** – Als erste Frau in der Geschichte der Raumfahrt hat die sowjetische Kosmonautin Swetlana Sawizkaja am 25. Juli 1984 technologische Experimente im freien Welt- raum – außerhalb des Orbitalkomplexes Salut 7/Sojus T-11/ Sojus T-12 – ausgeführt, die von dem ebenfalls ausgestiegenen Kommandanten Wladimir Dshanibekow gefilmt wurden. Dieser erste gemeinsame Ausstieg dauerte 3 Stunden und 35 Minuten.

Aufnahme: ADN-ZB/TASS-Telex

**2. Umschlagseite** – Die Raumstation SALUT mit angekoppelten Transport-Raumschiffen SOJUS-T.

Aufnahme: APN

Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 15

**3. Umschlagseite** – Entwurf für eine modulare Raumstation, wie sie die USA für die 90er Jahre anstreben. Wie schon SPACE SHUTTLE wird auch dieses Projekt durch die beabsichtigte militärische Verwendung als „Feldherrenhügel“ im Kosmos überschattet.

Zeichnung: F. SCHRÖPFER

**4. Umschlagseite** – Beobachtungskarte als Hilfe für das Aufsuchen des Kometen-Halley in den Monaten April und Mai 1986. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „Beobachtung“ auf Seite 22

Grafik: HANS JOACHIM NITSCHMANN, Bautzen

**Vorankündigung im „Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel“**

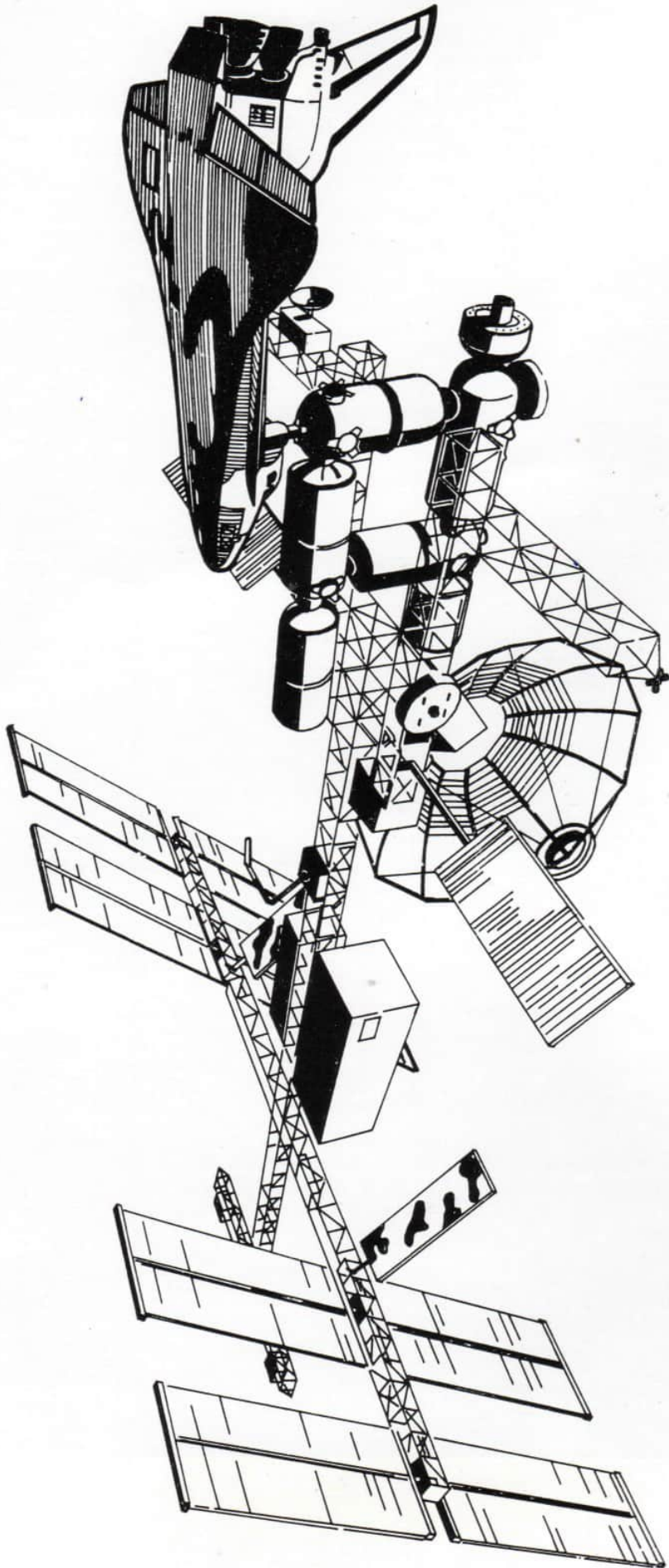
**Lehrplan Astronomie Klasse 10.** Verbindlich ab Schuljahr 1986/87. Hrsg. vom Ministerium für Volksbildung der DDR. Löst den Titel mit der Titel-Nr. 08 30 02 ab. 1. Auflage. Etwa 32 S. L7. Br. Erscheint im **November 1986**

**Kurzwort: 08 30 03 Lehrpl. Astronm. 10** Etwa –35 M Volk und Wissen Volkseigener Verlag VA 170

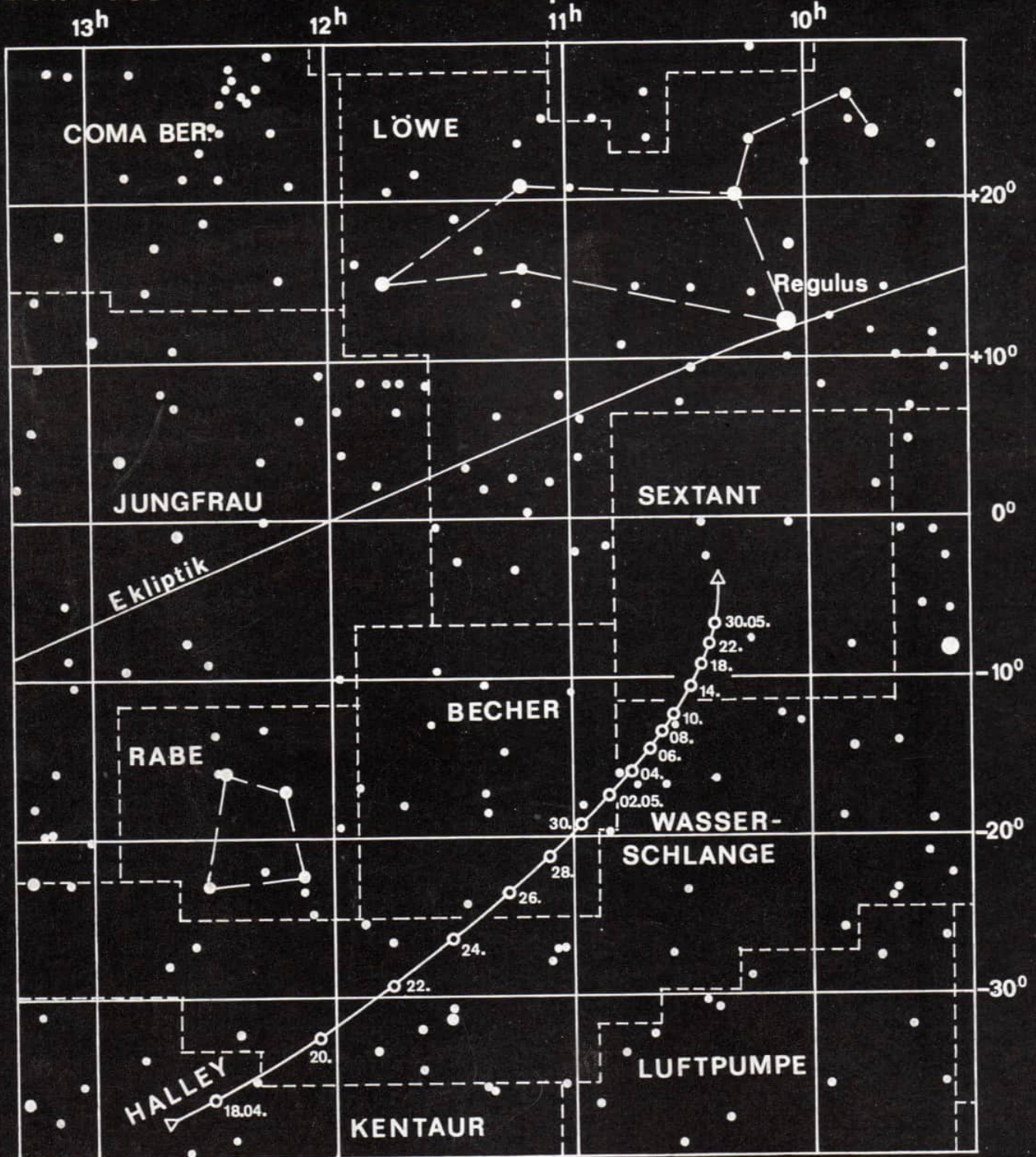
VD 2/86/81

**Hinweis**

Das Jahresinhaltsverzeichnis 1985 erscheint im Heft 2/1986.



# Bahn des Kometen HALLEY im April und Mai 1986



## Lichtgestalten des Mondes



# ASTRONOMIE

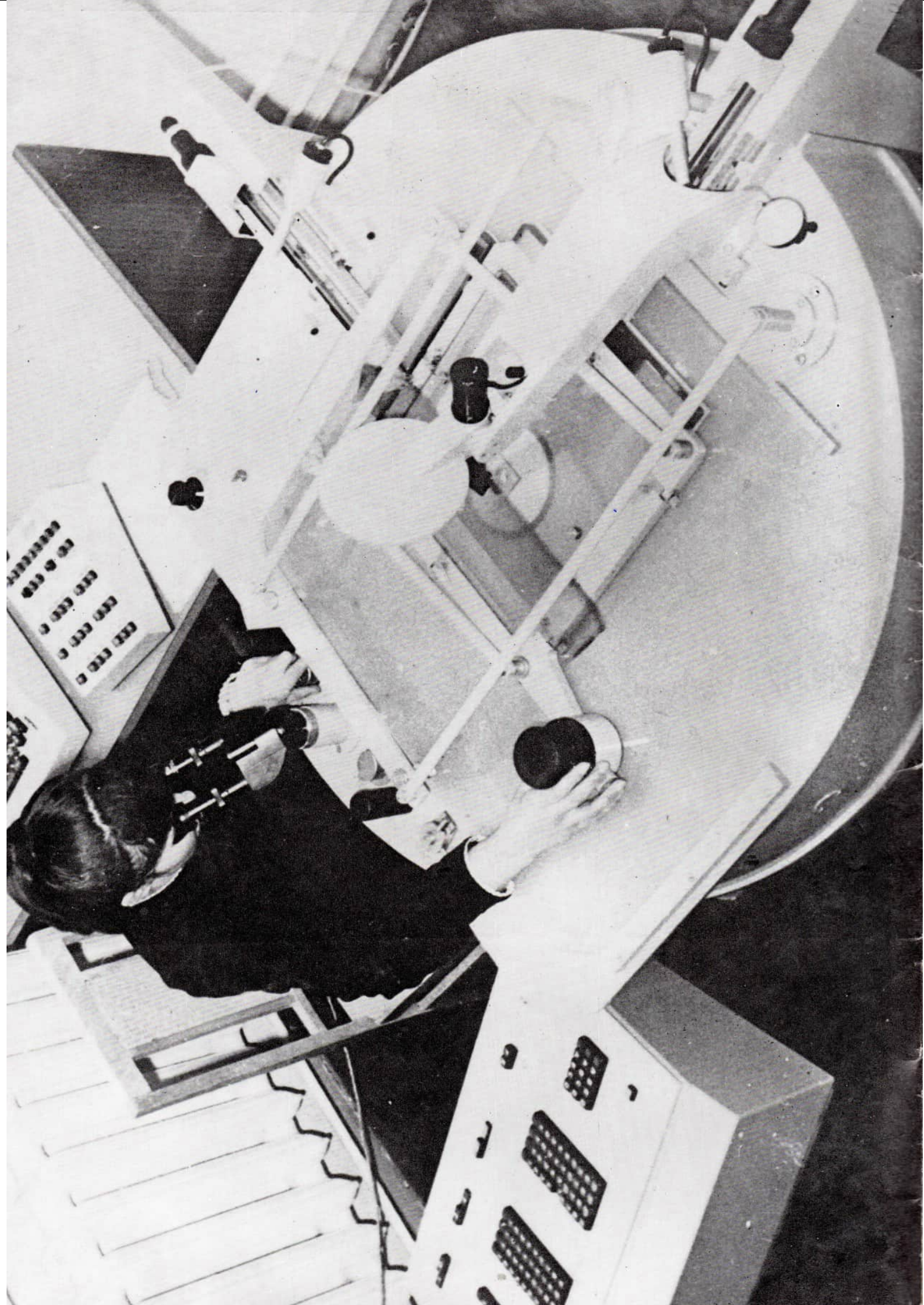
# 2

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1986  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





# Inhalt

● <b>Das aktuelle Thema</b>	
H. BIENIOSCHEK: Zur Einführung eines neuen Lehrplans Astronomie . . .	26
● <b>Astronomie</b>	
F. GEHLHAR: Kometen, Weltbild und weltanschauliche Auseinandersetzung	28
M. REICHSTEIN: Jupiter und seine Begleiter (II) . . . . .	30
● <b>Unterricht</b>	
MINISTERIUM FÜR VOLKSBILDUNG: Lehrplan Astronomie Klasse 10 . . . .	31
● <b>Forum</b>	
S. SCHREITER: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde .	45
● <b>Kurz berichtet</b>	
Wissenswertes . . . . .	46
Zeitschriftenschau . . . . .	47
● <b>Abbildungen</b>	
Umschlagseiten . . . . .	48
● <b>Jahresinhaltsverzeichnis 1985 (A. MUSTER)</b>	35
● <b>Karteikarte</b>	
J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 2	
<b>Redaktionsschluß: 10. 2. 1986</b>	
<b>Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 14. 4. 1986</b>	

## Из содержания

X. БИНИОШЕК: О введении нового учебного плана . . . . .	26
Ф. ГЕЛХАР: Кометы, образ мира и мировоззренческие споры . . . . .	28
М. РЕЙХШТЕЙН: Юпитер и его спутники (II) . . . . .	30
МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: Учебный план по астрономии за 10ый класс . . . . .	31

## From the Contents

H. BIENIOSCHEK: Introducing a New Curriculum . . . . .	26
F. GEHLHAR: Comets, World Conception and Ideological Controversary . .	28
M. REICHSTEIN: Jupiter and his Satellites (II) . . . . .	30
MINISTRY OF NATIONAL EDUCATION: Astronomy Curriculum for the 10th Class . . . . .	31

## En Résumé

H. BIENIOSCHEK: A l'introduction d'un nouveau programme des études en astronomie . . . . .	26
F. GEHLHAR: Des comètes, le système du monde et la discussion idéologique . . . . .	28
M. REICHSTEIN: Le Jupiter et ses satellites (II) . . . . .	30
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE: Le programme des études de l'astronomie de 10e . . . . .	31

## Del Continido

H. BIENIOSCHEK: Sobre la introducción de un plan unero en la educación .	26
F. GEHLHAR: Cometas, el concepto y la disputa ideologica . . . . .	28
M. REICHSTEIN: Jupiter y sus acompañantes (II) . . . . .	30
MINISTERIO DE EDUCACIÓN: Plan educacional del 10º grado . . . . .	31

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 2

23. Jahrgang 1986

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1086 Berlin, Krausenstr. 50, Postfach 1213, Tel. 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 132.626

### Anschrift der Redaktion:

8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Tel. 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Doz. Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-254-5,05 Liz. 1488

### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu entnehmen. – Bestellungen werden in der DDR von der Deutschen Post entgegengenommen. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)  
ISSN 0004-6310

## Zur Einführung eines neuen Lehrplans Astronomie

Ab 1. September 1987 wird für das Fach Astronomie ein neuer Lehrplan eingeführt, wodurch ein wichtiger Schritt zur inhaltlichen und methodischen Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts gegangen wird. Diese Weiterentwicklung ordnet sich in die Vervollkommnung des Konzepts des Unterrichts unserer Oberschule ein (1). Durch den neuen Lehrplan werden im Astronomieunterricht noch bessere Bedingungen dafür geschaffen, die aus der Entwicklung unserer sozialistischen Gesellschaft an die Qualität der Bildung und Erziehung der Schüler erwachsenden höheren Anforderungen zu erfüllen.

Der neue Lehrplan ist in der Schulpraxis erprobt, mehrfach begutachtet und gemeinsam mit Astronomielehrern, Fachberatern, Sternwartenleitern, Schulfunktionären, Methodikern und Fachwissenschaftlern beraten worden. Somit wurde es möglich, die seit Einführung des Astronomieunterrichts in unserer Oberschule gesammelten Erfahrungen im Lehrplan ebenso zu berücksichtigen wie Anforderungen an den Inhalt der Allgemeinbildung im Fach Astronomie, die sich aus Entwicklungstendenzen der Fachwissenschaft und aus dem gesellschaftlichen Anspruch an unseren Fachunterricht ergeben.

Im neuen Lehrplan werden auch Ergebnisse der seit 1981 in dieser Zeitschrift geführten Unterrichtsdiskussion aufgegriffen und umgesetzt. Das betrifft z. B. die zur Diskussion gestellten Standpunkte und die Stellungnahmen zur Anordnung des Unterrichtsstoffes bei der Behandlung des Sonnensystems und der Sterne, zur Behandlung der Geschichte der Astronomie, zur Anwendung der Mathematik sowie zur Arbeit mit astronomischen Schülerbeobachtungen.

Im neuen Lehrplan werden des weiteren für die Allgemeinbildung der Schüler wesentliche Aussagen berücksichtigt, die Bestandteil der in der Zeitschrift veröffentlichten fachwissenschaftlichen Beiträge über das Sonnensystem, insbesondere über die Planeten, über die Galaxien und deren Struktur, über wissenschaftlich-technische und politische Probleme der Raumfahrt, über die Geschichte der Astronomie sowie über weltanschauliche Probleme der Astronomie in Vergangenheit und Gegenwart sind.

### Worauf ist die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts gerichtet?

Bei der Arbeit mit dem neuen Lehrplan sollen die Schüler ein tieferes inhaltliches Verständnis für im

Weltall geltende Naturgesetze und für grundlegende astronomische Begriffe erlangen. Sie sollen Erscheinungen am Sternhimmel und Vorgänge im Weltall durch Anwendung physikalischer Gesetze erklären können. Im Prozeß der Aneignung soliden astronomischen Wissens kommt es darauf an, die Überzeugungen der Schüler von der Erkennbarkeit des Weltalls, von der ständigen Veränderung und Entwicklung im Kosmos sowie vom gesetzmäßigen Verlauf kosmischer Prozesse stärker auszuprägen. Aus diesem Grunde sind im neuen Lehrplan für die weltanschauliche Erziehung der Schüler wesentliche Inhalte, wie das heliozentrische Weltsystem und in diesem geltende Gesetze sowie der evolutionäre Kosmos, stärker aufgewertet worden.

Zur Förderung des Interesses der Schüler an Astronomie und Raumfahrt sollen vor allem auch Probleme aus der Astronomiegeschichte sowie aktuelle Entwicklungen und Ereignisse aus Astronomie und Raumfahrt in den Unterrichtsprozeß effektiv einbezogen werden.

Um die Qualität des Wissens der Schüler zu erhöhen und um sie zum Gebrauch wesentlicher Denk- und Arbeitsmethoden besser zu befähigen, werden die Schülerbeobachtungen stärker in den Unterrichtsprozeß integriert. Des weiteren sind durch den neuen Lehrplan solche für die Aneignung von Wissen und Können unverzichtbaren geistigen Tätigkeiten der Schüler, wie Vergleichen, Erläutern und Erklären astronomischer Sachverhalte, stärker in den Mittelpunkt des Astronomieunterrichts gerückt worden.

### Worin bestehen die wesentlichen Veränderungen im neuen Lehrplan?

1. Um die Vermittlung des grundlegenden Wissens im Unterricht effektiver zu gestalten, wurde die **Anordnung von Unterrichtsstoffen verändert**. So werden im Stoffgebiet „Das Sonnensystem“ die Kenntnisse der Schüler aus Geographie, Geschichte und Physik von vornherein beachtet und weiter ausgebaut. Bei der Behandlung der Planeten wird von den wahren Bewegungen dieser Himmelskörper ausgegangen. Die Sternentstehung wird vor der Sternentwicklung behandelt, also in der Reihenfolge, die dem tatsächlichen Ablauf dieser Prozesse entspricht. Somit konnte die Logik der Stoffabfolge im neuen Lehrplan verbessert werden.
2. Um die Einheit des Historischen und Logischen zu verbessern, sind Inhalte aus der **Geschichte der Astronomie** im neuen Lehrplan **eingeorordnet** worden und nicht mehr wie bisher den Sachinformationen nachgestellt. Dadurch sind nun günstigere Bedingungen dafür vorhanden, den Schülern die Entwicklung astronomischer Erkenntnisse als historischen Prozeß zu verdeutlichen und Fragestellungen aus der Geschichte der Astronomie zur Erarbeitung von Erkenntnissen zu nutzen.



3. Um den Schülern ein evolutionäres Weltbild zu vermitteln und um ihre zahlreichen Fragen zur Bewegung, Entwicklung und Veränderung im Kosmos innerhalb des Unterrichts beantworten zu können, sind in den neuen Lehrplan ein Überblick über die **Entstehung und Entwicklung der Planeten** sowie einige die **Entwicklung der Metagalaxis** kennzeichnende Sachverhalte **aufgenommen** worden.

4. Um die **Raumfahrt** in ihrer Bedeutung sowohl für die Astronomie als auch für die Erde und den Menschen zu behandeln, sieht eine Linienführung des neuen Lehrplans vor, bei der Behandlung der kosmischen Objekte auch darauf einzugehen, wie die Erkenntnisse über diese Objekte mit Hilfe der Raumfahrt erweitert wurden. In der Stoffeinheit „Raumfahrt“ stehen deren **Bedeutung für den Menschen und für die Erde** sowie der Kampf der Sowjetunion im Bündnis mit den Kräften des Friedens gegen die Militarisation des Weltraums durch die USA und ihre NATO-Verbündeten im Mittelpunkt des Unterrichts.

5. Um bessere Möglichkeiten zur Erhöhung der Solidität des Wissens und Könnens der Schüler zu schaffen, wurde das **Stoff-Zeit-Verhältnis des Astronomieunterrichts entlastet**. Es wurde sehr genau geprüft, welche grundlegenden Inhalte Bestandteil des neuen Lehrplans sein müssen, um die Ziele des Astronomieunterrichts auf hohem Niveau zu realisieren, und ob diese Inhalte für die Schüler faßlich behandelt werden können.

Im Ergebnis dieser Prüfung wurden einige Inhalte aus dem gültigen Lehrplan gestrichen (z. B. Nebelarten, Leuchtkraftklassen, ein Koordinatensystem), für weitere wurden Möglichkeiten zur stärkeren didaktischen Vereinfachung gefunden (z. B. Zustandsgrößen der Sterne, HRD, Masse-Leuchtkraft-Beziehung). Durch Entlastungen wurde mehr Unterrichtszeit freigesetzt als für die Behandlung des neu aufgenommenen Stoffes notwendig ist.

6. Um eine stärkere **Integration der astronomischen Schülerbeobachtungen in den Unterrichtsprozeß** zu erreichen, wurden die Beobachtungsaufgaben den entsprechenden Stoffgebieten des Lehrplans zugeordnet (statt der bisherigen Nachstellung) und z. T. inhaltlich neu gefaßt (Sonnenbeobachtung; Variantenangebote bei Beobachtungen von Planeten, Sternen und Sternsystemen). Der Verbesserung der Beobachtungsbedingungen dient die jetzt gegebene Möglichkeit, Beobachtungen auch vor Unterrichtsbeginn und als Hausaufgaben durchzuführen. Die Planung der Beobachtungsstunden erfolgt im neuen Lehrplan innerhalb der durch die Stundentafel festgelegten Gesamtstundenzahl für den Astronomieunterricht.

7. Um die notwendige enge **Koordinierung zwischen den Fächern Astronomie, Physik und Mathematik** zu sichern, wurde der neue Lehrplan Astronomie stets mit den ab 1987 in Klasse 9 und ab

1988 in Klasse 10 geltenden neuen Lehrplänen für Physik und Mathematik abgestimmt. Im Ergebnis dieser Abstimmung wird künftig im Physikunterricht einerseits für den Astronomieunterricht notwendiges physikalisches Wissen (Relativität der Bewegung, Kreisbewegung, Gravitationsgesetz) am Ende der Klasse 9 oder zu Beginn der Klasse 10 rechtzeitig und in geringerem zeitlichen Abstand als bisher bereitgestellt, andererseits vermittelt der Astronomieunterricht den Schülern Kenntnisse über Vorgänge, die im nachfolgenden Physikunterricht genauer behandelt werden (Spektren, elektromagnetische Wellen, Kernfusion). Bisherige Doppelbehandlungen auf gleichem Niveau (Keplersche Gesetze, Anwendungen des Gravitationsgesetzes) werden künftig vermieden. Die Anwendung physikalischer Gesetze zur Erklärung astronomischer Sachverhalte wird im Astronomieunterricht verstärkt.

Ein hohes Niveau der Anwendung der Mathematik wird im Astronomieunterricht durch das Berechnen und Vergleichen von Größen, beim Erklären astronomischer Sachverhalte mit Hilfe mathematisch formulierter Gesetze, beim Interpretieren von Diagrammen sowie durch das Entwickeln räumlicher Vorstellungen und von Größenvorstellungen erreicht. Dafür schafft der Mathematikunterricht die notwendigen Voraussetzungen. Ab 1988 wird es im Astronomieunterricht möglich, durch Gebrauch des elektronischen Taschenrechners Berechnungen erfolgssicher ohne hohen Zeitaufwand durchzuführen.

8. Um die Schüler zur selbständigen Ausführung wesentlicher geistiger Tätigkeiten zu befähigen, sind im neuen Lehrplan die **Schülertätigkeiten** auf solche konzentriert, die wesentliche Erkenntnismethoden repräsentieren und für die Aneignung des Wissens und Könnens der Schüler unverzichtbar sind. Die Anzahl unterschiedlicher Schülertätigkeiten ist eingeschränkt worden, damit die Schüler bestimmte Tätigkeiten mehrfach ausführen können und diese dann sicher beherrschen. Dies betrifft die Tätigkeiten

- Beschreiben und Erläutern astronomischer Vorgänge und Erscheinungen,
- Erklären astronomischer Erscheinungen mit den wirkenden Gesetzen,
- Bestimmen, Berechnen und Vergleichen von Größen.

Diese Schülertätigkeiten gehören auch zum wesentlichen Inhalt des Unterrichts anderer naturwissenschaftlicher Fächer. Darüber hinaus führen die Schüler im Astronomieunterricht weitere Tätigkeiten insbesondere auch bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung astronomischer Schülerbeobachtungen durch.

Der neue Lehrplan wird schon jetzt veröffentlicht; um optimale Bedingungen dafür zu schaffen, daß

## Kometen, Weltbild und weltanschauliche Auseinandersetzung

Als „natürliche Sonden“ im Planetensystem bezeichnen STILLER und MOHLMANN die Kometen (3). Sonden sind die Kometen ebenfalls in übertragenem Sinne. „Sondieren“ heißt auch Ausloten einer Sache. Die Analyse von Kometenauffassungen gibt in vielen Fällen die Möglichkeit, bestimmte Weltbilder, Forschungssituationen und weltanschauliche Auseinandersetzungen einer Zeit besser zu verstehen.

### Antike Kometendeutung und Weltbildkonstruktion

Ein Hauptstreitpunkt antiker Kometendeutung war die Frage, ob es bei den Kometen sich um eine atmosphärische oder eine kosmische Erscheinung handele. Zunächst allerdings war dieses Problem ohne Bedeutung für das Weltbild. Nach den verschiedenen materialistischen Philosophien war die Welt, d. h. die Erde, mit der Atmosphäre und den Gestirnen in einem einheitlichen Bildungsprozeß entstanden. Atmosphärische und kosmische Objekte wurden hier nicht prinzipiell unterschieden. So betrachtete man z. B. neben den Kometen auch die Sonne und die Sterne als glühende Wolken. Anders dann bei ARISTOTELES (384 bis 322 v. u. Z.). Er führte die strenge Unterscheidung von Himmel (supralunarer Bereich) und Erde (sublunarer Bereich) ein. Im Supralunaren herrscht ewige Harmonie und Unveränderlichkeit. Die Himmelskörper bewegen sich auf den vollkommensten, den Kreisbahnen. Im Sublunaren dagegen finden wir Unvollkommenheit und Vergänglichkeit. Daher gehören die Kometen als unregelmäßige und veränderliche Erscheinung (wie auch die Milchstraße und die Meteore) in den sublunaren Teil der Welt. Sie sind atmosphärische Feuererscheinungen.

### Kometenfurcht

Etwa ab 300 v. u. Z. wurde die Astrologie mit den antiken Versuchen der natürlichen Erklärung von Erscheinungen verbunden. Dies war vorbereitet worden durch Auffassungen, nach denen die Gestirne göttlicher Natur sind, oder durch die Aristotelische Vorstellung, daß der „Erste Bewegter“, Gott, alles in der Welt in Bewegung setze. Bei PTOLEMAUS waren diese Ansätze dann voll ausgearbeitet. Grundsätze antiken Kometenaberglaubens wurden später in die christliche Vorstellungswelt eingearbeitet. Bis in die Neuzeit hinein bestimmte der Gedanke „Gott lenkt die Gestirne,

sich die im Fach Astronomie unterrichtenden Lehrer langfristig, ab Schuljahr 1986/87, individuell und in den Fachzirkeln auf die Umsetzung des Planes vorbereiten können. Dazu gehört auch, daß die Unterrichtsdiskussion in unserer Fachzeitschrift fortgesetzt wird. Der Erfahrungsaustausch in der Zeitschrift zur Umsetzung des neuen Lehrplans soll durch Vorschläge und methodische Ideen bereichert werden, in denen unsere Astronomielehrer ihre Überlegungen und Standpunkte zur Realisierung der weiterentwickelten Konzeption der Bildung und Erziehung der Schüler im Astronomieunterricht zum Ausdruck bringen.

Insbesondere sollten Überlegungen zu folgenden Fragen veröffentlicht werden:

Wie ist es bei der Umsetzung des neuen Lehrplans im Astronomieunterricht möglich, den Schülern solides Wissen zu vermitteln, ihre weltanschaulichen Überzeugungen weiter auszuprägen und sie zum selbständigen Ausführen wesentlicher geistiger Tätigkeiten zu befähigen?

Wie können inhaltliche Beziehungen des Astronomieunterrichts zu anderen Fächern für die Vermittlung soliden astronomischen Wissens und Könnens sowie für eine interessenbetonte, erziehungswirksame Unterrichtsgestaltung wirksam genutzt werden?

Wie werden die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Schülerbeobachtungen sowie die Einbeziehung der Beobachtungsergebnisse in den Unterrichtsprozeß inhaltlich und organisatorisch gemeistert?

Wie können ausgewählte Inhalte des Astronomieunterrichts so behandelt werden, daß die Schüler zu hoher geistiger Aktivität herausgefordert werden?

Zu diesen Fragen bitten wir die Leser der Zeitschrift um zahlreiche Zuschriften. Jede Zuschrift verdient Beachtung als Ausdruck schöpferischen Nachdenkens zur Umsetzung des neuen Lehrplans und damit als Beitrag zur Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts.

### Literatur:

- (1) HONECKER, M.: Die Schulpolitik der SED und die wachsenden Anforderungen an den Lehrer und die Lehrerbildung. In: DLZ 48/1985 (Dokumentation).

Anschrift des Verfassers:

**Dr. HORST BIENIOSCHEK**  
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR  
Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht  
1080 Berlin, Otto-Grotewohl-Straße 11

diese aber das Schicksal der Menschen" auch die Sicht auf die Kometen (ausführlich hierzu in (4)). Mit der Erkenntnis der kosmischen Natur der Kometen wurde die Furcht vor ihnen nicht beendet, sondern durch eine andere ersetzt, Kometenastrophologie durch Angst vor den physischen Wirkungen der Kometen. Erst im 19. Jahrhundert war es dann klar, daß Kometen im Vergleich zu den Planeten verschwindend kleine Massen besitzen. „Nullen des Weltsystems“ nannte sie daher J. H. v. MADLER.

Sind Kometen auch „Nullen“ für die Erde und das Leben auf ihr? Der „Tunguskische Meteor“, den man nach favorisierter Hypothese für ein Kometenbruchstück hält, hatte nach neueren Berechnungen eine Explosionsstärke von etwa  $5 \cdot 10^{23}$  erg, d. h. die einer mittleren Wasserstoffbombe. Nach einigen Hypothesen wird das Sauriersterben, das ein Symbol für einschneidende Ereignisse in der Erdgeschichte darstellt, auf eine Kollision mit einem Kometen zurückgeführt. Mithin kann man, was reale, mögliche oder vermutete Auswirkungen von Kometenstürzen auf die Erde betrifft, durchaus nicht von „Nullen“ sprechen. Vielmehr wird das Bestreben verständlich, wissenschaftlich begründete Abschätzungen für derartige Gefahren zu erhalten.

#### **Kometen im Ringen um ein neues Weltbild**

TYCHO BRAHE stellt 1577 für einen hellen Kometen fest, daß dieser sich etwa 230 Erdradien von der Erde entfernt befindet. Er ist eine *supralunare* Erscheinung! J. KEPLER beobachtet 1607 den Halleyschen Kometen, deutet ihn als den Vorbeizug eines fremden kosmischen Körpers und schreibt ihm eine geradlinige Bahn zu. Der Komet müßte die Sphären durchstoßen, gäbe es sie. Die neuen Erkenntnisse und Hypothesen über die Kometen helfen bei der Auflösung des alten Weltbildes. Kometendeutung fließt vom 16. bis 18. Jahrhundert auf verschiedene Weise in die Ausgestaltung des neuen Weltbildes und in Versuche zur Bewältigung der weltanschaulichen Konsequenzen der copernicanischen Wende ein.

Nach der Supernova von 1572 ist TYCHO BRAHES Komet der zweite durch Beobachtungen gesicherte Hinweis auf kosmische Veränderungen. Hat GALILEI recht, wenn er angesichts dieser und anderer Beweise davon spricht, daß für die Pseudophilosophie der „Unveränderlichkeit der Himmel“ das „Jüngste Gericht“ gekommen ist? Gerade die Kometen liefern I. NEWTON das Argument gegen eine physikalische Kosmogonie. Das Entstehen der Planeten mit ihren nahezu kreisförmigen Bahnen und der Kometen mit ihren so exzentrischen Bahnen ließe sich nicht aus einem einheitlichen Prozeß heraus verstehen. Nur Gott könne unser Sonnensystem so eingerichtet haben.

Ganz anders die Funktion der Kometenforschung

hinsichtlich der Durchsetzung der klassischen Mechanik und der mit ihr engstens verbundenen Himmelsmechanik. NEWTONS Gravitationsgesetz wird aufgestellt, damit es die KEPLERschen Gesetze abzuleiten gestattet. Die quantitative Bestätigung bereitet jedoch Schwierigkeiten, da die Daten über Erdgröße und Abstände der Körper im Sonnensystem noch zu ungenau sind und die Unregelmäßigkeiten in der Mondbewegung noch nicht mathematisch behandelbar sind. Daher wird die erfolgreiche Berechnung von Kometenbewegungen zur wichtigen Stütze für NEWTONS Theorie. In den „Principia“ finden wir die Berechnung der in Perihelnähe annähernd parabelförmigen Bahn des Kometen von 1680; NEWTON kann befriedigt feststellen, daß Theorie und Beobachtung gut übereinstimmen.

Bekanntlich braucht NEWTONS Theorie längere Zeit bis zu ihrer allgemeinen Anerkennung. Auf dem Kontinent gelingt ihr der endgültige Durchbruch erst mit der von HALLEY vorausgesagten Wiederkehr des Kometen von 1682.

Kometen spielen auch eine wichtige Rolle bei dem Versuch, das Gefühl des Verlorenseins in den kosmischen Weiten, das nach COPERNICUS' Nachweis der Erde als eines kosmischen Körpers unter vielen aufkommt, zu überwinden. Bereits bei G. BRUNO gibt es nicht nur eine Vielheit von „Welten“; diese Welten sind für ihn auch von vernunftbegabten Lebewesen bewohnt. Dieser Gedanke spielt im 17. und 18. Jahrhundert eine zunehmende Rolle. Die Phantasie bevölkert das Weltall. Der Mensch ist nicht mehr allein, der Kosmos ist nicht öde. Von den Kometen weiß man, daß sie das Sonnensystem verlassen können. Sie werden zu „Wanderern zwischen den Welten“. Nach LAMBERT könnten derartige Kometen bewohnt sein. Würden die Bewohner dieser Kometen länger leben als die Erdenmenschen, wären sie prädestiniert, Astronomen zu sein, die die großräumige Struktur des Kosmos studieren und die Harmonie der Schöpfung bewundern.

#### **„Urmaterie“ des Sonnensystems?**

Darüber, ob F. WHIPPLES Modell der Kometenkerne als schmutziger Schneeball das richtige ist, könnte der erfolgreiche Verlauf der HALLEY-Missionen endgültigen Aufschluß geben. Bedeutender jedoch ist noch die Aufklärung von Entstehungsart und -ort der Kometen. Hierzu gibt es eine Vielfalt von Vermutungen. Aktuell geht die Auseinandersetzung um zwei Typen von Hypothesen. Nach dem einen sind die Kometen Überreste des „Baumaterials“ unseres Sonnensystems, die sich in Entfernungen von Zehntausenden AE bis zu 1 Lichtjahr in einer riesigen Wolke von geschätzten  $10^{11}$  bis  $10^{13}$  Kometenkernen befinden (OORTsche Wolke). Sie wären demnach „Urmaterie“ unseres Sonnensystems; ihre Erforschung könnte Aufschluß

über seine Entstehung geben. Nach anderen Vorstellungen sind die Kometen interstellarer Herkunft, entweder in der Weise, daß sie bei dem Weg unseres Sonnensystems durch galaktische Gas- und Staubwolken gebildet werden, oder als galaktische Objekte, die durch die Gravitationswirkung der Sonne in unser System hineingezogen werden. In letzter Zeit zirkulieren Hypothesen, nach denen bekannte tiefe Einschnitte in der Erdgeschichte auf periodische Kometenbombardements zurückzuführen seien. So wird vermutet, daß der Einschlag eines 10-km-Objekts vor etwa 65 Millionen Jahren zum Ende der Kreidezeit, zur Vernichtung von etwa 60 Prozent der Tierarten geführt hat. Ein ähnlicher Einschnitt in der erdgeschichtlichen Entwicklung soll vor etwa 34 Millionen Jahren, zum Ende des Oligozäns, durch einen 3-km-Asteroiden bewirkt worden sein. Derartige Kometenschauer im Sonnensystem könnten auf verschiedene Weise erzeugt werden. Die einen nehmen an, daß ein bisher unbekannter Begleiter der Sonne jene Kometen aus der OORTschen Wolke auslenkt; nach anderen geschieht dies durch in der Nähe unseres Sonnensystems vorbeigehende Sterne. Gemäß der Konzeption der galaktischen Herkunft der Kometen treten die Kometenschauer auf, wenn die Sonne sich durch galaktische Gas- und Staubmassen bewegt; oder unser System bewege sich im Verlaufe des galaktischen Jahres durch Häufungsgebiete von Kometen (galaktische Ebene, Spiralarme).

Es muß darauf hingewiesen werden, daß derartige Auffassungen derzeit nur Hypothesen und oft sehr spekulativer Natur sind. Für das „Sauriersterben“ macht man neuerdings verstärkt terrestrische Ursachen (verstärkten Vulkanismus) verantwortlich. Wie dem auch sei, die Kometen spielen wieder eine wichtige Rolle in der Forschung, regen auf neue Weise die Phantasie der Astronomen, Planetologen usw. an. Die Hypothesen über die galaktische Herkunft der Kometen haben darauf aufmerksam gemacht, daß man die Erdgeschichte möglicherweise nicht nur im Rahmen des Sonnensystems verstehen kann, sondern daß das Werden der Existenzbedingungen für die Menschheit nur im Rahmen des galaktischen Geschehens voll verstehbar ist. So sehen wir, daß die Kometenforschung weitreichende Fragen aufwirft. Vom HALLEYSchen Kometen, der noch nicht allzu oft in Sonnennähe war und damit viele Informationen über seinen Ursprung noch in sich trägt, erhofft man einiges zur Beantwortung dieser Fragen.

#### Literatur:

- (1) REICHSTEIN, M.: **Kometen – kosmische Vagabunden.** Leipzig/Jena/Berlin 1985.
- (2) Die Sterne. 61 (1985), 5/6. (Doppelheft über Kometen)
- (3) STILLER, H./MOHLMANN, D.: **Kometen als natürliche Sonden.** spectrum 16 (1985), 9, 10–11.
- (4) HAMEL, J.: **Die Kometen im Weltbild der Antike und des Mittelalters.** Die Sterne 60 (1984), 6, 347–356.

(5) GEHLHAR, F.: **Kometendeutung und Auseinandersetzung um das Weltbild.** Deutsche Zeitschrift für Philosophie 34 (1986), 3.

(6) RIETZ, F.-E.: **Kurs auf Halley.** Urania 11/1985, 24–29.

Anschrift des Verfassers:

**Dr. FRITZ GEHLHAR**

Zentralinstitut für Philosophie der AdW der DDR

DDR - 1080 Berlin

Otto-Nuschke-Straße 10/11

Manfred Reichstein

## Jupiter und seine Begleiter (II)

### Sonnenferne Asteroiden und die Herkunft von Jupiters Zwergsatelliten

Mit der Besprechung von Jupiters Ringen und den ihn umkreisenden Satelliten haben wir in Wirklichkeit sein Gesamtsystem im weitesten Sinne des Wortes noch lange nicht erfaßt. Seine ungewöhnlichen Gravitationspotenzen haben ihn seit Jahr-milliarden in einem relativ großen Raum ermächtigt, bahngestaltend auf alles einzuwirken, was ihm dort zu nahe kam. Im Wiederholungsfalle von Begegnungen gilt dies sogar über Entfernungen von 2 AE hinaus. So veränderte er die Häufigkeitsverteilung der Zwergplaneten im Asteroidengürtel ganz erheblich und schuf Lücken vor allem dort, wo deren Umlaufzeiten um die Sonne mit seiner eigenen in relativ einfachen Zahlenverhältnissen standen, wie zum Beispiel 2/1, 3/1, 5/2 oder 7/3.

Jupiter vermochte darüber hinaus sich eine eigene bedeutende Kometenfamilie zu schaffen, indem er einige dieser fernen Mitglieder unseres Sonnensystems auf ihrem Wege zum Zentrum so aus ihrer Bahn warf, daß sie vorübergehend in Ellipsen, deren Aphel nahe seiner Bahn liegt, die Sonne umkreisen müssen. Zirka 70 Mitglieder zählt diese weitaus größte Kometenfamilie unseres Planetensystems heute. Doch auch diese Familie, wie auch die Ringsubstanz, ist nur ein „Durchgangslager“ kosmischer Kleinkörper, denn Kometen ertragen wegen ihrer leichtflüchtigen Stoffe solche sonnen-nahen Aufenthaltsräume nicht als Daueraufenthalt. Zudem führen die unregelmäßigen weiteren nahen Vorbeigänge Jupiters an ihnen nach einer gewissen Zahl von Umläufen zu erneuten Bahnstörungen, wodurch sie entweder in noch größere Sonnennähe geraten können oder aber sie werden umgekehrt wieder in ferne Räume hinauskatapultiert.

Fortsetzung auf S. 43

## **Lehrplan Astronomie Klasse 10**

Der Lehrplan Astronomie, Klasse 10, gilt ab 1. September 1987 für den Unterricht in der zehnklassigen allgemeinbildenden Oberschule.  
Berlin, 1. Februar 1986

Der Minister für Volksbildung  
M. HONECKER

### **ZIELE UND AUFGABEN**

Im Astronomieunterricht erwerben die Schüler grundlegendes Wissen über das Weltall, über ausgewählte astronomische Objekte und über die Raumfahrt. Im Zusammenhang damit lernen sie einige Arbeitsmethoden kennen, die in der Astronomie zur Erkenntnisgewinnung angewendet werden. Die Schüler lernen, den Sternhimmel zu beobachten. Sie erkennen, daß die Astronomie Bezug zur gesellschaftlichen Praxis hat und zur Erweiterung der Erkenntnisse über die Natur beiträgt. Sie gelangen zu der Einsicht, daß die historische Entwicklung der Astronomie von weltanschaulichen Auseinandersetzungen begleitet war und daß Aufgabenstellungen für Astronomie und Raumfahrt von den gesellschaftlichen Verhältnissen sowie vom Entwicklungsstand anderer Wissenschaften und der Technik abhängen.

Die Schüler erwerben Kenntnisse über Bewegungen, über physikalische Eigenschaften, über die Entstehung und die Entwicklung von Himmelskörpern sowie über die Entwicklung im Kosmos. Bei der Behandlung der Planeten, der Sonne, der Sterne und der Sternsysteme erkennen sie, daß es möglich ist, Entfernungen und physikalische Eigenschaften von Himmelskörpern zu bestimmen und Einblicke in deren Entstehung und Entwicklung zu erhalten. Die Schüler lernen den Aufbau des Sonnensystems und unseres Milchstraßensystems kennen. Sie ordnen das Sonnensystem in die Galaxis ein und erfassen, daß es keine bevorzugte Stellung des Sonnensystems im Kosmos gibt.

Der Astronomieunterricht leistet einen Beitrag zur Herausbildung der Überzeugung der Schüler von der Erkennbarkeit des Weltalls und von der Entwicklung im Kosmos. Sie erkennen, daß Vorgänge im Weltall durch Anwendung erkannter Naturgesetze erklärt und vorhergesagt werden können. Historische Betrachtungen sollen den Schülern zeigen, daß der Mensch in der Lage ist, Eigenschaften astronomischer Objekte und Vorgänge im Weltall immer umfassender zu erkennen. Am Beispiel der

Raumfahrt erkennen die Schüler, daß physikalische Gesetze, die für die Bewegung natürlicher Himmelskörper gelten, für technische Zwecke genutzt werden können.

Die Schüler sind zu der Einsicht zu führen, daß Erkenntnisse der Astronomie und Ergebnisse der Raumfahrt durch die Gesellschaft genutzt werden. Die Schüler erhalten Einblick in die Bedeutung der Raumfahrt für den Menschen. Sie sollen die hohe Verantwortung der Gesellschaft für die friedliche Nutzung der Raumfahrt und ihrer Ergebnisse erkennen und den Kampf der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Länder gegen die Militarisierung des Weltraums durch die USA und ihre NATO-Verbündeten als Beispiel dafür werten, wie dieser Verantwortung durch die sozialistische Gesellschaft entsprochen wird.

Im Astronomieunterricht sind die Schüler durch aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff zu befähigen,

- sich am Sternhimmel zu orientieren, einfache Beobachtungen durchzuführen und auszuwerten, die drehbare Sternkarte und die Arbeitssternkarten zu benutzen sowie Sternkarten und Himmelsfotos unter Anleitung auszuwerten;
- beobachtbare Erscheinungen (z. B. Bewegungen und Phasen von Himmelskörpern, Finsternisse) zu erklären;
- mathematische Verfahren und Betrachtungsweisen (z. B. Interpretieren von Gesetzen und Diagrammen, Vergleichen und Berechnen von Größen) auf astronomische Sachverhalte anzuwenden, mit Modellen und mit dem elektronischen Taschenrechner zu arbeiten;
- die Bedeutung astronomischer Erkenntnisse für die Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes zu erläutern;
- wichtige Ereignisse der Raumfahrt im Zusammenhang mit deren gesellschaftlicher Zielstellung zu betrachten.

### **Hinweise zur methodischen und organisatorischen Gestaltung des Unterrichts**

Damit sich die Schüler solides Wissen und Können aneignen, ist der Astronomieunterricht problemreich, interessant, anschaulich und erziehungswirksam zu gestalten. Die Schüler sollen vielfältige Möglichkeiten zur aktiven Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff erhalten.

Fragestellungen, vor denen die Astronomen in der Vergangenheit standen und in der Gegenwart stehen, sind für eine problemhafte Unterrichtsgestaltung und für die Motivierung des Lernens der Schüler zu nutzen. Die Erarbeitung astronomischen Wissens ist mit der Erörterung aktueller Ereignisse (z. B. Raumfahrtereignisse, besondere Erscheinungen am Himmel) zu verbinden.

Im Unterricht ist besonderes Augenmerk auf die Erarbeitung und Anwendung der grundlegenden

Begriffe und Gesetze zu legen. Dafür ist genügend Zeit zu planen. Zur Festigung des Wissens sind Wiederholungen zu planen und durchzuführen. Wesentliche Begriffe sowie wichtige Größen und Ereignisse, die sich die Schüler einprägen sollen, sind im Lehrplan am Ende jedes Stoffgebietes besonders ausgewiesen. Schriftliche Leistungskontrollen sollen nur als Kurzkontrollen durchgeführt werden.

Der selbständigen Aneignung von Wissen und Können durch die Schüler dienen die Auswertung von Tabellen, Diagrammen und Karten, die Anregung und Befähigung zum selbständigen Beobachten des Sternhimmels sowie die Arbeit mit dem Lehrbuch, dem Tafelwerk, weiteren Nachschlagewerken und populärwissenschaftlicher Literatur.

Wesentliche, von den Schülern auszuführende geistige und geistig-praktische Tätigkeiten sind im Lehrplan durch Einrücken gekennzeichnet. Der Lehrer soll sie der didaktisch-methodischen Planung seines Unterrichts zugrunde legen.

Bei der Gestaltung des Astronomieunterrichts sind historische Betrachtungen zu nutzen, um den Schülern bewußt zu machen, wie die Himmelskörper und der Kosmos immer besser erforscht, die Arbeitsmethoden der Astronomie weiterentwickelt und das wissenschaftliche Weltbild vervollkommen wurden.

Große Bedeutung kommt der Koordinierung des Astronomieunterrichts mit anderen Fächern zu. Da der Astronomieunterricht in besonders starkem Maße auf Wissen der Schüler aus dem Physikunterricht aufbaut und auch Vorleistungen für diesen erbringt, ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Physiklehrer erforderlich.

Die astronomischen Beobachtungen der Schüler sind im Lehrplan zu Beginn jeder Stoffeinheit ausgewiesen. Für die Beobachtungen sind den Schülern konkrete Aufträge zu erteilen, die im Unterricht vorzubereiten sind. Es ist zu gewährleisten, daß die Beobachtungsergebnisse in den Unterricht einbezogen werden. Sie sollen der Motivierung des Lernens sowie der Gewinnung und der Festigung von Erkenntnissen dienen. Die Beobachtungen sind mit dem Schulfernrohr 63/840 (Telementor) an den Schulen oder an zentralen Beobachtungspunkten möglich.

Für die Durchführung der Beobachtungen sind drei Stunden geplant. Es wird empfohlen, die Beobachtungen (außer der Sonnenbeobachtung) an mehreren Beobachtungsabenden durchzuführen. Im Winterhalbjahr können auch Beobachtungen des Morgenhimmels erfolgen.

Während der Beobachtungsveranstaltungen sollen vorwiegend Beobachtungen zur Orientierung am Sternhimmel und Beobachtungen, für die das Fernrohr notwendig ist, durchgeführt werden. Beobachtungen, die ohne Fernrohr möglich sind, können den Schülern als Hausaufgaben gestellt werden.

Alle Beobachtungen sind vom Lehrer so zu planen, daß sie so früh wie möglich im Schuljahr beginnen und zu Beginn des zweiten Schulhalbjahres abgeschlossen werden.

Im Astronomieunterricht sind die geltenden Bestimmungen für den Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz einzuhalten.<sup>1</sup> Der Lehrer hat zu sichern, daß die für eine gefahrlose Sonnenbeobachtung erforderlichen Maßnahmen von allen Schülern konsequent eingehalten werden.

Da viele astronomische Objekte im Astronomieunterricht nicht oder nicht immer beobachtet werden können, sind Unterrichtsmittel intensiv zu nutzen, um den Schülern klare Vorstellungen über die behandelten astronomischen Objekte zu vermitteln.

Die folgenden Angaben zum Inhalt des Unterrichts und die Reihenfolge der Stoffgebiete 1. bis 3. sind mit den dafür angegebenen Stundenzahlen verbindlich. Um jedoch bei der Behandlung der Stoffeinheit „Orientierung am Sternhimmel“ die notwendige enge Verbindung zwischen Beobachtungen und Klassenunterricht zu erreichen, ist folgendes zu beachten:

Wenn zu Beginn des Schuljahres keine günstigen Beobachtungsmöglichkeiten bestehen, kann nach der Behandlung der Stoffeinheit „Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie“ sofort mit der Behandlung des Sonnensystems begonnen werden. Die Behandlung des Stoffgebietes „Einführung in die Astronomie“ ist einschließlich der zugehörigen Beobachtungen jedoch bis zu Beginn der Behandlung der Stoffeinheit „Mond“ abzuschließen.

## STOFFÜBERSICHT

<b>1. Einführung in die Astronomie</b>	<b>5 Stunden</b>
Beobachtungen	(1 Stunde)
1.1. Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie	(2 Stunden)
1.2. Orientierung am Sternhimmel	(2 Stunden)
<b>2. Das Sonnensystem</b>	<b>10 Stunden</b>
Beobachtungen	(1 Stunde)
2.1. Überblick über das Sonnensystem	(2 Stunden)
2.2. Planeten	(3 Stunden)
2.3. Mond	(2 Stunden)
2.4. Raumfahrt	(2 Stunden)
<b>3. Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis</b>	<b>13 Stunden</b>
Beobachtungen	(1 Stunde)
3.1. Die Sonne	(3 Stunden)

<sup>1</sup> Anweisung Nr. 2/84 vom 1. Februar 1984 zum Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht und in der außerunterrichtlichen Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaften (VuM Nr. 2/84) in der Fassung der 2. Anweisung vom 12. September 1984 (VuM Nr. 8/84).

3.2. Sterne

(6 Stunden)

3.3. Sternsysteme und Metagalaxis

(3 Stunden)

**28 Stunden**

## INHALT DES UNTERRICHTS

### 1. Einführung in die Astronomie

5 Stunden

In den Einführungsstunden werden die Schüler mit dem Forschungsgegenstand der Astronomie bekannt gemacht. Sie lernen einige wichtige Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie im Überblick kennen und werden auf wichtige Inhalte des Astronomieunterrichts orientiert. Dabei sind das Interesse der Schüler am Fach und ihre Bereitschaft zu aktiver Mitarbeit auch dadurch zu wecken, daß Hinweise und erste Aufgabenstellungen für astronomische Beobachtungen gegeben werden.

Bei der Behandlung der Entstehung der Astronomie und einiger ihrer Aufgaben lernen die Schüler auch Beispiele für die praktische Nutzung astronomischer Erkenntnisse kennen.

Die Schüler wiederholen Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise des Fernrohrs. Sie erfahren, daß die astronomische Beobachtung in bestimmten Wellenbereichen durch die Erdatmosphäre erheblich behindert oder gar unmöglich gemacht wird. In diesem Zusammenhang ist auf die Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch Anwendung radioastronomischer Instrumente und durch die Raumfahrt sowie auf neue Erkenntnisse durch Einsatz dieser technischen Mittel hinzuweisen.

Bei der Orientierung am Sternhimmel ist zu erarbeiten, daß die scheinbare tägliche Bewegung der Sterne durch die Teilnahme des Beobachters an der Rotation der Erde (wahre Bewegung) zu erklären ist. Die Schüler sollen erkennen, daß Sternbilder nur ein grobes Orientierungsmittel darstellen und zur genauen Angabe eines Sternortes Koordinaten notwendig sind. Dabei soll eine Beschränkung auf die Koordinaten im Horizontsystem erfolgen. Die Schüler sind zu befähigen, beobachtete Objekte auf der drehbaren Sternkarte zu finden und astronomische Objekte am Sternhimmel an Hand ihrer Koordinaten aufzufinden.

#### Beobachtungen

(1 Stunde)

1. Aufsuchen wichtiger Sternbilder, der Sterne des Sommerdreiecks und des Polarsterns (Anwenden der drehbaren Sternkarte), Bestimmen der Haupthimmelsrichtungen am Horizont
2. Verfolgen der Lageveränderung horizontnaher Sterne und Sternbilder relativ zum natürlichen Horizont
3. Schätzen und Messen der Koordinaten heller Sterne

#### 1.1. Aufgaben und Forschungsmethoden der Astronomie

(2 Stunden)

##### Vorleistungen

aus dem *Geographieunterricht*: Aufbau der Erdatmosphäre (Klasse 9);

aus dem *Physikunterricht*: Fernrohr (Klasse 6); Lufthülle der Erde, Luftdruck (Klasse 7).

Entstehung der Astronomie im Altertum

Praktische Nutzung astronomischer Erkenntnisse (Zeitbestimmung, Kalender, Orientierung)

Überblick über Gegenstand, Arbeitsgebiete und Aufgaben der Astronomie

Hinweis auf inhaltliche Schwerpunkte des Astronomieunterrichts

Beobachtung als eine wesentliche Arbeitsmethode der Astronomie

Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch Einführung des Fernrohrs und der Fotografie in die astronomische Forschung

Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise des Linsenfernrohrs, Hinweis auf Spiegelfernrohr

Beispiele für große Fernrohre und deren Standorte; das Schulfernrohr

Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit des Fernrohrs von Brennweite und Durchmesser des Objektivs

Beschränkung der Beobachtungsmöglichkeiten durch die Erdatmosphäre, Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch die Raumfahrt, Hinweis auf die Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch Anwendung radioastronomischer Instrumente

Hinweis auf neue Erkenntnisse der Astronomie

*Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise des Linsenfernrohrs*

*Erläutern, daß die Beobachtungsmöglichkeiten durch das Fernrohr, die Fotografie und die Raumfahrt erweitert wurden*

*Erläutern, daß die Beobachtungsmöglichkeiten durch die Raumfahrt, Hinweis auf die Erweiterung der Beobachtungsmöglichkeiten durch Anwendung radioastronomischer Instrumente*

*Hinweis auf neue Erkenntnisse der Astronomie*

*Beschreiben des Aufbaus und Erklären der Wirkungsweise des Linsenfernrohrs*

*Erläutern, daß die Beobachtungsmöglichkeiten durch das Fernrohr, die Fotografie und die Raumfahrt erweitert wurden*

### 1.2. Orientierung am Sternhimmel (2 Stunden)

#### Vorleistungen

aus dem *Geographieunterricht*: Rotation der Erde (Klassen 5 und 7); Gradnetz der Erde (Klasse 7).

Scheinbare Himmelskugel: Zenit, Horizont; Himmelspol, Himmelsäquator

Sternbilder als Orientierungshilfe; Sterne des Sommerdreiecks

Scheinbare tägliche Bewegung des Sternhimmels und ihre Ursache; der Tag

*Erklären der Entstehung von Tag und Nacht*

*Angabe eines Sternorts mit Hilfe von Koordinaten*

*Abhängigkeit der Polhöhe vom Beobachtungsort*

*Abhängigkeit der Polhöhe vom Beobachtungsort*

*Abhängigkeit der Polhöhe vom Beobachtungsort*

Drehbare Sternkarte: Aufbau, Anwendung

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

*Einstellen und Anwenden der drehbaren Sternkarte: Bestimmen der Koordinaten von Sternen für einen Beobachtungszeitpunkt, Bestimmen der Namen beobachteter Sterne, Bestimmen des Zeitpunktes des Aufgangs und des Untergangs von Sternen und Sternbildern, Ermitteln einer günstigen Beobachtungszeit für Sterne und Sternbilder*

## 2. Das Sonnensystem

10 Stunden

In diesem Stoffgebiet ist an das Wissen der Schüler über das Sonnensystem, über die Bewegungen der Planeten und über die Gravitation anzuknüpfen. Ihnen ist ein Überblick über die zum Sonnensystem gehörenden Objekte und über die räumliche Struktur des Sonnensystems zu geben.

Zur Vertiefung ihrer wissenschaftlichen Weltanschauung wird den Schülern nachgewiesen, daß sich die Erkenntnisse über das Sonnensystem in einem langen historischen Prozeß sowie in Abhängigkeit vom Stand anderer Wissenschaften und der Technik entwickelt haben und weiterentwickeln. Die Schüler sollen erkennen, daß frühere Vorstellungen vom Weltall auf einer falschen Deutung beobachteter Erscheinungen beruhten, daß diese Vorstellungen jedoch eine wichtige Vorstufe für das Erkennen der Struktur des Sonnensystems und der Stellung des Menschen im Kosmos waren.

Die Schüler werden mit Beispielen des Wirkens bedeutender Gelehrter für den Fortschritt in der Astronomie bekannt gemacht. Sie erkennen, wie im Mittelalter die herrschende Klasse versuchte, das Wirken derjenigen Wissenschaftler zu hemmen, durch deren Erkenntnisse Grundlagen ihrer Macht erschüttert wurden.

Bei der Behandlung der Planeten stehen deren Bewegungen und einige physikalische Eigenschaften im Mittelpunkt des Unterrichts. Die Keplerschen Gesetze und das Newtonsche Gravitationsgesetz sind als Belege dafür zu behandeln, daß den Vorgängen im Sonnensystem erkennbare Naturgesetze zugrunde liegen. Durch Vergleichen physikalischer Eigenschaften wird zwischen erd- und jupiterartigen Planeten unterschieden.

Schwerpunkte bei der Behandlung des Mondes bilden dessen Bewegung, Phasen, Finsternisse und einige seiner physikalischen Eigenschaften. Die Schüler sind zu befähigen, den Wechsel der Mondphasen und das Entstehen von Finsternissen zu erklären.

Bei der Behandlung der Planeten und des Mondes wird zwischen scheinbaren und wahren Bewegungen dieser Objekte unterschieden. Erzieherisch bedeutsam ist dabei das Entwickeln der Einsicht der Schüler, daß der Mensch von der Erscheinung zum Wesen der Dinge vordringen muß, um zu richtigen Erkenntnissen zu gelangen. Die Schüler sollen die Überzeugung erwerben, daß astronomische Ereignisse, wie Planetenkonstellationen und Finsternisse, kein Grund für Aberglauben sind.

In der Stoffeinheit „Raumfahrt“ werden die Bedeutung der Raumfahrt für den Menschen sowie der Zusammenhang von Zielen der Raumfahrt und Nutzung ihrer Ergebnisse mit dem Charakter der Gesellschaft in den Mittelpunkt des Unterrichts gestellt. Bei der Behandlung von Raumfahrtereig-

nissen sind die planmäßige Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt, das ständige Ringen der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Länder um die Sicherung der friedlichen Nutzung der Raumfahrt sowie der Kampf der Friedenskräfte gegen die Militarisierung des Weltraumes zu würdigen. Technische Einzelheiten der Raumfahrt werden nicht behandelt.

Erkenntnisse über Eigenschaften von Himmelskörpern, die mit Hilfe der Raumfahrt gewonnen wurden, werden bei der Behandlung der entsprechenden astronomischen Objekte dargelegt. Dabei ist auch auf die Bedeutung dieser Erkenntnisse für die Erklärung der Entwicklungsgeschichte des Sonnensystems hinzuweisen.

Für die Beobachtungen ist der Mond ein besonders geeignetes Objekt. Die Mondoberfläche sowie Veränderungen der Mondphase und der Stellung des Mondes relativ zu den Sternen sind von den Schülern zu beobachten und zu skizzieren. Die Beobachtungsergebnisse sind für die Motivierung des Lernens und als Grundlage für die Erarbeitung der Erkenntnisse über die Bewegungen des Mondes zu nutzen.

Die Möglichkeiten zur Beobachtung der Planeten können eingeschränkt sein. Es soll angestrebt werden, mindestens einen Planeten zu beobachten und an dessen Beispiel auch Ergebnisse der Planetenforschung mit Hilfe der Raumfahrt zu behandeln.

### Beobachtungen

(1 Stunde)

#### 4. Beobachten

- a) der Venus (Phase) und/oder
  - b) des Mars (Bewegung relativ zu den Sternen) und/oder
  - c) des Jupiters (helle Monde) und/oder
  - d) des Saturns (Ringsystem)
5. Verfolgen der Änderung der Mondphase und der Änderung der Stellung des Mondes relativ zu den Sternen
  6. Beobachten der Mondoberfläche mit bloßem Auge und mit dem Fernrohr

### 2.1. Überblick über das Sonnensystem (2 Stunden)

#### Vorleistungen

aus dem *Geschichtsunterricht*: Frühmittelalterliche Kultur und Rolle der Kirche in West- und Mitteleuropa, Weiterentwicklung der Kultur im Hochmittelalter sowie Weltanschauung und Kunst des deutschen Bürgertums (Klasse 6); die großen geographischen Entdeckungen (Klasse 7);

aus dem *Physikunterricht*: Fakten über Leben und Werk Galileis und Newtons (Klasse 9); Entwicklung der Vorstellungen über unser Sonnensystem, Gravitationsgesetz (Klasse 10);

aus dem *Mathematikunterricht*: Potenzrechnung (Klasse 9).

Historische Entwicklung der Erkenntnisse über das Sonnensystem:

---

Fortsetzung auf S. 39



Erde in alten Weltbildern; Deutung von Naturerscheinungen im Altertum, Astrologie; geozentrisches Weltbild des Ptolemäus, heliozentrisches Weltbild des Copernicus; Wende in der Astronomie durch das heliozentrische Weltbild; Kampf um das heliozentrische Weltbild (Bruno, Galilei)

*Erläutern, daß durch das Weltbild des Copernicus eine Wende in der Astronomie eingeleitet wurde*

Überblick über das Sonnensystem:

Sonne als Massezentrum des Systems, Planeten (Namen, Reihenfolge). Satelliten (Monde) der Planeten, Planetoiden, Kometen, Meteorite  
Entfernungen im Sonnensystem, Astronomische Einheit

Maßstäbliches Modell des Sonnensystems

*Beschreiben des Aufbaus des Sonnensystems  
Berechnen von Größen in einem maßstäblichen Modell des Sonnensystems*

## 2.2. Planeten

(3 Stunden)

Vorleistungen

aus dem *Geographieunterricht*: Achsenneigung und Umlauf der Erde (Klasse 8);  
aus dem *Physikunterricht*: Reflexion des Lichtes (Klasse 6);  
Relativität der Bewegung, Kreisbewegung (Klasse 9); Gravitationsgesetz (Klasse 10).

Bewegung der Planeten um die Sonne

Keplersche Gesetze

Bedeutung der Keplerschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes für die Durchsetzung des heliozentrischen Weltbildes

Hinweis auf die Entdeckung des Planeten Neptun

Hinweis auf die Anwendung der Keplerschen Gesetze und des Gravitationsgesetzes in der Raumfahrt

Jährliche Bewegung der Erde; Erscheinung der jährlichen Bewegung der Erde am Himmel; das Jahr; Hinweis auf jährliche Parallaxe

*Beschreiben der Bewegungen der Planeten mit den Keplerschen Gesetzen*

*Berechnen der Quotienten  $\frac{r^3}{T^2}$  für die Planeten*

*Erklären des Umlaufes der Erde um die Sonne mit dem Newtonschen Gravitationsgesetz*

*Erläutern der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne*

Scheinbare Bewegung der Planeten relativ zu den Sternen

Sichtbarkeit der Planeten

*Erklären der scheinbaren Bewegung eines Planeten*

*Erläutern der Sichtbarkeit eines Planeten an Hand einer gegebenen Skizze*

Physikalische Eigenschaften der Planeten

Radien, Massen und mittlere Dichten der Planeten  
Erdartige und jupiterartige Planeten

*Vergleichen der Radien, Massen und mittleren Dichten von Planeten und Unterscheiden zwischen erdartigen und jupiterartigen Planeten*

Hinweis auf Atmosphären der Planeten

Einige Ergebnisse der Untersuchung eines Planeten mit Hilfe der Raumfahrt

## 2.3. Mond

(2 Stunden)

Vorleistungen

aus dem *Physikunterricht*: Reflexion des Lichtes, Mondfinsternis (Klasse 6); Fallbeschleunigung (Klasse 9).

Scheinbare und wahre Bewegung des Mondes; der Monat

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde  
Mondphasen

*Erklären der Entstehung der Mondphasen*

Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternissen

Hinweis auf die Neigung der Mondbahnebene gegen die Erdbahnebene

*Erklären der Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternis*

Radius und Masse des Mondes im Vergleich zur Erde

Physikalische Verhältnisse auf dem Mond (Fallbeschleunigung, fehlende Atmosphäre, Temperatur)

Oberflächenformationen des Mondes

Einfluß des Mondes auf die Erde (Gezeiten)

*Erklären der physikalischen Verhältnisse auf dem Mond*

Hinweis auf Satelliten (Monde) anderer Planeten

## 2.4. Raumfahrt

(2 Stunden)

Vorleistungen

aus dem *Physikunterricht*: Gesetze der Mechanik (Klasse 9);  
kosmische Geschwindigkeiten, Gravitationsgesetz (Klasse 10).

Aus der Geschichte der Raumfahrt:

Pioniere der Raumfahrt (u. a. Ziolkowski, Oberth);  
Ersterfolge der praktischen Raumfahrt (u. a. Sputnik I, erster bemannter Raumflug – Gagarin, erster Raumflug eines Kosmonauten der DDR – Jähn)

Überblick über wichtige Aufgaben der Raumfahrt und über ihren Nutzen für den Menschen

Beispiele für den Zusammenhang zwischen den Aufgaben von Raumflugkörpern und ihren Bahnen

Zusammenhang von Zielen der Raumfahrt und Nutzung ihrer Ergebnisse mit dem Charakter der Gesellschaft

Planmäßige Entwicklung der sowjetischen Raumfahrt

Ständiges Ringen der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Länder um die Sicherung der friedlichen Nutzung der Raumfahrt und des Weltraumes

Zusammenarbeit der Sowjetunion mit sozialistischen und anderen Staaten auf dem Gebiet der Raumfahrt

Kampf gegen die Militarisierung des Weltraumes durch die USA und ihre NATO-Verbündeten

Erläutern von Aufgaben und Nutzen der Raumfahrt (auch an einem aktuellen Beispiel)

Erläutern des Zusammenhanges zwischen den Aufgaben eines Raumflugkörpers und seiner Bahn

Nennen von Beispielen für den Kampf der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Länder gegen die Militarisierung des Welt- raumes

Begriffe:	Größen und Ereignisse <sup>1</sup> :	
Sonnensystem	Heliozentrisches Weltbild (Copernicus)	um 1500
Sonne	Gesetze der Planetenbewegung (Kepler)	um 1600
Planet (Namen und Reihenfolge der Planeten)	Beobachtung der hellen Jupitermonde (Galilei)	um 1600
Satellit (Begleiter eines Planeten)	Gravitationsgesetz (Newton)	um 1700
Komet		
Meteorit	Astronomische Einheit $1 \text{ AE} \approx 150 \cdot 10^6 \text{ km}$	
	Erdumlauf $1 \text{ a} \approx 365 \frac{1}{4} \text{ d}$	
	Mittlerer Erdradius $6370 \text{ km}$	
	Mondradius $\approx \frac{1}{4} \text{ Erdradius}$	
	Mondmasse $\approx \frac{1}{100} \text{ Erdmasse}$	
	Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde $\approx 384\,000 \text{ km}$	
	Sputnik I	1957
	Erster bemannter Raumflug (Gagarin)	1961
	Erster Raumflug eines DDR-Kosmonauten (Jähn)	1978

<sup>1</sup> Die Zahlenangaben sind zum Teil so gerundet, daß den Schülern das Einprägen erleichtert wird.

### 3. Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis 13 Stunden

In diesem Stoffgebiet eignen sich die Schüler Wissen über physikalische Eigenschaften der Sterne, über die Struktur der Galaxis und über die Metagalaxis an. Sie sollen Verständnis für Entwicklungsvorgänge im Kosmos erwerben. Dazu werden die Entstehung und die Entwicklung von Sternen und Planeten sowie die Expansion der Metagalaxis behandelt.

Zu Beginn dieses Stoffgebietes wird die Sonne als ein Stern unter vielen gleichartigen und ähnlichen betrachtet, für den jedoch infolge seiner geringen Entfernung von der Erde besonders gute Beobachtungsmöglichkeiten bestehen. Bei der Behandlung der Strahlungsleistung und der mittleren Dichte der Sonne sowie der Temperatur und der chemischen Zusammensetzung der Photosphäre ist den Schülern zu zeigen, daß durch Messung und Berechnung physikalische Eigenschaften der Sonne ermittelt werden können, obgleich sie direkten Untersuchungen nicht zugänglich ist. Durch die Darstellung ausgewählter Methoden für die Bestimmung von Entfernung, Leuchtkraft, Temperatur und Masse der Sterne wird die Überzeugung der Schüler von der Erkennbarkeit des Weltalls vertieft. Während der Beobachtung der Sonne ist die Aufmerksamkeit der Schüler auf das Sonnenspektrum, die Erscheinung der Sonnenflecke und die Rand-

verdunklung zu lenken. Die Schüler sind ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß sie nie mit ungeschützten Augen in die Sonne sehen dürfen und daß Sonnenbrillen kein ausreichender Augenschutz für eine Sonnenbeobachtung sind. Den Schülern ist zu erläutern, wie die Augen zuverlässig geschützt werden können.

Auf die Veränderung der Sonne durch Kernfusion und Strahlung ist einzugehen. Die Schüler erfahren, daß gleiche und ähnliche Prozesse wie in der Sonne auch in anderen Sternen ablaufen.

Physikalisches Wissen über die Spektren und über die Kernfusion besitzen die Schüler bei der Behandlung der Sonne noch nicht. Wissen über das Sonnenspektrum und über die Kernfusion in der Sonne ist im Astronomieunterricht als Vorleistung für den Physikunterricht zu erarbeiten. Die Entstehung der Spektren wird im Physikunterricht behandelt.

In der Stoffeinheit „Sterne“ ist der Zusammenhang von Entfernung, scheinbarer Helligkeit und Leuchtkraft herauszuarbeiten. Um den Schülern Vorstellungen über die riesigen Entfernungen selbst der Erde nahe gelegener Sterne und über die Größe der Radien der Sterne zu vermitteln, sind immer wieder anschauliche Vergleiche durchzuführen und Modelle einzusetzen.

An Hand des Hertzsprung-Russell-Diagramms (HRD) werden den Schülern Zusammenhänge zwischen meßbaren physikalischen Eigenschaften der Sterne erläutert. Die Schüler sollen befähigt werden, aus dem HRD Aussagen über physikalische Eigenschaften von Sternen abzuleiten.

Den Schülern ist zu erläutern, daß Sterne und Planeten aus interstellarem Gas und Staub entstehen, daß im Kosmos ständig Veränderungen und Entwicklungsprozesse ablaufen und daß auch gegenwärtig kosmische Objekte entstehen. Die Schüler sollen zu der Einsicht gelangen, daß die Entwicklung der kosmischen Objekte und die in großen Zeiträumen im Weltall ablaufenden Prozesse erkennbar sind.

Den Schülern ist ein Überblick über die Struktur unserer Galaxis zu geben. Die radioastronomische Auswertung der Strahlung des neutralen Wasserstoffs und die dadurch bestätigte Spiralstruktur unserer Galaxis ist als Beispiel dafür zu werten, daß durch Anwendung radioastronomischer Instrumente seit Mitte des 20. Jahrhunderts neue Informationsmöglichkeiten für die astronomische Forschung erschlossen worden sind.

Die Schüler sollen erkennen, daß die Astronomen mit der Entwicklung neuer und verbesserter Methoden und Instrumente immer größere Räume erforschen, die Grenzen des beobachtbaren Teils des Weltalls immer weiter hinausschieben, neue, bisher unbekannte Erscheinungsformen entdecken und genauere Erkenntnisse über das Weltall erarbeiten. Insbesondere bei der Behandlung der

Expansion der Metagalaxis ist den Schülern zu erläutern, daß in der Astronomie die Theorie Grundlage für Beobachtungen ist und daß Beobachtungsergebnisse zur weiteren Bestätigung und zur Weiterentwicklung der Theorie beitragen.

Zum Abschluß des Astronomieunterrichts wird das Wissen der Schüler über die Entstehung und Entwicklung kosmischer Objekte mit der Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis in Zusammenhang gebracht. Das bereits erworbene Wissen der Schüler darüber, daß historisch überholte Erkenntnisse notwendige Vorleistungen für den gegenwärtigen Erkenntnisstand waren, ist mit der Information über einige von der astronomischen Forschung noch nicht gelöste Probleme zu verbinden. Daraus wird die Aufgabe der Wissenschaftler zum Weiterforschen und zur Weiterentwicklung der Erkenntnisse über den Kosmos abgeleitet.

### Beobachtungen (1 Stunde)

7. Beobachten der Sonnenoberfläche mit dem Fernrohr (Projektion der Sonne) und des Sonnenspektrums
8. Ordnen der Sterne eines Sternbildes nach ihrer scheinbaren Helligkeit
9. Vergleichen der Farben heller Sterne
10. Beobachten eines Doppelsternsystems (z. B. Mizar) mit dem Fernrohr
11. Beobachten
  - a) eines offenen Sternhaufens (z. B. Plejaden) und/oder
  - b) eines Kugelsternhaufens (z. B. M 13) und/oder
  - c) eines galaktischen Nebels (z. B. Orionnebel) und/oder
  - d) eines außergalaktischen Sternsystems (z. B. Andromedanebel) mit dem Fernrohr
12. Beobachten der Milchstraße

### 3.1. Die Sonne (3 Stunden)

#### Vorleistungen

aus dem *Physikunterricht*: Dichte (Klasse 6); Druck und Temperatur (Klassen 7 und 8); Energie, Energieumwandlung, Energieübertragung (Klassen 7 bis 9).

Die Sonne als Stern

Radius, Masse und mittlere Dichte der Sonne  
*Vergleichen der Radien und der Massen von Sonne und Erde*

Sonnenatmosphäre (Photosphäre, Chromosphäre und Korona); Photosphärentemperatur  
Sonnenaktivität; Erscheinungsformen der Sonnenaktivität: Sonnenflecke, Eruptionen und Protuberanzen

Periode der Sonnenaktivität

*Bestimmen der Periode der Sonnenaktivität aus einem Diagramm*

Die Strahlung der Sonne

Strahlungsarten: elektromagnetische Wellen, Teilchenstrahlung

Einige Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf das Leben, die Erde und den erdnahen Raum

*Erläutern von Auswirkungen der Sonnenstrahlung auf das Leben, die Erde und den erdnahen Raum*

Sonnenspektrum; Hinweis auf die Bedeutung der Spektralanalyse für die astronomische Forschung  
Chemische Zusammensetzung der Photosphäre  
*Beschreiben des Sonnenspektrums*

Physikalische Bedeutung der Leuchtkraft (Strahlungsleistung); Formelzeichen: P; Einheit: Watt (W)

Berechnung der Leuchtkraft der Sonne

Verlauf von Dichte, Temperatur und Druck im Inneren der Sonne

Energiefreisetzung durch Kernfusion im Sonneninneren

Hinweis, daß Veränderungen der Sonne infolge der Kernfusion und der Strahlung Ausdruck eines Entwicklungsprozesses sind

*Erläutern von Veränderungen der Sonne infolge der Kernfusion und der Strahlung*

### 3.2. Sterne (6 Stunden)

#### Vorleistungen

aus dem *Physikunterricht*: Dichte (Klasse 6); Druck und Temperatur (Klassen 7 und 8); Fotowiderstand (Klasse 9); Berechnung der Masse von Himmelskörpern (Klasse 10);  
aus dem *Mathematikunterricht*: Strahlensätze (Klasse 8); Winkelfunktionen (Klasse 10);  
aus dem *Geographieunterricht*: Nutzung der Geosphäre, erdgeschichtliche Entwicklung (Klasse 9).

Physikalische Bedeutung der scheinbaren Helligkeit; Formelzeichen: m; Einheit: Größenklasse ( $m$ )

Zusammenhang von scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne

Entfernungsbestimmung mit Hilfe der Parallaxe  
Parsek (pc) und Lichtjahr (ly) als Einheiten der Entfernung

Bedeutung der ersten Parallaxenmessungen  
Möglichkeit der Bestimmung der Entfernung von Sternen aus ihrer Leuchtkraft und scheinbaren Helligkeit

*Erläutern des Zusammenhanges von scheinbarer Helligkeit, Leuchtkraft und Entfernung der Sterne*

*Berechnen der Entfernung eines Sterns (in pc und ly) aus der Parallaxe*

Farben und Spektren der Sterne

Temperaturen der Sternphotosphären, Möglichkeit der Bestimmung der Temperatur und der Leuchtkraft aus dem Spektrum

Hertzsprung-Russell-Diagramm (Temperatur-Leuchtkraft-Diagramm)

Besetzungsgebiete im HRD (Hauptreihensterne, Riesensterne, Weiße Zwerge)

Massen, Radien und mittlere Dichten von Sternen  
Möglichkeit zur Bestimmung der Masse eines Sterns bei Doppelsternen

Zusammenhänge zwischen den Größen Leuchtkraft, Temperatur, Masse und Radius der Sterne an Hand des HRD

*Einordnen von Sternen nach gegebener Temperatur und gegebener Leuchtkraft in das HRD*

*Vergleichen der Radien zweier Sterne unterschiedlicher Besetzungsgebiete im HRD*

*Erklären der unterschiedlichen Radien zweier Sterne gleicher (verschiedener) Leuchtkraft und verschiedener (gleicher) Temperatur*

*Bestimmen der Masse eines Hauptreihensterns aus Temperatur und Leuchtkraft mit Hilfe des HRD*

*Vergleichen physikalischer Eigenschaften eines Sterns mit denen der Sonne an Hand des HRD*

Vorstellungen von Kant und Herschel über die Entstehung und Entwicklung von Sternen

Sternentstehung durch Kontraktion von interstellarem Gas und Staub

Stadien der Sternentwicklung: Aufheizung bis zum Einsetzen der Kernreaktionen, Entwicklung bis zum Hauptreihenstern, Dauer des Hauptreihenstadiums eines Sterns in Abhängigkeit von seiner Masse, Entwicklung zum Riesenstern, pulsierende Sterne, Spätstadien der Sternentwicklung

Darstellung der Sternentwicklung im HRD

*Beschreiben der Entstehung und Entwicklung eines Sterns am Beispiel der Sonne*

Überblick über die Entstehung und Entwicklung der Planeten: Verdichtungen im Sonnenebel, Einfluß der Sonne auf die chemische Zusammensetzung der Urplaneten, Bildung der Gesteinskruste bei erdartigen Planeten, Bildung der Uratmosphären, Entwicklung der Planeten durch physikalische und chemische Einflüsse, Veränderung der Erde durch den Menschen und durch andere Lebewesen

### 3.3. Sternsysteme und Metagalaxis (3 Stunden)

Galaxis (Milchstraßensystem) als Sternsystem

Überblick über die Struktur der Galaxis: Zentralgebiet (dichte Ansammlung von Sternen und Gas), Scheibe mit Spiralarmen (Konzentration von jungen Sternen, offenen Sternhaufen sowie interstellarem Gas und Staub), Halo (hauptsächlich von Kugelsternhaufen gebildet)

Ort des Sonnensystems in der Galaxis

Frühere Vorstellungen von der Struktur der Galaxis (Herschel)

Erforschung der Struktur der Galaxis mit Hilfe radioastronomischer Instrumente

Galaxien (außergalaktische Sternsysteme); Galaxienhaufen

*Beschreiben der Struktur der Galaxis*

*Einordnen des Sonnensystems in die Galaxis*

*Erläutern, daß durch Anwendung radioastronomischer Instrumente die Beobachtungsmöglichkeiten erweitert wurden*

Metagalaxis als erforschter Raum einschließlich der darin enthaltenen Objekte

Größe des erforschten Raumes, Abhängigkeit der Größe des erforschten Raumes vom Entwicklungsstand der Beobachtungstechnik

Expansion der Metagalaxis, „Flucht“ der Galaxien (Hubble)

„Urknall“, heiße Frühphase der Metagalaxis, 3-K-Strahlung

Zeitpunkte der Entstehung der ersten Sterne und Galaxien, des Sonnensystems, des Lebens und des Menschen

Hinweis auf einige von der astronomischen Forschung noch nicht gelöste Probleme

#### Begriffe:

Stern  
Photosphäre  
Sonnenaktivität  
Leuchtkraft

Scheinbare Helligkeit  
Parallaxe  
Doppelstern  
Hauptreihenstern  
Riesenstern  
Weißer Zwerg  
Galaxis (Milchstraßensystem)  
Sternhaufen  
Außergalaktisches Sternsystem  
Metagalaxis  
Radioastronomie  
Astrophysik

#### Größen und Ereignisse<sup>1</sup>:

Sonnenradius  $\approx 100$  Erdradien  
Sonnenmasse  $\approx 300\,000$  Erdmassen  
Photosphärentemperatur  $\approx 6\,000$  K  
Lichtjahr  $1 \text{ ly} \approx 10^{13}$  km  
Parsec  $1 \text{ pc} \approx 3,3 \text{ ly}$

Sterntemperaturen  $\approx 2\,000 \dots 50\,000$  K  
Sternmassen  $\approx 0,1 \dots 100$  Sonnenmassen  
Erste Parallaxenmessungen (Bessel u. a.) um 1840  
Einführung der Spektralanalyse (Kirchhoff, Bunsen) um 1860  
Beobachtung der „Flucht“ der Galaxien (Hubble) um 1930

<sup>1</sup> Die Zahlenangaben sind zum Teil so gerundet, daß den Schülern das Einprägen erleichtert wird.

#### Literaturhinweise

Lesen Sie im Zusammenhang mit dem Studium des neuen Lehrplans nochmals folgende Beiträge in „Astronomie in der Schule“:

LINDNER, K.: *Zur inhaltlichen und methodischen Gestaltung der Stoffeinheit „Die Sonne“*. 18 (1981) 5.

ULLERICH, K.: *Zur unterrichtlichen Behandlung der Planeten*. 19 (1982) 1.

KÜHNHOLD, H.: *Zur Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in den Unterricht*. 19 (1982) 2.

BERNHARD, H.: *Geschichte der Astronomie im Astronomieunterricht*. 19 (1982) 6.

BIENIOSCHEK, H.: *Zur Anwendung der Mathematik im Astronomieunterricht*. 19 (1982) 3, 4, 5.

BIENIOSCHEK, H.: *Zur Überarbeitung des Lehrbuches und der Unterrichtshilfen für den Astronomieunterricht*. 18 (1981) 4.

## Die Trojaner

Kurz nach der Jahrhundertwende war es zunächst eine große Überraschung, als man feststellte, daß Jupiter in seinem eigenen Bahnbereich um die Sonne – nämlich nahe den bekannten LAGRANGEschen Librationspunkten  $L_4$  und  $L_5$  –, als wäre es ein kosmisches Reservat, den Daueraufenthalt einiger Asteroiden erlaubte, die heute gemeinhin unter der Bezeichnung „Trojaner“ bekannt sind (vgl. Bild 1).

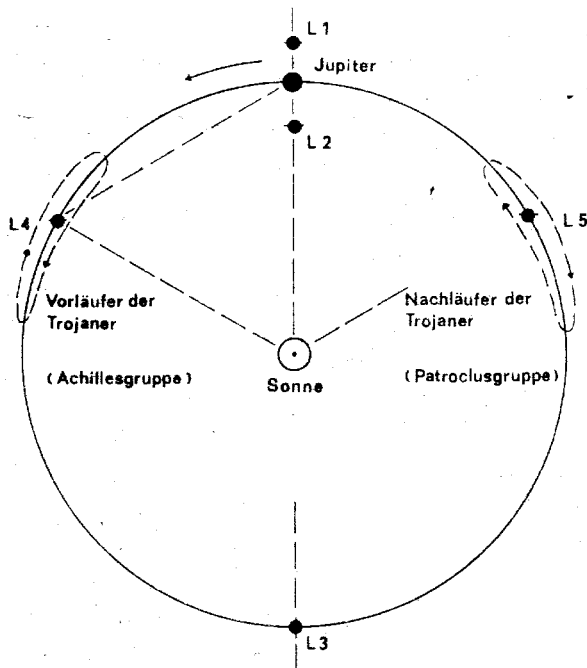


Bild 1  
Die Positionen der LAGRANGEschen Punkte  $L_1$  bis  $L_5$  und der Trojaner auf der Jupiterbahn

MAX WOLF fand im Februar 1906 den ersten und nannte ihn Achilles. Dieser Asteroid Nummer 588 war übrigens bereits seine 116. Kleinplanetenentdeckung, und er stellte in Bezug zu Jupiters Umlaufrichtung einen sogenannten Vorläufer auf dessen Bahn um die Sonne nahe dessen östlicher heliozentrischer Länge von  $60^\circ$  dar. Weil nun selbst damals der Sonderfall des Dreikörperproblems nach den LAGRANGEschen Berechnungen von 1772 ein Begriff war, ohne daß man allerdings ein reales Beispiel dazu kannte, suchte man am Heidelberger Observatorium auch sehr bald ganz gezielt in den Bereichen um  $60^\circ$  westlicher heliozentrischer Länge Jupiters, also in den Räumen, die er zirka 2 Jahre zuvor erst selbst auf seiner Bahn durchlaufen hatte. A. KOPFF, ein Mitarbeiter MAX WOLFS, war dann tatsächlich noch im gleichen Jahr erfolgreich und fand als Asteroiden Nr. 617 den Patroclus als den ersten Trojaner des vermuteten Nachläuferfeldes. Bis zum Jahr 1919, einem Zeitpunkt, dem eine Entdeckungspause von reichlich 10 Jahren folgt, war die Zahl der Vorläufer mit Achilles, Hektor, Nestor

und Agamemnon bereits auf 4, die Zahl der Nachläufer aber mit Patroclus und Priamus erst auf 2 angestiegen. Merkwürdigerweise finden wir diese Zahlenverhältnisse nahe 2:1 auch noch viel später wieder, zum Beispiel Anfang der 60er Jahre, als die Anzahl der benannten, also in ihren Bahnen genauer bekannten Trojaner bereits auf 10 Vorläufer und 5 Nachläufer, also auf insgesamt 15 Mitglieder, gestiegen war (vgl. Tabelle 1). Bis Anfang der 70er Jahre holte allerdings danach die Anzahl der mit Namen versehenen Nachläufer vorübergehend stark auf, und es kam zu dem in der modernen Literatur zitierten Zwischenstand von 12 Vorläufern und 10 Nachläufern, für die Namen vergeben wurden. Doch vom viel größeren wahren Gesamtbestand sind schon zahlreiche weitere Mitglieder wenigstens kurzzeitig ein- oder zweimal von der Erde aus gesichtet worden. Folgen wir den Darstellungen von J. DEGEWIJ und C. J. van HOUTEN von 1979, dann lassen sich sogar rund 70 Trojaner, von denen wenigstens die grundsätzlichen Bahndaten vorliegen, für gewisse statistische Auswertungen verwenden.

### Besondere Eigenschaften der Trojaner und ihre Beziehungen zum Jupitersystem

Aus der Helligkeit der bisher genauer bestimmten Trojaner läßt sich abschätzen, daß es sich in ihrer Mehrzahl um Körper von über 50 km Durchmesser handeln muß. Bei der Annahme, daß es sehr dunkle Körper sein werden, die nur etwa 3 Prozent des einfallenden Sonnenlichts reflektieren, also weniger als die schon recht dunklen, basaltischen Mondgesteine, kommt man bei mindestens 5 oder

Tabelle 1 Übersicht der Trojaner

#### A) Vorläufer zu Jupiter

Nummer und Name	Entdeckungsjahr und Entdecker	Große Halbachse (AE)	Bahnneigung (Grad)
588 Achilles	1906 Max Wolf	5,21	10,3
624 Hektor	1907 A. Kopff	5,12	18,3
659 Nestor	1908 Max Wolf	5,24	4,5
911 Agamemnon	1919 K. Reinmuth	5,13	21,9
1143 Odysseus	1930 K. Reinmuth	5,19	3,1
1404 Ajax	1936 K. Reinmuth	5,14	14,1
1437 Diomedes	1937 K. Reinmuth	5,14	20,6
1583 Antilochus	1950 S. Arend	5,28	28,3
1647 Menelaus	1957 S. Nicholson	5,22	5,6
1749 Telamon	1959 K. Reinmuth	5,27	6,1
1868 Thersites	1960 C. J. van Houten	5,18	16,8
1869 Philoctetes	1960 C. J. van Houten	5,26	4,0

#### B) Nachläufer zu Jupiter

617 Patroclus	1906 A. Kopff	5,21	22,0
884 Priamus	1917 Max Wolf	5,18	8,9
1172 Aeneas	1930 K. Reinmuth	5,16	16,7
1173 Anchises	1930 K. Reinmuth	5,17	7,0
1208 Troilus	1931 K. Reinmuth	5,17	33,7
1867 Deiphobus	1971 C. Cesco	5,20	26,9
1870 Glaukos	1971 C. J. van Houten	5,21	6,6
1871 Astyanax	1971 C. J. van Houten	5,33	8,6
1872 Helenos	1971 C. J. van Houten	5,10	14,8
1873 Agenor	1971 C. J. van Houten	5,25	21,9

6 von ihnen auf Durchmesser zwischen 100 und 200 km. Von Hektor – mit rund 190 km Durchmesser einer ihrer größten – weiß man zudem noch aufgrund des Verlaufs der intensiv ausgeprägten Kurve seines Lichtwechsels während einer Umdrehung, die er in rund 7 Stunden vollzieht; daß er entweder von extrem länglicher Gestalt sein müßte, oder – was man jetzt für wahrscheinlicher hält – daß er in Wirklichkeit aus zwei sich berührenden Teilkörpern besteht.

Versucht man nun, mit statistischen Mitteln aus der Häufigkeit der bisher beobachtbaren helleren Trojaner auf die für uns zur Zeit noch unbeobachtbaren Körper zu schließen, so lassen sich danach schon etwa 700 Trojaner bis zur Größe von rund 15 km Durchmesser vermuten, die allein als Vorläuferschwarm derzeit im Jupiterbahnbereich existieren dürften.

Da man nun aus dem Vergleich von Testfeldern nahe den beiden LAGRANGEschen Librationspunkten  $L_4$  und  $L_5$  schon 1971 glaubte, feststellen zu können, daß tatsächlich die Nachläufer etwa 3,5-mal schwächer vertreten sind als die Vorläufer, ließe das immerhin noch auf weitere 200 Trojaner als Nachläufer und damit auf insgesamt 900 Trojaner mit über 15 km Durchmesser schließen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß heute in den Trojanern Schwärme von Asteroiden gesehen werden, deren Größe und Anzahl sich im Laufe der Jahrmilliarden durch Kollisionen zwar stark verändert haben kann, die aber vermutlich schon in diesen Räumen – also im Verhältnis zum Hauptgürtel der Asteroiden relativ sonnenfern und damit bereits primär in Jupiternähe – gebildet worden sind. Die große Frage ist nun, ob Jupiters Zwergsatelliten solche eingefangenen Asteroiden sein können.

Die wichtigsten Merkmale, die dafür sprechen, sind nach den gegenwärtigen Vorstellungen der Planetologen folgende:

1. Die unvollkommene Einregelung der Bahnebenen der beiden äußeren Satellitengruppen in die Äquatorebene Jupiters sowie das Auftreten von sogar retrograden Umlaufrichtungen werden als Hinweise für eine nicht von Anfang an bestehende Satellitenbindung zu ihm verstanden, bzw. die rückläufigen Bahnen sollten noch am ehesten durch einen Einfangmodus zu erklären sein.

2. Soweit sie überhaupt groß genug für unsere bisherigen Beobachtungsverfahren sind, erwiesen sich Jupiters Satellitenzwergs stets als unrunde, von Kollisionen konturierte Körper, wie es auch die Lichtwechsel vieler Asteroiden erkennen lassen. Auf Amalthea sind sogar von der ersten Voyager-Sonde einige Krater registriert worden, von denen die beiden größten mit je 70 und 90 km Durchmesser die Namen Gaea und Pan erhielten. Aus den Trümmern einer danach im Laufe von Jahrmilliarden zu erwartenden Vielzahl von Zusammen-

stößen könnten so vielleicht auch die beiden äußeren Jupitersatellitengruppen hervorgegangen sein, und es wäre dann eventuell zuvor nur je ein Mutterkörper in den Entfernungsbereichen um 11 und um 22 Millionen km vorhanden gewesen. Diese Mutterkörper selbst könnten vielleicht wiederum als Irläufer aus dem Reservoir der Trojanerschwärme aufgefaßt werden.

3. Substantiell zeigen die bisher noch recht spärlichen Ergebnisse der Untersuchung der Infrarotbereiche der Reflexionsspektren besonders ferner Asteroiden und die der größeren Zwergsatelliten Jupiters, wie Himalia und Elara, einen gewissen Verwandtschaftsgrad. So gehören sie vorwiegend zum Typ dunkler, relativ rötlicher Steinmeteorite, die auch unter der fachspezifischen Bezeichnung „Kohlige Chondrite“ bekannt sind. Zusätzlich hat sich noch gezeigt, daß Himalia und die ebenfalls nach dieser Methode untersuchte Phoebe, also der äußerste Satellit im Saturnsystem, ebenfalls eine solche nahe substantielle Verwandtschaft besitzen. Es gibt aber auch Unterschiede innerhalb der Jupitersatelliten selbst. So erscheint uns Sinope nach ihrem Reflexionsspektrum deutlich röter als Pasiphae. Der erfahrene Planetologe W. K. HARTMANN hat schon seit Jahren vorgeschlagen, sich die Oberfläche solcher kleinen kosmischen Körper möglichst aus mehreren Komponenten aufgebaut vorzustellen, wobei in der Entfernung Jupiters von der Sonne vor allem das jeweilige Mischungsverhältnis der silikatischen und zum Teil auch schwefelführenden Komponente zu den Anteilen des  $H_2O$ -Eises für die Reflexionsmerkmale von vorrangiger Bedeutung sein soll.

Alle diese bisher erkannten Merkmale sind zwar als wichtige Indizien der strukturellen und substantiellen Zusammensetzung der kleinen kosmischen Körper anzusehen, reichen aber noch nicht als Beweise für die Asteroidenherkunft einiger oder aller Zwergsatelliten Jupiters aus. Es mehren sich jedoch von Jahr zu Jahr die Anzeichen, die für eine einstige Übernahme von Jupiters Zwergsatelliten aus dem großen Reich der Asteroiden sprechen. Man ist sich aber gegenwärtig darüber im klaren, daß wirklich entscheidende Fortschritte entsprechend dem Stand der Technik erst über den Weg der Satellitenfernerkundung zu erzielen sein werden.

Die moderne Planetologie ist ja vor allem deshalb an der Klärung gerade dieser Frage besonders interessiert, weil daraus vermutlich noch weitere wichtige Aussagen sowohl über die Entwicklungsgeschichte des Jupitersystems selbst als auch über die der Kleinkörper des Asteroidengürtels abzuleiten sein dürften.

Anschrift des Verfassers:  
Doz. Dr. MANFRED REICHSTEIN  
Martin-Luther-Universität  
Sektion Geographie  
DDR - 4020 Halle, Domstraße 5

## Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup>

SIEGFRIED SCHREITER, Lauterbach

Jeder Astronomielehrer, ganz gleich ob Fach- oder Nebenfachlehrer, wird in seiner Unterrichtspraxis erfahren haben, daß der Lehrplan im Fach Astronomie hohe Ziele stellt. Das gilt sicher für das gesamte Lehrplanwerk. Aber dem Astronomielehrer stehen noch nicht einmal 30 Unterrichtsstunden zur Verfügung, um den Schülern ein grundlegendes Wissen über astronomische Vorgänge und Erscheinungen zu vermitteln, sie zur Anwendung elementarer wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen zu befähigen und vor allem einen entscheidenden Beitrag zur Schaffung eines wissenschaftlichen Weltbildes zu leisten. Was die letzteren beiden angeht, so ist das sicherlich nicht allein die Aufgabe des Astronomielehrers. Aber es kann nicht verschwiegen werden, daß das Fach Astronomie auf diesen Gebieten einen hohen Beitrag leisten muß.

Bei meiner Tätigkeit als Fachberater höre ich immer wieder das Argument, daß das Stoff-Zeit-Problem die größten Zwänge auferlegt. Ich möchte dieses Problem durchaus nicht bagatellisieren, behaupte aber zugleich, daß mit dem kurzschrittigen Frage-Antwort-Unterrichtsgespräch der Lehrplan im Fach Astronomie nur schwer zu realisieren ist. Noch zu oft werden astronomische Sachverhalte mit großem Zeitaufwand im Unterrichtsgespräch zusammengeklappert; für die bei den Schülern eine zu geringe Wissens- und Erfahrungsbasis vorhanden ist. Diese ständige Fragerei, ich kann es nicht anders nennen, ermüdet die Schüler relativ schnell, Zusammenhänge gehen verloren, die Schüler schalten schließlich ab. Diese Erscheinung finde ich immer wieder bestätigt, wenn das Unterrichtsgespräch zur Universalmethode wird.

Nur der Astronomielehrer wird die hohen Ziele des Lehrplanes realisieren können, der die geistige Aktivität der Schüler im Unterricht stets fordert. Da im Beitrag des Kollegen KLEIN wesentliche theoretische Positionen dargelegt sind, möchte ich an einigen konkreten Beispielen zeigen, wie es mir gelungen ist, die Schüler geistig zu aktivieren und sie zur Auseinandersetzung mit dem Stoff anzuregen.

<sup>1</sup> s. KLEIN, P.: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde. In: *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 6.

Ich lasse mich bei meiner Vorbereitung auf den Unterricht stets davon leiten, daß eine Maßnahme allein nicht zu einer hohen Aktivität im Unterricht führen kann. Nur eine gute Problemstellung, nur aufgabenbetonter Unterricht, nur eine entsprechende Motivation allein können zwar kurzfristig geistige Aktivität schaffen, sie jedoch über einen längeren Zeitraum meist nicht aufrecht erhalten. Ich muß all diese Maßnahmen komplex und richtig dosiert einsetzen, wobei meist diese oder jene Maßnahme dominiert. Es hat sich bei mir seit einigen Jahren bewährt, den ersten Beobachtungsgang bereits Mitte September durchzuführen und dort unter anderem das Horizontsystem einzuführen. Ich gehe dabei von folgenden Aufgabenstellungen aus:

1. An einer Sternwarte wurde ein Komet entdeckt. Damit andere astronomische Einrichtungen an weiteren Forschungsaufgaben teilnehmen können, muß die Position dieses Kometen am Sternhimmel bestimmt und an diese Einrichtungen weitergeleitet werden.

2. Die Position des Kometen muß möglichst exakt vermessen werden, und zwar in bestimmten Zeiträumen möglichst oft, um seine Bahn zu bestimmen.

Diese Notwendigkeit haben die Schüler sofort eingesehen, die innere Motivation zur Schaffung eines geeigneten Koordinatensystems ist vorhanden. Eine Problemstellung liegt vor. Es zeigte sich immer, daß die Schüler das Prinzip der Winkelmessung als einzige Möglichkeit der Vermessung erkannten und aktiv an der Erarbeitung des Horizontsystems teilnahmen. Unter freiem Himmel konnte bei den Schülern ein gutes Raumvorstellungsvermögen entwickelt werden. Nicht zuletzt konnte im Unterricht in relativ kurzer Zeit mit Hilfe eines Arbeitsblattes das Wesentliche über das Horizontsystem nochmals erarbeitet und fixiert werden. Damit wurde auch ein wichtiger Beitrag zur Lösung des Stoff-Zeit-Problems geleistet.

Ich möchte an einem zweiten Beispiel aufzeigen, wie es mir durch Auslösung von Widersprüchen gelungen ist, den Unterricht problemhaft zu gestalten und dadurch die Schüler geistig zu aktivieren. Es geht dabei um die Bewegung der Planeten. Auf die Frage, warum die Planeten nicht auf der Sternkarte eingetragen sind, finden die Schüler schnell eine Antwort. Anschließend werden die Keplerschen Gesetze wiederholt. Ich teile den Schülern nun mit, daß ich ihnen die Bahn des Planeten Mars über einen Zeitraum von mehreren Monaten auf der Wandkarte „Nördlicher Sternhimmel“ einzeichne. Ich ziehe nun eine Marsbahn mit Kreide von den Zwillingen über den Krebs zum Löwen, verlangsamt die Bewegung mit der Kreide, beschreibe im Sternbild Löwe eine Schleife und lasse den Mars mit zunehmender Geschwindigkeit wieder

rechtläufig werden. Ich habe vorher die Schüler darüber informiert, daß die Kreide etwa die gleiche Geschwindigkeit wie die des Mars hat. Ich erlebe immer wieder, wie außerordentlich erstaunt und oft mit Kopfschütteln diese Bewegung zur Kenntnis genommen wird. Diese Demonstration steht im völligen Widerspruch zu ihrem bisherigen Wissen. Ich konnte noch immer erleben, daß die Schüler brennend interessiert sind, wie dieses seltsame Bewegungsverhalten des Mars zustande kommt. Mit Hilfe des Einsatzes von Unterrichtsmitteln (Planetenschleifengerat, Kassettenfilm) lernen die Schüler zwischen wahrer Bewegung (Beobachtung der Planetenbahn durch einen ruhenden Beobachter „von außen“) und der scheinbaren Bewegung (Beobachtung der Bewegung des Planeten von der mitbewegten Erde und die daraus resultierende Schleifenbildung) zu unterscheiden. Das Problem am Stundenanfang weckt das Erkenntnisinteresse der Schüler so, daß sie aktiv an der Problemlösung teilnehmen.

Ich möchte ein drittes Beispiel aufzeigen. Offensichtlich ist es den Schülern rätselhaft, wie man herausbekommt, aus welchen Elementen die Sonne aufgebaut ist, wo doch keine Sonnenmaterie für eine chemische Analyse zur Verfügung steht. Am Ende der vorhergehenden Astronomiestunde frage ich die Schüler, wer mir heute (oder an einem anderen passenden Tag) mithilft, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, einige wichtige auf der Sonne vorkommenden Elemente herauszufinden. Das erstaunt die Schüler, weil sie ein solches Vorhaben offenbar für unmöglich halten. Aber ihre wissenschaftliche Neugier ist so groß, daß sich mehr Schüler melden, als ich verkraften kann. Ich muß also fünf bis sechs Schüler auswählen. Mit Hilfe des Handspektroskops werden die Wellenlängen der Absorptionslinien des Sonnenspektrums von den Schülern bestimmt. Bei unterschiedlichen Wellenlängen einigen wir uns auf Mittelwerte. Es gelingt den Schülern ohne weiteres, mindestens zehn bis zwölf Absorptionslinien zu ermitteln. Diese Schüler sind natürlich sehr gespannt, was wir in der nächsten Stunde damit anfangen. In enger Abstimmung mit dem Physikunterricht, ich bin in der glücklichen Lage, selbst Physikunterricht zu erteilen, wird die Spektralanalyse behandelt. Da wir nun die Wellenlängen der Absorptionslinien kennen, brauchen wir diese nur noch den Elementen zuzuordnen. Das geschieht zuerst mit Hilfe der Tabelle „Fraunhofersche Linien“ im Tafelwerk (Seite 65) und dann an Hand des Rollbildes „Spektralklassen der Fixsterne“. Erfahrungen zeigen, daß von den Schülern mindestens sechs der identifizierten Spektrallinien eindeutig bestimmten Elementen im Tafelwerk zugeordnet werden können. Es ist nicht übertrieben, wenn ich hier sage, daß das Erfolgserlebnis der Schüler riesengroß ist: Wir haben mit Hilfe der Spektralanalyse eindeutig Ele-

mente auf der Sonne identifiziert! Natürlich muß im Verlaufe der Stunde das Handspektroskop durch die Klasse gehen, damit sich die Schüler von der Richtigkeit der Werte überzeugen können. An dieser Stelle fällt es auch nicht schwer, die erzieherischen Potenzen (stoffliche Einheit und Erkennbarkeit der Welt) emotional zu nutzen. Natürlich muß man ein Handspektroskop besitzen. Aber jeder Astronomielehrer muß eben unter seinen Bedingungen das Optimale machen.

# W

## Wissenswertes

### Lander von VEGA 1 und 2 auf Venus

Die Raumsonden VEGA 1 und VEGA 2 haben die Operationen bei der Venus erfolgreich beendet und fliegen zum Kometen P/Halley weiter, an dem sie am 6. und 9. März 1986 in 10 000 bzw. 3000 km vorbeifliegen werden.

Am 11. und 15. Juni 1985 traten die Venus-Module in die Atmosphère unseres Nachbarplaneten ein. Nach dem Abbrennen der Schutzhülle wurden Lander und Ballonsonde getrennt. Der Ballon mit 3,4 m Durchmesser wurde mit Helium aufgeblasen und begann an der Grenze zur Tagseite über Aphrodite Terra in 54 km Höhe zu schweben. An einem 12 m langen Kabel hing die Instrumentenkapsel mit Meßgeräten für Temperaturen, Druck, Blitzentladungen und Wolkenstruktur. Die Daten wurden über einen 5-W-Sender zur Erde übertragen.

Beide Ballone drifteten in die Tagseite der Venus hinein und legten in knapp 2 Tagen 10 000 km zurück. Die Windgeschwindigkeit lag bei 250 km/h. Danach verstummten beide Sonden, vermutlich haben die speziell beschichteten Ballonhullen den aggressiven Säuren der Wolkentröpfchen nicht länger standgehalten.

Die schwachen Signale der Ballonsonden wurden von etwa 20 großen Parabolantennen auf allen Erdteilen im Rahmen der VLBI-Experimente aufgenommen. Dadurch konnte der Ort der Sonden in der Venusatmosphere auf 1 km genau bestimmt werden, was sehr genaue Bestimmungen der Windgeschwindigkeit ermöglichte.

Experten in Goldstone (USA, NASA) und Jodrell Bank (England) äußerten sich sehr positiv über die Qualität der Daten. Die Ballonsonden wurden zu einem großen Teil in Frankreich entwickelt.

Die Lander erreichten die Oberfläche am Rand des Hochlandes von Aphrodite Terra noch während der Nacht. Es wurden diesmal keine Kameras mitgeführt. Mit je zwei Röntgenfluoreszenz-Spektrometern wurde die Zusammensetzung der Bohrproben untersucht. Nach etwa 2 Stunden sind die Lander dann wegen der enormen Temperatur ausgefallen (etwa 470 °C).

Es sei noch erwähnt, daß nun eine große Zahl von äußerst interessanten Radarbildern der Venusorbiter VENERA 15 und 16 veröffentlicht wurde. Diese Sonden entdeckten auch etwa 1 000 K heiße Gebiete, vermutlich handelt es sich dabei um Lavaseen.

Nach den sowjetischen und amerikanischen Forschungen der letzten Jahre besteht kein Zweifel mehr, daß auf Venus aktive Vulkane vorkommen.

Aus „Der Sternbote“ 28 (1985) 11.



## URANIA-Vortragstagung

### „Kleinkörper im Sonnensystem“

Ein brechend voller Saal im Geraer „Haus des Handwerks“, gespannte Aufmerksamkeit bei den Referaten und lebhaft Diskussions in den Pausen – die Sektion Astrowissenschaften/Raumfahrt und das Vortragszentrum beim URANIA-Bezirksvorstand Gera hatten am 26. Oktober 1985 zu einer Vortragstagung eingeladen, und der Tagungsleiter, Dr. Chr. Friedemann (Jena), konnte sich über mangelndes Interesse oder über zu geringe Teilnahme wahrlich nicht beklagen. Das Thema war auf das „Halley-Jahr“ maßgeschneidert, aber es ging keinesfalls nur um Kometen.

Diplomlehrer T. Marwinski (Weimar) sprach zu Beginn über **Planetoidenfamilien**. Darunter versteht man Gruppen von Planetoiden, die in ihren Eigenbahnelementen (das sind die von den langperiodischen Jupiterstörungen befreiten Bahnelemente) große Bahnhalbachse, Exzentrizität und Bahnneigung übereinstimmen. Die Beobachtung des Rotationslichtwechsels zeigt, daß die Formen der in solchen Familien vereinigten Planetoiden wesentlich weniger regelmäßig sind als die anderer Planetoiden. Damit und durch andere Untersuchungen – u. a. durch die Bestimmung der UV-Indizes und den Vergleich mit im Labor untersuchtem Meteoritenmaterial – wird die Hypothese von der Entstehung der Planetoidenfamilien aus 100...400 km großen Urkörpern sehr stark gestützt. Es handelt sich demnach um Kollisionstrümmer.

Kollege Marwinski stellte in diesem Vortrag den Extrakt seiner Diplomarbeit vor. Er gehört zu den an der Friedrich-Schiller-Universität Jena ausgebildeten Diplomlehrern für Physik und Astronomie, die nun ihren Schuldienst begonnen haben.

Der zweite Vortrag war der **Physik der Kometen** gewidmet. Dr. Peter Notni (Potsdam-Babelsberg) verwies eingangs auf die rege Forschungstätigkeit, die auf diesem Gebiet in den letzten Jahren eingesetzt hat und mit der eine längere Stagnationsphase beendet wurde. Wenn man alles, was zu einem Kometen gehört oder gehören kann, zusammennimmt, dann sind die Kometen „die größten Körper im Sonnensystem“. Von besonderem Interesse ist die Antwort auf die Frage, wie sich ein Kometenkern zusammensetzt. Bis etwa 1950 dominierte die Theorie vom dichten Schwarm meteoritischen Materials; seither hat sich Whipples „schmutziger Schneeball“ allgemein durchgesetzt. Dieser, aus Eiskristallen und Staubkörnchen im Verhältnis 1:1 gemischte Kern dürfte von einer Staubkruste überzogen sein, die in Sonnennähe plötzlich teilweise aufreißen und eine explosive Entgasung ermöglichen kann. Bis vor wenigen Jahren wurde ein dichter „Kern im Kern“ des Kometen angenommen; heute geht man eher von einer Dichteabnahme im Kerninneren aus.

Die Koma besteht fast immer aus drei Komponenten. Neutrale (Gas-) Koma, Staubkorona und Ionenkoma durchdringen sich. Hier finden vielfältige Prozesse der Sublimation, der Dissoziation und der chemischen Rekombination sowie der Ionisation statt.

Doz. Dr. Manfred Reichstein (Halle) schloß mit dem Vortrag **„Die kleinen Satelliten der großen Planeten“** die Vormittagssitzung ab. Über die Anzahl der Planetensatelliten im Sonnensystem ist noch lange nicht das letzte Wort gesprochen. Gegenwärtig gibt es 49 benannte Satelliten, 6 weitere Kandidaten sind – durch Schattenwurf auf einen anderen Körper oder durch Sternbedeckungsereignisse – zumindest einmal beobachtet worden.

**Jupiters 16** bestätigte Monde lassen sich in vier deutlich voneinander getrennte Gruppen einteilen, von denen die vierte die äußeren Kleinkörper umfaßt. Sie umlaufen den Planeten retrograd; dies könnte darauf hinweisen, daß diese Körper von Jupiter eingefangen worden sind. Der Referent ließ die Frage offen, ob vielleicht der Planetoidengürtel als Ursprungsgebiet anzusehen ist.

Für die innerste Gruppe ist die sehr unregelmäßige Form typisch. Das läßt auf vorangegangene Kollisionen zwischen ursprünglich wohl größeren Körpern schließen. Die kleinen

inneren Jupitermonde laufen im Jupiterrings, dessen hoher Silikatanteil wie ein Sandstrahlgebläse auf die Oberflächen der Kleinkörper wirkt und dessen Material, auf den Monden abgelagert, deren sekundäre Rötung erklärt.

Im System des **Saturn** faszinieren vor allem die „Schäferhund“-Monde, die das Ringsystem merklich beeinflussen. Die von diesem Mondpaar eingeschlossene Ringzone verändert ständig ihre Struktur. Wahrscheinlich ist der Saturnring noch kein stabiles System.

Um den **Uranus** sind derzeit neun Ringe bekannt. Sie sind gänzlich anders strukturiert als die des Saturn – schmal, mit großen Lücken. Wahrscheinlich sind dort noch unentdeckte Zwergmonde als Regulatoren wirksam. Bei **Neptun** häufen sich Andeutungen eines Rings und kleiner Monde, eine Bestätigung steht aber noch aus.

Allgemein gelten die Zwergmonde der großen Planeten *entweder* als Reste aus frühen Phasen der Formierung des Sonnensystems *oder* als Kollisionstrümmer. Ihre Erforschung kann uns bedeutende Erkenntnisse über die Entstehung des Sonnensystems vermitteln.

Nach der Mittagspause sprach Prof. Dr. Dietrich Möhlmann (Berlin) zur **Erforschung der Marsmonde**. Schwerpunkt seiner Ausführungen war die für den Sommer 1988 geplante PHOBOS-Mission, die sich eigentlich aus zwei identischen Missionen zur Naherkundung des Mars und seiner im Jahre 1877 entdeckten Satelliten zusammensetzt. Bisherige Missionen haben außer genaueren Massen-, Durchmesser- und Dichtewerten die Erkenntnis erbracht, daß auf den Marsmonden eine Regolithschicht von noch nicht genau bekannter Dicke anzutreffen ist. Man vermutet, daß Mars sich beide Monde aus dem inneren Planetoidengürtel eingefangen hat.

Das PHOBOS-Unternehmen, bei dem die Interkosmos-Organisation u. a. eng mit der westeuropäischen Raumfahrtorganisation ESA zusammenarbeiten wird, soll neue Maßstäbe setzen. Die Leistungsfähigkeit der Datenübertragung wird gegenüber der der VEGA-Mission zum Kometen Halley erheblich gesteigert. Die PHOBOS-Sonden werden zeitweilig nur 800 km über der Marsoberfläche und für 35 Minuten nur 50 m (!) über der Oberfläche des Phobos fliegen. An einem der dabei ablaufenden Experimente zur Erkundung der Phobos-Oberfläche sind auch DDR-Institute beteiligt.

Mit einem Vortrag über **Beobachtungsmöglichkeiten des Kometen Halley für Amateurastronomen** (Ing. Karsten Kirsch, Jena) und einer Diskussion schloß die Tagung. Leider konnte der Berichterstatte an dem letzten Vortrag nicht mehr teilnehmen. Die Tagung bestätigte, daß die Kleinkörper des Sonnensystems in den letzten Jahren aus dem Schattendasein herausgetreten sind, das sie lange Zeit am Rande der großen astronomischen Forschung geführt haben.

KLAUS LINDNER

## Z Zeitschriftenschau

**DIE STERNE.** J. GÜRTLER/J. DORSCHNER: **Der Komet Halley und die neuen Horizonte der Kometenforschung.** 61 (1985) 5/6, 259–260. Vorwort zum Anliegen dieses thematischen Heftes, das dem Kometen Halley und ganz allgemein dem heute erreichten Stand bei der Erforschung der Natur dieser ungewöhnlichen Himmelskörper gewidmet ist. Diesem Ziel dienen die nachfolgend genannten Aufsätze: J. DORSCHNER/J. GÜRTLER: **Ernst Opik, Jan Oort und Fred Whipple – Wegbereiter des heutigen Kometenbildes.** S. 261–266. Drei Lebensbilder. – E. J. OPIK: **Kometen – Einführung und Rehabilitation.** S. 267–269. Während der Aber-

glaube die Wichtigkeit der Kometen ungehörig übertrieb, verfiel die moderne Wissenschaft in das andere Extrem und behandelte sie als eine nebensächliche Kategorie im Aufbau des Sonnensystems. OPIK stellt dar, daß die Kometen neben der Erde und der Sonne die wichtigste Klasse von Objekten in der Geschichte unseres Sonnensystems (und anderer derartiger Systeme) darstellen dürften. Denn „sie sind die Überlebenden und Ebenbilder einer alten Population von Kleinkörpern oder Planetesimalen, aus denen durch Akkretion die heutigen Planeten hervorgingen. . . . Sie bieten die einzigartige Möglichkeit, die Eigenschaften jenes Materials zu studieren, das in der Morgendämmerung des Sonnensystems zum Herstellen der Planeten benutzt wurde.“ — J. H. OORT: **Die große Kometenwolke um das Sonnensystem und ihr Ursprung.** S. 270–275. Der Autor, dessen Konzeption der Kometenwolke der Sonne in ihrer inneren Geschlossenheit auch nach dreieinhalb Jahrzehnten noch höchst beeindruckend ist, trägt — ausgehend von bahnstatistischen Untersuchungen — Schlußfolgerungen zur Gesamtpopulation der Kometenwolke vor. Die Innengrenze dieser Wolke liegt nach Oort bei etwa 50 000, die Außengrenze bei etwa 100 000 AE; die Zahl der Kometen in dieser Wolke schätzte er in der Größenordnung  $10^{11}$ . — H. MUCKE: **Der Komet P/ Halley als säkulare Himmelserscheinung.** S. 276–287. Autor legt Ergebnisse umfangreicher Rechnungen zum Halleyschen Kometen für insgesamt 31 Umläufe (239 v. u. Z. bis 2061) vor. Aus der Fülle der Daten sei nur herausgehoben, daß sich die Perihelhelligkeit dieses Kometen im Laufe dieser 2 300 Jahre auf etwa  $\frac{1}{200}$  vermindert hat und daß die Umlaufperioden in dieser Zeit zwischen 74,7 und 79,3 Jahren schwankten. — E. HANTZSCHE: **Die Bahn des Halleyschen Kometen.** S. 288–299. Darstellung der Wirkung gravitativer (Einwirkung der Planeten) und nichtgravitativer Kräfte (Rückstoß von plötzlich an bestimmten Stellen der Oberfläche des Kometen ausbrechendem Gas) auf die Kometenbahn. Abschließend beschreibt der Autor die gegenwärtige Bahn. — D. B. HERRMANN: **Edmond Halley — ein Kurzporträt.** S. 300–302 — F. L. WHIPPLE: **Der gegenwärtige Stand des Eiskonglomeratmodells der Kometenkerne.** S. 303–314. Zusammenfassung der gegenwärtigen Auffassungen über Aufbau und Zusammensetzung der Kometenkerne. — P. R. WEISSMANN/H. H. KIEFER: **Thermisches Verhalten des Kometen Halley.** S. 315–320. Modellierter Temperaturverteilung über den Halley-Kern unter Berücksichtigung der Auswirkungen thermischer Trägheit, des Wärmestromes durch die Oberfläche, der Rotationsperiode und der Opazität des Staubes in der Koma. — M. REICHSTEIN: **Der Komet 1882 II — Indikator schwach haftender Bindung von Kernsubstanzen.** S. 321–327. Phänomenologie der bei diesem Kometen beobachteten Kernauflösungsprozesse und Deutung der Erscheinungen im Hinblick auf den Kern als locker gefügtes Ballungsaggregat. — F. HOYLE: **Evolution durch kosmischen Gen-Import.** S. 342–350. Hypothese des Autors, derzufolge irdische Pflanzen und Tiere anhand genetischer Komponenten kosmischen Ursprungs konstruiert würden.

**URANIA.** R. BOTSCHEN: **Der Erdmond in der Finsternislinie.** 61 (1985) 10, 69–73. Im ersten Teil stellt der Autor Ergebnisse der Finsternisbeobachtungen seiner Schüler vom Januar 1982 vor, die Anregung für derartige Beobachtungen bei der nächsten Mondfinsternis (17. 10. 1986) geben können. Im zweiten Teil vermittelt er Informationen über Mondfinsternisse. — F.-E. RIETZ: **Kurs auf Halley.** 61 (1985) 11, 24 bis 29. In den Tagen und Wochen nach dem Erscheinen dieses Heftes von „Astronomie in der Schule“ erreichen die sowjetischen VEGA-Sonden, der westeuropäische Raumflugkörper „Giotto“ sowie die japanischen Sonden „Sakigake“ („Herold“) und „Suisel“ („Komet“; frühere Bezeichnung „Planet A“) den Halleyschen Kometen. In dem vorliegenden Beitrag wird ein Überblick über die Halley-Missionen gegeben. Ihre raumfahrttechnische Lösung ebenso wie die wissenschaftlichen Zielstellungen und ihre Auswertung stellen über den Zeitpunkt des Geschehens hinaus für den Astronomieunterricht ein Beispiel für friedliche internationale Zusammenarbeit im Weltraum dar, wie sie von der UdSSR in einem neuen umfassenden Vorschlag an die UNO im August

1985 als Alternative zur Weltraumrüstung gefordert wurde. Gleiches gilt für den nachfolgend genannten Beitrag: D. MOHLMANN: **Das Projekt Phobos.** 61 (1985) 11, 30–33. Im Sommer 1988 werden zwei sowjetische Sonden mit internationaler europäischer Beteiligung zur Untersuchung des Marsmondes Phobos, des Mars, der Sonne und des interplanetaren Mediums gestartet. Autor trägt die wissenschaftlichen Ziele des Projekts und das vorgesehene Bahnregime vor. Außerdem werden gesondert unsere heutigen Kenntnisse über die Marsmonde Phobos und Deimos dargestellt. — F. GEHLHAR: **Nach wem wurde der Komet benannt?** 61 (1985) 11, 34–35. Über die wissenschaftlichen Leistungen von Edmond Halley (1656–1742). — M. SCHUKOWSKI: **Die astronomische Schauuhr in Stendal.** 61 (1985) 11, 36–39. Geschichte und Beschreibung der Kunstuhr in der Marienkirche Stendal sowie Aussagen zur Funktion der Kunstuhren in den mittelalterlichen Städten. — H. KOCH/A. WÄTZIG: **Bernhard Schmidt — Astrooptiker und Erfinder.** 61 (1985) 11, 68–71. Leben, Persönlichkeit und Wirken des Erbauers des ersten komafreien Spiegels (1879–1935).

**ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT.** TH. ROATSCH: **Die Wechselwirkung der Kometen mit dem Sonnenwind.** 23 (1895) 5, 98–99. — J. RENDTEL: **Meteorströme und Feuerkugeln — Zusammenhänge mit Kometen und Planetoiden.** 23 (1985) 5, 99–105.

**BILD UND TON.** M. WOCHE: **Speckle-Interferometrie in der Astronomie.** 38 (1985) 9, 270–277. Autor betrachtet das vor allem durch äußere Einflüsse begrenzte Auflösungsvermögen astronomischer Teleskope und erklärt die Auswirkungen auf die astronomischen Beobachtungen. Sodann wird die Speckle-Interferometrie als Möglichkeit zur Verbesserung des Auflösungsvermögens umrissen, und einige der damit erzielten astronomischen Ergebnisse werden aufgeführt. (Mit der Speckle-Interferometrie werden jene Einflüsse, die die Teleskopauflösung begrenzen, aus einer Vielzahl kurzbelichteter Aufnahmen desselben Objektes nachträglich eliminiert.)

MANFRED SCHUKOWSKI

# U

## Umschlagseiten

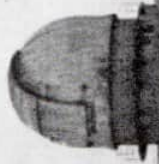
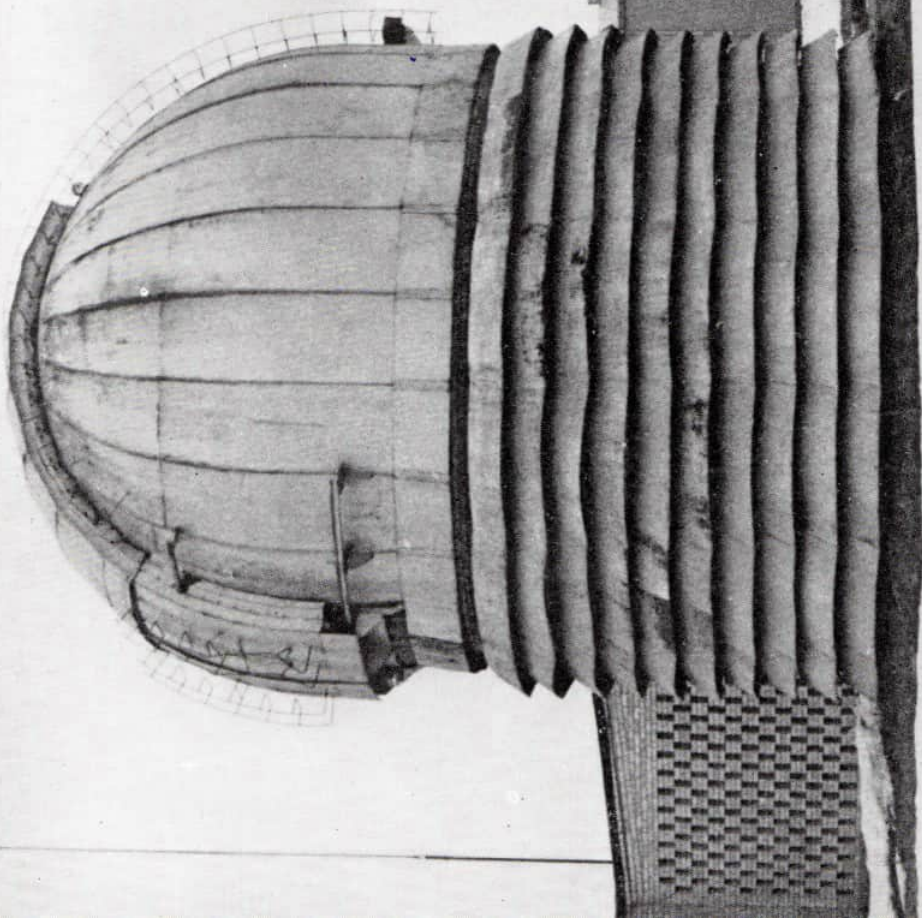
**Titelseite** — Die Akademie der Wissenschaften der UdSSR veröffentlichte Ende Dezember 1985 diese von einem sowjetischen Observatorium gewonnene Aufnahme des Halleyschen Kometen. Deutlich ist der sich entwickelnde Schweif erkennbar. Da das Aufnahmegerät der raschen Eigenbewegung des Kometen nachgeführt wurde, sind die Sterne des Himmelshintergrundes zu Strichspuren auseinandergezogen.

**2. Umschlagseite** — Die Mitarbeiterin des Observatoriums Swenigorod bei Moskau, N. Busarowa, bei Auswertungsarbeiten.

**3. Umschlagseite** — Das Astrophysikalische Observatorium „Wilhelm Struve“ in Tartu, Estnische Sozialistische Sowjetrepublik. Das Hauptinstrument des Institutes ist ein 1,5-m-Spiegelteleskop. Wichtigste Arbeitsgebiete des Observatoriums sind die Physik kosmischer Objekte, der Aufbau des Milchstraßensystems, das Studium von Galaxienhaufen und der Entwicklung im Weltall.

Die Sternwarte wurde 1811 gegründet. Von 1818 bis 1839 leitete F. G. W. STRUVE diese Einrichtung. Ihm gelang es, erstmals die Entfernung eines Sterns zu messen. Ferner konnte er unabhängig von BESSEL und HENDERSON die parallaktische Verschiebung von Sternen nachweisen.

**4. Umschlagseite** — Die sowjetischen Studentinnen der Astrophysik im zweiten Studienjahr A. Showta und W. Pristupa bei der Beurteilung von Mondaufnahmen. Alle Aufnahmen von NOWOSTI (APN)





# ASTRONOMIE

# 3

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1986  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin



-----  
**VEGA**  
-----

IKI AN  
CCCP  
IKF Bln.  
DDR  
**Software**

VEGA 1

06.03.86  
7224 S  
VIS  
TVU1



# Inhalt

● <b>Das aktuelle Thema</b>	
CH. HÖFNER; V. KLUGE; M. KOHLHAGEN; E. REDERSBORG: Mein politisch-pädagogischer Auftrag nach dem XI. Parteitag der SED	50
● <b>Astronomie</b>	
K. SCHÄFER: Evolution der Planetenatmosphären	52
● <b>Vorbereitung auf das Schuljahr 1986/87</b>	
K. LINDNER: Astronomische Daten im Schuljahr 1986/87	56
E.-M. MARX: Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1986/87	59
● <b>Unterricht</b>	
D. FRISCH: Einsatz einer Dia-Ton-Reihe in den ersten Astronomiestunden	61
● <b>Forum</b>	
L. KLINNERT: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde	63
● <b>Beobachtung</b>	
A. ZENKERT; H. J. NITSCHMANN: Zur Marsopposition 1986	64
K. LINDNER: Der heliakische Untergang der Spika	64
● <b>Kurz berichtet</b>	
Wissenswertes	65
Schülerfragen	69
Rezensionen	70
Anekdoten	71
● <b>Abbildungen</b>	
Umschlagseiten	71
● <b>Dokumentation (A. MUSTER)</b>	
● <b>Karteikarte</b>	
J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 3	
<b>Redaktionsschluß: 11. 4. 1986</b>	
<b>Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 16. 6. 1986</b>	

## Из содержания

Ц. ХЕФНЕР; В. КЛЮГЕ; М. КОЛЬХАГЕН; Э. РЕДЕРСБОРГ: Моя политико-педагогическая задача вслед за XIым съездом СЕПГ	50
K. ШЕФЕР: О развитии планетных атмосфер	52
K. ЛИНДНЕР: Астрономические данные за 1986/87ый учебный год	56
Э.-М. МАРКС: Годовщины по астрономии и космонавтике в 1986/87ом учебном году	59

## From the Contents

C. HÖFNER; V. KLUGE; M. KOHLHAGEN; E. REDERSBORG: My Politico-Pedagogical Task Following the XIth Party Congress of the SUPG	50
K. SCHÄFER: Towards the Evolution of Planetary Atmospheres	52
K. LINDNER: Astronomical Dates for the 1986/87th School Year	56
E.-M. MARX: Anniversaries in Astronomy and Astronautics during the 1986/87th School Year	59

## En Résumé

C. HÖFNER; V. KLUGE; M. KOHLHAGEN; E. REDERSBORG: Ma mission politique et pédagogique après le XIe Congrès du Parti Socialiste Unifié d'Allemagne	50
K. SCHÄFER: A l'évolution des atmosphères planétaires	52
K. LINDNER: Des dates astronomiques de l'année scolaire 1986/87	56
E.-M. MARX: Des jubilés de l'astronomie et de l'aviation interplanétaire pendant l'année scolaire 1986/87	59

## Del Continido

C. HÖFNER; V. KLUGE; M. KOHLHAGEN; E. REDERSBORG: Mi encargo político y pedagógico después del 11º Congreso del Partido del PSUA	50
K. SCHÄFER: A la evolución de las atmósferas planéticas	52
K. LINDNER: Informaciones astronómicas por el año escolar 1986/87	56
E.-M. MARX: Aniversarios de la astronomía y del viaje al universo en el año escolar 1986/87	59

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 3

23. Jahrgang 1986

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1086 Berlin, Krausenstr. 50, Postfach 1213, Tel. 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 132 626

### Anschrift der Redaktion:

8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannak“), Postfach 440, Tel. 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehihar, Doz. Dr. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Oberlehrer Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

**Lizenznummer und Lizenzgeber:** 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-723-5 Liz. 1488

### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu entnehmen. — Bestellungen werden in der DDR von der Deutschen Post entgegengenommen. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)  
ISSN 0004-6310

# Mein politisch-pädagogischer Auftrag nach dem XI. Parteitag der SED

Unmittelbar nach dem XI. Parteitag der SED erreichten unsere Redaktion Briefe von Astronomielehrern und Fachberatern, in denen sie erste Meinungen und Standpunkte zu diesem herausragenden gesellschaftlichen Ereignis äußern. Nachfolgend veröffentlichen wir einige der vorliegenden Schreiben.



**CHRISTA HÖFNER,**  
Fachberater  
in Merseburg

Im Bericht des ZK der SED an den XI. Parteitag haben mich besonders die sozialpolitischen Maßnahmen und die 10 Punkte der ökonomischen Strategie der SED mit dem Blick auf das Jahr 2000 beeindruckt. Um diese Aufgaben zu realisieren, braucht unser Staat „massenhaft allseitig gebildete, hochbefähigte, talentierte Persönlichkeiten“. Der Anspruch: „Allen Kindern eine hohe Allgemeinbildung zu vermitteln, sie im Geiste unserer kommunistischen Weltanschauung und Moral zu erziehen“, „das grundlegende Wissen und Können fest und solide zu vermitteln“ fordert mich; ich leite daraus für mich folgende Aufgaben ab:

- meinen Unterricht noch schülerbezogener vorzubereiten und zu gestalten,
- die Erfahrungen meiner Schüler noch planmäßiger in den Unterricht einzubeziehen,
- noch größeren Wert auf die geistig-praktischen Tätigkeiten meiner Schüler zu legen,
- weiterhin die Potenzen des Astronomieunterrichts für die Erziehung zur kommunistischen Weltanschauung zu nutzen und das meinen Schülern auch bewußt zu machen,
- mich immer wieder um eine anschauliche und emotional wirksame Unterrichtsgestaltung zu bemühen.

Der Generalsekretär betonte in seinem Bericht: „Zu einer Schlüsselfrage ist die Qualifizierung der Lehrer, ihre Ausbildung, ihre Weiterbildung, ihr ständiges Weiterlernen geworden.“ Von den 35 Astronomielehrern unseres Kreises sind 12 für das Fach ausgebildet. 3 nehmen im Oktober 1986 die externe Ausbildung auf. Meine Aufgabe ist es, auch in den kommenden Jahren geeignete Lehrer

von der Notwendigkeit dieses Studiums zu überzeugen, damit der Anteil der von ausgebildeten Fachlehrern erteilten Stunden von jetzt 39 Prozent auf wenigstens 50 Prozent steigt. Noch zielgerichteter als bisher werde ich mich bei der Hospitationstätigkeit und in der Fachkommission um die Weiterbildung aller Astronomielehrer unseres Kreises bemühen.



**VOLKER KLUGE,**  
Leiter der Schulsternwarte  
in Torgelow,  
Fachberater im Kreis  
Uecker münde

Die vom XI. Parteitag der SED vorgezeichnete weitere Entwicklung der sozialistischen Gesellschaft schafft immer bessere Voraussetzungen, das im Parteiprogramm formulierte Ziel zu realisieren, allseitig entwickelte Persönlichkeiten zu erziehen und herauszubilden. Die Grundlagen dazu werden vor allem durch einen wissenschaftlichen, parteilichen und lebensverbundenen Unterricht gelegt.

Der neue Lehrplan Astronomie schafft noch bessere Bedingungen, um den Schülern im Astronomieunterricht solides, dauerhaftes und anwendungsbereites Wissen und Können zu vermitteln, das Niveau des Unterrichts weiter zu erhöhen. Doch die höhere Qualität setzt sich nicht allein durch, sondern durch die fleißige und schöpferische Tätigkeit der Lehrer. Für mich als Fachberater ergibt sich die Aufgabe, die Lehrer des Kreises Uecker münde im Kreisfachzirkel und durch Konsultationen gründlich mit den Zielen und Inhalten des neuen Lehrplans vertraut zu machen, sie sorgfältig auf seine Einführung vorzubereiten, damit das geforderte höhere Niveau des Astronomieunterrichts erreicht wird.

Der Parteitag orientierte auch auf die weitere Entwicklung des fakultativen Unterrichts, wo spezifische Neigungen, Interessen und Begabungen und Talente der Schüler noch besser ausgeprägt werden können. In unserem Kreis arbeiten gegenwärtig fünf fakultative Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ und eine AG Amateurastronomie (Abiturstufe). Als Fachberater werde ich mich dafür einsetzen, daß in der nächsten Zeit zwei weitere fakultative Kurse gebildet, die dafür notwendigen Leiter gewonnen und befähigt werden.





**MONIKA  
KÖHLHAGEN,**  
Astronomielehrer  
in Rostock

Aus der umfassenden Sicht auf die weitere Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft, betonte Genosse ERICH HONECKER im Rechenschaftsbericht an den XI. Parteitag der SED, sind qualitativ neue, höhere Anforderungen an die Bildung und Erziehung der jüngeren Generation gestellt, ist die Aufgabe abgeleitet, die Anlagen und Fähigkeiten eines jeden Kindes optimal auszubilden.

Jeden Schüler optimal auf das Leben vorzubereiten, jede Unterrichtsstunde effektiv und erziehungswirksam zu gestalten, erfordert von mir als Parteisekretär und Fachlehrer für Mathematik, Physik und Astronomie an der 20. Oberschule „Karl Marx“ in Rostock neben der ständigen eigenen Weiterbildung eine gründliche Analysetätigkeit und eine langfristige Planungsarbeit auf der Grundlage des Lehrplans und der schulpolitischen Dokumente. Im Mittelpunkt meiner Arbeit stehen:

- die Vermittlung eines grundlegenden festen und soliden Wissens und Könnens, damit die Schüler beim weiteren Wissenserwerb darauf aufbauen können,
- die Ausbildung der Fähigkeit der Schüler, Wissen selbst zu erwerben und in der Praxis anzuwenden,
- die weitere Erhöhung der erzieherischen Wirksamkeit des Unterrichts,
- das Entwickeln einer hohen geistigen Aktivität aller Schüler,
- eine bessere Ausbildung elementarer wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen,
- die Erziehung zur Liebe zur Wissenschaft und die Entwicklung des Interesses an Technik und Produktion.

Mit Optimismus und Tatkraft stelle ich mich dem Auftrag des XI. Parteitages der SED, um die Jugend auf die anspruchsvollen Aufgaben vorzubereiten, die der wissenschaftlich-technische Fortschritt mit sich bringt.



**ECKART  
REDERSBORG,**  
Fachberater  
in Grevesmühlen

Der XI. Parteitag der SED stellt höhere Anforderungen an die kommunistische Erziehung. Als Fachlehrer und Fachberater für Astronomie werde ich bemüht sein, die Erziehungswirksamkeit des Unterrichts zu erhöhen. So läßt sich z. B. die Friedenspolitik der sozialistischen Staatengemeinschaft eindrucksvoll mit folgendem Zitat aus dem Bericht des ZK der SED an den XI. Parteitag nachweisen: „Wir sind für Frieden im Kosmos und auf der Erde.“

Stärker als bisher sehe ich exaktes, anwendungsbereites Wissen und Können der Schüler als Voraussetzung, nach höheren Erkenntnissen zu streben, die Entwicklung im Weltall immer besser zu erkennen und den wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu meistern.

Langfristig bereite ich mich durch ständiges Weiterlernen im Prozeß der Arbeit auf die Einführung des neuen Astronomielehrplanes vor. Dabei beziehe ich bereits ab kommendem Schuljahr meine Schüler ein, u. a. durch einen erstmals von mir geleiteten fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“. In der Beobachtungstätigkeit strebe ich nach einer höheren Qualität, in der ich stärker auf hohe Arbeitsdisziplin, kollektives Verhalten, Ausdauer und Gewissenhaftigkeit orientieren werden. Als Fachberater setze ich mich für ein engeres Zusammenwirken der Astronomielehrer des Kreises, für ein gründliches Studium des neuen Lehrplans Astronomie und der Pläne anderer Fächer (z. B. Physik), für eine enge Zusammenarbeit mit der URANIA und für die Weiterführung der bereits traditionellen „Astronomischen Wochen im Kreis Grevesmühlen“ ein, um so noch größeren Einfluß auf das astronomische Wissen von Lehrern, Schülern und interessierter Bevölkerungskreise zu nehmen.

# Evolution der Planetenatmosphären

Die Planeten und Satelliten unseres Sonnensystems unterscheiden sich nicht nur in ihren astronomischen Daten, sondern auch in der Beschaffenheit ihrer Atmosphären. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Eigenschaften zusammengefaßt: mittlere Dichte  $\rho$  des jeweiligen Objekts, Schwerebeschleunigung  $g$ , Druck  $P_0$  am Boden der Atmosphäre, Oberflächentemperatur  $T_0$  (Zahlen in Klammern sind effektive Temperaturen), Haupt- (mit Angabe des Volumenmischungsverhältnisses) und Nebenbestandteile sowie Aerosolbestandteile (1). Aus der großen Variationsbreite der atmosphärischen Parameter stellt sich die Frage, ob die Ursache allein in den unterschiedlichen Abständen der Objekte zur Sonne zu suchen ist. Diese Tatsache bedingt zunächst nur die Menge der in die Atmosphäre einfallenden solaren Strahlung. Aber erst die Betrachtung der Entstehungsgeschichte der Atmosphären und somit des Ursprungs ihrer Bestandteile gemeinsam mit den thermischen Bedingungen kann eine Erklärung für den gegenwärtigen Zustand liefern (2).

Eine Charakteristik der Quellen für die Atmosphären von Planeten und Satelliten (1) gibt Tabelle 2. Zunächst kommt eine gleichzeitige Bildung der Atmosphären während der Kondensation der Körper aus der ursprünglichen Gas- und Staubwolke, d. h. dem Urnebel bzw. dem sogenannten primordialen, solaren Nebel, in Betracht. In der Tabelle wird die Elementzusammensetzung und Verteilung sowie der Zeitpunkt der größten Wirksamkeit der Quellen angegeben, wobei vor 4,6 Mrd. Jahren der Beginn der Entstehung des Sonnensystems angenommen wird. Weiterhin können Teilchen des Sonnenwindes gegebenenfalls durch das äußere planetare Magnetfeld eingefangen werden oder

bis zur Oberfläche gelangen, dort neutralisiert werden und in der Atmosphäre verbleiben. Diese beiden Quellen führen zu den „primären“ Atmosphären. Der ständige Beschuß der Planeten und Satelliten durch kleine Körper des Sonnensystems kann zu Schmelzvorgängen auf der Oberfläche führen, durch die Gase frei werden. Eine weitere Atmosphärenquelle ist das Entweichen von Gasen aus dem Innern der Planeten und Satelliten während der Differenzierung in äußere Schale, Mantel und Kern.

Für Erde, Venus, Mars aber auch Io und Titan ist die Entgasung aus dem Innern der Körper die Hauptursache der jetzigen Atmosphäre. Eine entscheidende Tatsache für diese Feststellung lieferten Messungen der Häufigkeiten der Isotope der Edelgase in den Atmosphären der erdähnlichen Planeten, die von der solaren bzw. kosmischen Häufigkeit abweichen. Diese Atmosphären werden somit als „sekundär“ bezeichnet.

Eine besondere Rolle bei der Entwicklung der Planeten und Satelliten spielte das Wasser. Wasser ist gasförmig, gebunden in Stoffen oder als flüssiges Medium in vielen Objekten unseres Sonnensystems vorhanden. Es gibt Hinweise darauf, daß Wasser bereits im primordialen, solaren Nebel existierte.

## Erdartige Planeten Venus, Erde, Mars

Nach der Herausbildung der Planetenkörper herrschte ein Gleichgewicht zwischen absorbierter Sonnenstrahlung und emittierter langwelliger Strahlung. Aus dieser Bedingung läßt sich näherungsweise die Anfangstemperatur an der Planetenoberfläche (ohne Gashülle) errechnen: für die Erde 275 K, Mars 223 K, Venus 385 K, wenn man von der jetzigen Solarkonstante ausgeht. Dann begann die zweite Etappe der Planetenentwicklung mit einer Erwärmung des Körperinnern, die zu Schmelzvorgängen führte und eine chemische und mechanische Differenzierung bewirkte. Die Ursachen dieser Vorgänge waren freiwerdende Gravitationsenergie, Gezeitenkräfte (bei Io) und der

Tabelle 1:  
Atmosphären der Planeten und Satelliten

Objekt	$\rho$ g/cm <sup>3</sup>	$g$ cm/s <sup>2</sup>	$P_0$ bar	$T_0$ K	Hauptbestandteile	Nebenbestandteile	Aerosole
Merkur	5,43	395	(1000 hPa 2 · 10 <sup>-15</sup> )	440	He (0,98), H (0,02)	—	—
Venus	5,25	888	90	735	CO <sub>2</sub> (0,96), N <sub>2</sub> (0,035)	H <sub>2</sub> O, SO <sub>2</sub> , Ar, Ne, CO, HCl, HF	75%ige H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Erde	5,52	978	1	288	N <sub>2</sub> (0,77), O <sub>2</sub> (0,021), H <sub>2</sub> O (0,01), Ar (0,0093)	CO <sub>2</sub> , Ne, He, O <sub>3</sub> , Kr, N <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O flüssig, Eis, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Salze
Mond	3,34	162	2 · 10 <sup>-14</sup>	274	Ne (0,4), Ar (0,4), He (0,2)	—	—
Mars	3,96	373	0,007	218	CO <sub>2</sub> (0,95), N <sub>2</sub> (0,027), Ar (0,016)	O <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> O, Ne, Kr, Xe, O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O · Eis, Staub, CO <sub>2</sub> · Eis
Jupiter	1,34	2320	>>100	(129)	H <sub>2</sub> (0,89), He (0,11)	HD, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , H <sub>2</sub> O, HCN, PH <sub>3</sub>	„Nebel“, NH <sub>3</sub> · Eis, H <sub>2</sub> O · Eis
Saturn	0,68	877	>>100	(97)	H <sub>2</sub> (0,89), He (0,11)	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	„ „ CH <sub>4</sub> · Eis
Uranus	1,55	946	>>100	(58)	H <sub>2</sub> (0,89), He (0,11)	CH <sub>4</sub>	„ „ „
Neptun	2,23	1370	>>100	(56)	H <sub>2</sub> (0,89), He (0,11)	CH <sub>4</sub>	„ „ „
Titan	1,4	125	2 · 10 <sup>2</sup> ... 1	85	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	„Nebel“
Io	3,52	179	1 · 10 <sup>-10</sup>	110	SO <sub>2</sub>	—	—

Tabelle 2:  
Quellen der Atmosphäre von Planeten und Satelliten

Quelle	Zusammensetzung	größte Wirksamkeit
primordialer solarer Nebel	H>He>O>C>N>Ne> Mg>Si>Fe>S>Ar	vor 4,6 Mrd. Jahren
Sonnenwind	H>He>O>C>N>Ne> Mg>Si>Fe>S>Ar	vor 4,6 Mrd. Jahren
„Kleine“ Körper	H <sub>2</sub> O>S>C>N	vor 4,6 . . . 4,0 Mrd. Jahren
Inneres der Himmelskörper	H <sub>2</sub> O>C>Cl>N>S Vulkane: H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	vor 4,6 . . . 4,0 Mrd. Jahren

Anmerkung: H>He> bedeutet, daß Wasserstoff (H) häufiger ist als Helium (He) und das häufiger als . . .

Zerfall radioaktiver Elemente. Die ersten 10<sup>8</sup> bis 10<sup>9</sup> Jahre der zweiten Etappe waren begleitet vom Entweichen der gasförmigen Bestandteile aus dem Planeteninnern, die sich in der Umgebung der Körper sammelten und durch die Gravitation festgehalten wurden.

Die so entstandenen Atmosphären enthielten hauptsächlich Wasserdampf, Kohlendioxid und Stickstoff sowie geringe Mengen Methan, Ammoniak, Schwefeldioxid und Chlorverbindungen. Freier Sauerstoff fehlte praktisch völlig. Nach dieser Phase starker Entgasung wurde durch Vulkane und Geysire die Atmosphärenbildung durch Entgasung fortgesetzt. Dieser Prozeß dauert bei der Erde und wahrscheinlich auch der Venus noch heute an. Aus der Analyse der jetzigen Zusammensetzung der Planetenatmosphären und auf Grund der Ursachen der Entgasung wird auf folgende Entgasungsraten geschlossen: Am stärksten entgaste der Erdkörper, und die Venus hatte nur eine wenig schwächere Säuberung von Gasen. Darauf weist der in beiden Atmosphären in ungefähr gleicher Gesamtmasse vorhandene Stickstoff hin. Der wesentlich kleinere Mars entgaste am geringsten.

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei der Bildung der Atmosphären ist der Sonnenwind. Dieser wirkt ständig auf die Atmosphäre ein und ist um so stärker, je geringer der Abstand zur Sonne ist. Dadurch wurde die Uratmosphäre, die sogenannte primäre Atmosphäre, bei den erdartigen Planeten größtenteils weggeblasen. Bei den großen Planeten sind Geschwindigkeit und Dichte des Sonnenwindes für eine solche Wirkung zu klein, so daß die primäre Atmosphäre erhalten blieb.

Ein ständiger Masseverlust der Atmosphären wird hervorgerufen durch die Diffusion leichter Gase in den Weltraum, durch die chemische Bindung im Gestein der Planetenoberfläche sowie durch Kondensation auf der Oberfläche.

Der thermische und dynamische Zustand der Atmosphären wird beeinflusst durch Änderungen der Strahlungseigenschaften der Sonne, durch quasi-periodische Variationen der Exzentrizität der Umlaufbahnen um die Sonne sowie durch Neigung und Orientierung der Rotationsachsen der Plane-

ten. Diese Variationen haben eine Zeitskala von 10<sup>4</sup> bis 10<sup>6</sup> Jahren.

Für weitere detaillierte Betrachtungen, insbesondere zu weiteren in der Diskussion befindlichen Vorstellungen über die Planetenentwicklung sei auf (1), (2) und (3) verwiesen.

### Zur Erde

Die Besonderheit der Entwicklung der Erdatmosphäre beginnt damit, daß die aus dem Erdkörper austretenden Gase in eine Umgebung mit solchem Temperaturregime entwichen, daß eine Kondensation des Wasserdampfes in Meeren erfolgen konnte. Die Existenz von Wasser ermöglichte die Reaktion von CO<sub>2</sub> mit Silikatgesteinen zu Karbonaten. CO<sub>2</sub> konnte außerdem direkt in den Meeren gelöst werden. Dadurch kam es zu keiner Anhäufung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre, und Stickstoff wurde der Hauptbestandteil. Abschätzungen haben gezeigt, daß die auf diese Weise gebundene Menge CO<sub>2</sub> der entspricht, die in der Atmosphäre der Venus enthalten ist. Durch die höhere Anfangstemperatur nahm aber die Venusatmosphäre eine andere Entwicklung, die charakterisiert war durch einen fortlaufenden Treibhauseffekt. Auch in der Erdatmosphäre setzte ein Treibhauseffekt ein (4). Die in der Atmosphäre enthaltenen Gase Wasserdampf und CO<sub>2</sub> sind starke Absorber im infraroten Spektralbereich. Entsprechend ihrer Temperatur emittiert die Erdoberfläche in diesem Spektralbereich elektromagnetische Strahlung, die in der Atmosphäre von H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> absorbiert wird und dadurch zur Erwärmung beiträgt. Die Atmosphäre erwärmt sich solange, bis ein neues Strahlungstemperatur-Gleichgewicht im gesamten System Oberfläche – Atmosphäre erreicht ist.

So bildeten sich an der Erdoberfläche Temperaturverhältnisse heraus, die den Beginn des Lebens in den Meeren ermöglichten. Vor 2,5 Milliarden Jahren setzte damit die Photosynthese ein, die Sauerstoff erzeugte, so daß die Entwicklung höheren Lebens auf der Basis einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre möglich wurde. Tabelle 3 faßt die heutigen Vorstellungen über die Entwicklungsgeschichte der Erde im Zusammenwirken von Atmosphäre, Erdkörper und biologischer Entwicklung zusammen. Auf die primäre Atmosphäre und die Wirkung des Sonnenwindes wird hier nicht eingegangen. Ein weiterer einschneidender Punkt in der Entwicklung der Erdatmosphäre ist die Bildung von Ozon und der Ozonschicht in der Stratosphäre, die die biologisch schädlichen Anteile der ultravioletten Strahlung vollständig absorbiert und die Entwicklung des Lebens außerhalb der Ozeane ermöglichte. Bereits vor 30 Millionen Jahren wurde der Sauerstoffpegel der gegenwärtigen Atmosphäre (1 PAL-present air level) erreicht, der seitdem mit nur geringen Schwankungen als Quasigleichgewichtszustand des Stoffkreislaufes existiert.

Tabelle 3:  
Entwicklung der Erdatmosphäre

zurückliegende Zeit (Mrd. Jahre)	Atmosphäre	Erdkörper	biologische Entwicklung
4,6	Primärentgasung primitive $\text{CH}_4\text{-NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ -Atmosphäre	Abschluß der Akkumulation der Erde, Krustenbildung	-
3,5	$\text{CO}_2\text{-N}_2$ -Uratormosphäre durch weitere Entgasung	Erdkernbildung, älteste Sedimente, große Wassermengen	Makromoleküle, Biogene
3,0	$\text{H}_2\text{O} + h\nu \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}$ $\text{O} + \text{O} \rightarrow \text{O}_2$ $[\text{O}_2] < 10^{-3}$ PAL	Oxidation des Oberflächenmaterials	Anaerobier
2,5	wirksame Photosynthese: $[\text{O}_2] = 10^{-3}$ PAL	älteste Riffe, gebänderte Eisenerzsedimente	erste Autotrophe, Blaualgen
2,0	zunehmende Akkumulation freien Sauerstoffs, Übergang von reduzierender zu oxidierender Atmosphäre	älteste Sedimente unter oxidierenden Bedingungen	niedere Grünpflanzen in der Hydrosphäre
1,0	$[\text{O}_2] > 10^{-3}$ PAL	Kalkstein, Dolomit, Kalziumsulfat-Ablagerungen	Protozoen
0,8	$[\text{O}_2] = 10^{-2}$ PAL, $\text{O}_3$ -Bildung	tektonische Prozesse, Gebirgsbildungen	Erreichen des Pasteurpunktes, erste Metazoen, Entwicklung
0,6	Abschirmung UV-Strahlung durch biologische Entwicklung		Fermentation $\rightarrow$ Atmung
0,4	verstärkte $\text{O}_2$ -Produktion $[\text{O}_2] = 10^{-1}$ PAL		starke biologische Entwicklung im Ozean, biologische Entwicklung auf Festländern
0,3	Abschirmung UV $< 290$ nm $[\text{O}_2] = 1$ PAL		üppige Pflanzen, Landtiere

### Zur Venus

Die hohe Anfangstemperatur der Venus verhinderte von vornherein, daß der bei der Entgasung entweichende Wasserdampf kondensierte. Gemeinsam mit dem sich in der Atmosphäre ansammelnden Kohlendioxid verursachte der Wasserdampf einen Treibhauseffekt, durch den die Temperatur weiter erhöht wurde und Bedingungen entstanden, unter denen sich Aerosole und damit Wolken aus Schwefelsäuretröpfchen bilden konnten. Dieses „Wolkendach“ verstärkte den Treibhauseffekt weiter, denn auch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ist ein starker IR-Absorber. Die sich nun einstellende Temperaturverteilung verhinderte chemische Prozesse an der Oberfläche, die  $\text{CO}_2$  binden.

Unter dem Einfluß der solaren ultravioletten Strahlung begann die Zersetzung des atmosphärischen Wasserdampfes in Sauerstoff und Wasserstoff. Dieser Prozeß dauert an und ist verbunden mit dem Entweichen des leichtflüchtigen Wasserstoffgases in den Weltraum, so daß es keine Reaktionen mit dem  $\text{CO}_2$  eingehen kann. Der Sauerstoff wurde durch Oxidationsprozesse an der Oberfläche gebunden. Dieser beständige Verlust an Wasserdampf in der gesamten Entwicklung der Venusatmosphäre führte zu einer Erhöhung der Konzentration der Schwefelsäure als Wolken-Tröpfchen. Das Reservoir für die Schwefelverbindungen in der Atmosphäre sind der Vulkanismus (5) und die Wechselwirkung der dichten unteren Atmosphäre mit den Gesteinen der Oberfläche. Der Transport wird durch die intensive Zirkulation übernommen. Durch die Regenerierung von  $\text{CO}_2$  sowie durch die Entstehung und den Zerfall von Aerosolen werden chemische Reaktionen unter, in

und über den Wolken in Gang gesetzt. Aus der Funktion der Venuswolken als Wärme- und chemischer Speicher läßt sich eine Parallele zu den irdischen Meeren ableiten.

Zur Ergänzung sei auf (6), erschienen in dieser Zeitschrift, verwiesen.

Weitere interessante Daten über die Struktur der Atmosphäre zwischen 50 und 95 km Höhe lieferte das Fourierspektrometer-Experiment auf Wenera-15 und -16 von Oktober bis Dezember 1983. Dieses IR-Strahlungsmeßgerät wurde in der Akademie der Wissenschaften der DDR entwickelt und gebaut. Wissenschaftler der DDR und der UdSSR werten gemeinsam das Experiment aus (7). Von großer Bedeutung für die weitere Untersuchung der Wolkenstruktur ist die Feststellung einer großen meridionalen Variabilität der Spektren, was hinweist auf unterschiedliche Wolkenhöhen und -zusammensetzungen aber auch Temperaturprofile. Diese Tatsache steht im Zusammenhang mit aufsteigenden und absinkenden Luftmassen in verschiedenen Breitenregionen. Die bisher berechnete Konzentration von Wasserdampf an der Wolkenobergrenze mit ungefähr  $1/10000$  Prozent konnte bestätigt werden. Der Nachweis einer Schwefeldioxidkonzentration in der gleichen Größenordnung ist ein neues Ergebnis und korrigiert bisherige Vorstellungen nach oben.

### Zum Mars

Die Strahlungsbilanz des Mars schuf zum Beginn der Atmosphärenentwicklung die vergleichsweise niedrigste Oberflächentemperatur bei den erdartigen Planeten. Diese ermöglichte zunächst keine Kondensation von flüssigem Wasser auf der Ober-

fläche. Dagegen zeigen aber Bilder der jetzigen Planetenoberfläche Strukturen ehemaliger Wasserläufe, die auf die Existenz einer Hydrosphäre in der Entwicklung des Mars hinweisen. Solche Wasseransammlungen setzen einen Luftdruck von mindestens 200 hPa voraus. Der Verlust einer Hydrosphäre könnte durch starke Klimaänderungen (Marsbahn-Geometrie) oder auch Vulkanismus (Staub) eingetreten sein. Trotz  $\text{CO}_2$  als Hauptbestandteil bedingt die geringe Atmosphärenmächtigkeit unter den gegebenen Einstrahlungsverhältnissen nur einen sehr geringen Treibhauseffekt und damit die niedrige Atmosphärentemperatur. Hinweise auf die Kondensation von Bestandteilen einer in der früheren Entwicklung mächtigeren Marsatmosphäre liefern die weißen Polkappen, die Eis aus Kohlendioxid und Wasser sind. Weiterhin ist aus der Beschaffenheit der Oberfläche abgeleitet worden, daß es eine ausgedehnte Permafrostzone gibt, die Dicken von 1 km und an den Polen bis zu 4 km erreicht.

Eine besondere Erscheinung der Marsoberfläche sind die Staubstürme, die die Strahlungsbilanz stark beeinflussen. Messungen haben gezeigt, daß während eines Sturmes die Temperatur am Boden ansteigt und in der Stratosphäre fällt und erst nach mehreren Wochen wieder den Normalzustand erreicht. Die Erklärung ist in den Strahlungseigenschaften der Aerosole zu suchen – Staub-Teilchen sind kleiner als Wolken-Tröpfchen, so daß beim Staub der Streueffekt größer als die Absorption ist.

### **Große Planeten**

Die großen Planeten besitzen primäre Atmosphären, d. h., ihre jetzigen Gashüllen haben eine Zusammensetzung, die der des primordialen, solaren Nebels entspricht. Sie entstanden während der Planetenbildung vor 4,6 Milliarden Jahren. Es gibt zwei mögliche Prozesse: Entweder bestand der Planetenkern zuerst, wuchs schnell an und fing die leicht flüchtigen Bestandteile des Urnebels durch das Gravitationsfeld ein. Oder durch eine lokale Gasinstabilität im Urnebel erfolgte eine gravitative Kontraktion einer großen Gashülle, die eine Differenzierung von Planetenkern und Atmosphäre zur Folge hatte. In beiden Fällen wurde eine Gashülle mit der 100- oder 1000fachen Ausdehnung des jetzigen Planeten während der ersten  $10^7$  Jahre der Planetenentstehung gebildet. Dann unterlag die Gashülle einem hydrodynamischen Kollaps, bei dem sie im Laufe von Jahren auf ein mehrfaches der jetzigen Ausdehnung schrumpfte. Seitdem bewirkt eine langsame Kontraktion dieser Planeten das weitere Schrumpfen.

In der ersten Entwicklungsphase konnten die großen Planeten durch die gewaltige Ausdehnung Planetoiden einfangen, die durch Reibungsverluste in der Gashülle immer kleinere Umlaufbahnen bekamen und schließlich auf den Planetenkern stürzten.

Während der gesamten Entwicklung unterlagen die großen Planeten einer ständigen Abkühlung. Unterschritten die Temperaturen einen bestimmten Grenzwert, konnten sich chemische Bestandteile der Gashülle separieren. Im Falle des Saturn kann dann Helium in Zonen metallischen Wasserstoffs eingeschlossen werden und zum Planetenzentrum sinken, so daß es zur starken Verringerung von Helium in der Atmosphäre kommt.

### **Io und Titan**

Diese Satelliten haben Atmosphären, die durch Entgasung des Körpers entstanden sind. Die Atmosphärenzusammensetzung ist ähnlich der der erdartigen Planeten, wobei die Häufigkeit schwefelhaltiger Gase bei der Io größer ist und beim Titan  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{NH}_3$  dominieren. Die gasförmigen Bestandteile machen beim Titan einen verhältnismäßig großen Anteil der Masse aus, und durch die niedrige Oberflächentemperatur bleibt dieser Zustand erhalten. Die Stoß-Wechselwirkung mit geladenen Teilchen der äußeren Atmosphäre kann bei der Io zum Verlust leichterflüchtiger Bestandteile als  $\text{SO}_2$  aber auch Ar,  $\text{N}_2$  und  $\text{CO}_2$  geführt haben. Einen weiteren Verlust atmosphärischer Bestandteile bewirkt die Eisablagerung an den Oberflächen von Io ( $\text{SO}_2$ ) und Titan ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ). Dieser Prozeß ist nicht irreversibel, und durch Gezeitenkräfte, die zur Erwärmung der Atmosphäre führen, kann die Io mehrere Zyklen durchlaufen haben. Die Photodissoziation von  $\text{H}_2\text{O}$  zu  $\text{H}_2$  und  $\text{O}_2$  bewirkte die ständige Verringerung von Wasser in der Atmosphäre.

### **Mond und Merkur**

Die Hauptquellen dieser Atmosphären sind der Sonnenwind, die Entgasung radioaktiver Stoffe und die interstellare Materie. In früheren Entwicklungsstadien kann eine stärkere Entgasung stattgefunden und zu zeitweisen Atmosphären geführt haben. Die Entgasungsrate muß aber sehr klein gewesen sein, so daß der Verlust der Gase in den Weltraum durch Dissipation und Stoß-Wechselwirkung mit dem Sonnenwind nicht ausgeglichen werden konnte.

### **Zur zukünftigen Entwicklung der Erdatmosphäre**

Aus den bisherigen Betrachtungen liegt die Überlegung nahe, daß die Atmosphären der Nachbarplaneten als Spezialfälle der atmosphärischen Prozesse der Erde angesehen werden können. Numerische Modellierungen der Atmosphärenentwicklung unterstreichen jedoch die Bedeutung des Abstandes Erde – Sonne (1 AE). Bei einer wenig größeren Entfernung von der Sonne wäre schon vor 2 Milliarden Jahren eine totale Eisbedeckung erfolgt. Bei kleinerer Entfernung hätte der fortlaufende Treibhauseffekt in einem früheren Entwicklungsstadium eingesetzt. Es ist abgeleitet worden,

daß eine erdähnliche Entwicklung nur im Bereich von 0,95 bis 1,01 AE möglich ist (8).

Die Untersuchungen der Planetenatmosphären haben u. a. zum besseren Verständnis der Rolle des Treibhauseffektes wie auch des Albedoeffektes von Staubwolken beigetragen. Diese Erkenntnisse fließen ein in Modelle der Auswirkungen des ständigen, industriell bedingten CO<sub>2</sub>-Anstiegs in der Atmosphäre, was eine geringförmige Erwärmung zur Folge hat, wie auch der atmosphärischen Wirkungen eines Kernwaffenkrieges, die in einem sogenannten nuklearen Winter bestehen. Damit ist aufgezeigt worden, daß die Erdatmosphäre nicht beliebige Einwirkungen selbstregulierend ausgleichen kann. Eine gesicherte Aussage zur Entwicklung unserer Atmosphäre über lange Zeiträume mit großen Klimaschwankungen wie den Eiszeiten, katastrophalen Veränderungen wie es beim Mars möglich wäre oder nach dem Beispiel der Nachbarplaneten gibt es aber noch nicht.

#### Literatur:

- (1) POLLACK, J. B., und Y. YUNG: **Origin and evolution of planetary atmospheres.** Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 8 (1980), 425–487.
- (2) BAUER, S.: **Die Atmosphären der Planeten.** Physik in unserer Zeit 11 (1980), 6, 162–168.
- (3) HÄNSEL, CH.: **Die Atmosphären der erdartigen Planeten und ihre Entwicklung.** Die Sterne 59 (1983), 6, 323 bis 335.
- (4) SCHÄFER, K., J. TAUBENHEIM und D. OERTEL: **Venus und Erde – ungleiche Zwillinge?** Urania 60 (1984), 7, 24–29.
- (5) PRINN, R. G.: **The Vulcanoes and Clouds of Venus.** Scientific American 252 (1985), 2, 23–31.
- (6) REICHSTEIN, M.: **Aufbau und Dynamik der Venusatmosphäre.** Astronomie in der Schule 21, 1 (1984), 5–7.  
**Zirkulationen in der Venusatmosphäre.** Astronomie in der Schule 21, 3 (1984), 56–58.  
**Die Strukturen der Venusoberfläche und ihre Entstehung.** Astronomie in der Schule 22, 1 (1985), 3–7.
- (7) OERTEL, D., J. NOPIRAKOWSKI, V. I. MOROZ, V. M. LINKIN, H. BECKER-ROSS und D. SPANKUCH: **Venus im Visier.** Teil 1 wissenschaft und fortschritt 34 (1984), 9, 237–240.  
OERTEL, D., J. NOPIRAKOWSKI, V. I. MOROZ, V. M. LINKIN, W. STADTHAUS, K. SCHÄFER, D. SPANKUCH, W. DOHLER: **Venus im Visier.** Teil 2 wissenschaft und fortschritt 34 (1984), 10, 272–275.
- (8) KONDRATJEV, K. Y., und G. E. HUNT: **Weather and Climate on Planets.** Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt 1982.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS SCHÄFER  
Heinrich-Hertz-Institut für Atmosphärenforschung  
und Geomagnetismus der AdW der DDR  
DDR - 1199 Berlin  
Rudower Chaussee 5

#### Vorschau auf das Heft 4/1986

Zu einigen aktuellen Fragen unserer Schulpolitik nach dem XI. Parteitag der SED – Neue Erkenntnisse über den Kometen Halley – Dritte Generation sowjetischer Orbitalstationen – Zur Behandlung des HRD im Astronomieunterricht

## Astronomische Daten für das Schuljahr 1986/87

Auch in diesem Jahr stellen wir mit dem traditionellen „Datenartikel“ zur Vorbereitung des neuen Schuljahres Material für die Planung der obligatorischen Beobachtungen, für differenzierte häusliche Beobachtungsaufgaben und für die Aktualisierung des Unterrichts zur Verfügung. Darüber hinaus bietet diese Übersicht über die für die Schulastronomie wichtigen astronomischen Ereignisse des Schuljahres 1986/87 den Leitern der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ Hilfen für die Planung ihrer praktischen und theoretischen Arbeit. Die Zusammenstellung der Daten ist auf den gültigen Lehrplan, Klasse 10, bezogen. Alle nicht eingeklammerten Zeitangaben sind Mitteleuropäische Zeit, **alle Zeitangaben in Klammern sind Sommerzeit.** Alle Zeiten sind streng für Berlin berechnet; sie gelten jedoch genähert für das gesamte Territorium der DDR.

### 1. Die Erde

Die Bahnbewegung der Erde im Schuljahr 1986/87 wird durch folgende Daten charakterisiert:

Herbstanfang	23. 9. 1986, 9h (10h)
Wintersonnenwende	22. 12. 1986, 5h
Erde in Sonnennähe	5. 1. 1987, 0h
Frühlingsanfang	21. 3. 1987, 5h
Sommersonnenwende	21. 6. 1987, 23h (24h)
Erde in Sonnenferne	4. 7. 1987, 2h (3h)
Herbstanfang	23. 9. 1987, 15h (16h)

Die Entfernung Sonne – Erde nimmt von Januar bis Juli um fast 5 Millionen km zu, das sind reichlich 3 Prozent des Mittelwertes. Die Jahre 1986 und 1987 sind Gemeinjahre zu je 365 Tagen.

### 2. Der Mond

Angaben über die Abend- bzw. Morgensichtbarkeit des Mondes sind im Abschnitt 6 dieses Beitrages zu finden. Eine auffällige Besonderheit der Mondbahn im Jahre 1987 kommt in den extrem geringen Kulminationshöhen der Sommervollmonde zum Ausdruck. Auf diese Erscheinung, die am deutlichsten in den Vollmondphasen am 11. 6. und am 11. 7. 1987 zu beobachten ist, sollten vor allem die Teilnehmer fakultativer Kurse aufmerksam gemacht werden.

Die einzige im Schuljahr 1986/87 vom Territorium der DDR aus *sichtbare Finsternis* ist eine totale Mondfinsternis. Sie ereignet sich am Abend des 17. 10. 1986:

Eintritt des Mondes in den Kernschatten	18 <sup>h</sup> 29 <sup>min</sup>
Beginn der Totalität	19 <sup>h</sup> 41 <sup>min</sup>
Größte Phase	20 <sup>h</sup> 18 <sup>min</sup>
Ende der Totalität	20 <sup>h</sup> 55 <sup>min</sup>
Austritt des Mondes aus dem Kernschatten	22 <sup>h</sup> 06 <sup>min</sup>

Der Mond taucht in der größten Phase zu 125 Prozent seines Durchmessers in den Kernschatten der Erde ein. Er befindet sich für einen Beobachter in Berlin beim Eintritt in den Kernschatten  $13^\circ$ , beim Austritt aus dem Kernschatten  $42^\circ$  hoch über dem Horizont. Der Tag der Finsternis ist der letzte Schultag vor den Herbstferien.

Von nun an müssen wir für einige Zeit gänzlich auf Finsternisse verzichten. Eine Sonnenfinsternis, die von der DDR aus beobachtbar ist, wird sich erst wieder am 10. 5. 1994 ereignen. Aber auch Mondfinsternisse – von den praktisch nicht wahrnehmbaren Halbschattenfinsternissen abgesehen – sind in den nächsten zwei Jahren bei uns nicht beobachtbar. Die nächste in Mitteleuropa sichtbare Mondfinsternis findet am 20. 2. 1989 statt.

### 3. Die Planeten

#### *Merkur*

wird im Schuljahr 1986/87 dreimal mit dem bloßen Auge bzw. mit dem Feldstecher zu beobachten sein. Zwischen dem 19. 11. und dem 7. 12. 1986 kann er am Morgenhimmel im Südosten gesehen werden; am 30. 11. erreicht er mit  $20^\circ$  den größten westlichen Abstand von der Sonne. Seine scheinbare Helligkeit steigt in dem genannten Zeitraum von  $+1,2$  auf  $-0,4$  Größenklassen; Merkur geht gegen  $6^h$  auf.

Die zweite Sichtbarkeitsperiode beginnt am 3. 2. und endet am 23. 2. 1987. Merkur ist in dieser Zeit abends am Südwesthimmel aufzufinden. Seine Helligkeit fällt im Laufe des Februar von  $-0,9$  auf  $+1,8$  Größenklassen; die Untergangszeit pendelt zwischen  $18^h 20^{\text{min}}$  und  $19^h 04^{\text{min}}$ . Die größte östliche Elongation ( $18^\circ$ ) wird am 12. 2. durchlaufen. Ein drittes Mal können wir den Merkur in der Zeit vom 19. 5. bis zum 15. 6. 1987, wiederum am Abendhimmel und mit abnehmender Helligkeit, sehen. Dieses Mal muß er jedoch im Nordwesten gesucht werden. Am 7. 6. erreicht er den größten Winkelabstand von der Sonne ( $24^\circ$ ), die Untergangszeit wächst von anfänglich  $21^h 20^{\text{min}}$  ( $22^h 20^{\text{min}}$ ) rasch auf  $22^h$  ( $23^h$ ) an. Im Juni geht Merkur noch später unter.

Am 13. 11. 1986 geht Merkur vor der Sonne vorüber. Leider beginnt der Durchgang schon in der Nacht (um  $2^h 44^{\text{min}}$ ); er endet um  $7^h 31^{\text{min}}$ . Da die Sonne erst um  $7^h 24^{\text{min}}$  aufgeht, dürfte eine Beobachtung kaum noch möglich sein.

In den Tagen um den 11. 6. 1987 findet im Sternbild Zwillinge eine Annäherung des Merkurs an den Mars statt. Der rasch ostwärts laufende Merkur holt den roten, um etwa eine Größenklasse schwächeren Mars fast ein, dreht jedoch, nachdem am 11. 6. der Abstand zwischen beiden auf reichlich einen Vollmonddurchmesser geschrumpft ist, nach Süden ab und setzt zu einer Bahnschleife an. Dabei verschwindet er in den Strahlen der näher rückenden Sonne.

#### *Venus*

gibt zu Beginn des Schuljahres eine kurze Abschiedsvorstellung am westlichen Abendhimmel, bleibt dann von Ende September an für etwa 6 Wochen unsichtbar und kann ab Mitte November am Morgenhimmel wieder beobachtet werden. Sie bleibt dann Morgen„stern“ bis zum Schuljahresende und ist mit anfänglich  $-4,4$ , später  $-3,3$  Größenklassen ein unübersehbar helles Objekt. Die größte westliche Elongation ( $47^\circ$ ) wird am 15. 1. 1987 durchlaufen. In der dritten Septemberdekade und von Mitte November bis in die dritte Dezemberdekade bietet sie im Fernrohr den Anblick einer großen, deutlichen Sichel. Kurz vor dem Verschwinden vom Abendhimmel und kurz nach dem Wiederauftauchen am Morgenhimmel ist diese Sichel am schmalsten und am größten; am 15. 11. beträgt ihr Durchmesser  $30''$ .

Am 24. 1. 1987 geht Venus  $2^\circ$  nördlich an Saturn vorbei, am 5. 5. 1987  $0;6$  südlich an Jupiter. Der letztgenannte Vorbeigang ist allerdings nur noch in der Morgendämmerung zu beobachten.

#### *Mars,*

der am 10. 7. 1986 in Opposition zur Sonne stand, kann während des ganzen Schuljahres 1986/87 am Abendhimmel beobachtet werden. Während sich die Untergangszeit kaum ändert – sie verlagert sich von etwa  $23^h$  ( $24^h$ ) im Herbst auf etwa  $22^h$  ( $23^h$ ) im Frühsommer 1987 –, ist die Himmelsrichtung, in der der rote Planet zu finden ist, einem deutlichen Wechsel unterworfen. Von September bis Januar steht Mars abends im Süden, im Februar im Südwesten, im März und im April im Westen. In den beiden Folgemonaten befindet er sich abends am Nordwesthimmel; im Juni 1987 wird er unsichtbar. Bis dahin hat Mars ziemlich genau den halben Tierkreis durchlaufen, beginnend im Sternbild Schütze und endend im Sternbild Zwillinge. Auch die scheinbare Helligkeit des Mars ist starken Änderungen unterworfen. Von  $-1^m 4$  Anfang September 1986 fällt sie auf  $+2^m 0$  Anfang Juni 1987.

Ein bemerkenswert enger Vorübergang des Mars an Jupiter ereignet sich am 19. 12. 1986 im Sternbild Wassermann. Mars geht  $0;5$  nördlich an Jupiter vorüber; seine scheinbare Helligkeit beträgt  $+0,6$ , die des Jupiters  $-1,9$  Größenklassen. In den frühen Abendstunden stehen beide Planeten in rund  $30^\circ$  Höhe im Südsüdwesten.

#### *Jupiter,*

der in diesem und den kommenden Schuljahren wieder sehr viel größere Höhen über dem Horizont erreichen wird, steht zu Beginn des Schuljahres, am 10. 9. 1986, in Opposition zur Sonne. Den ganzen Herbst und den ganzen Winter über ist er ein Objekt für abendliche Beobachtungen; erst Mitte März geht er in der Abenddämmerung unter und

kann dann etwa zwei Monate lang nicht mehr gesehen werden. In den letzten Wochen des Schuljahres finden wir ihn morgens am Osthimmel. Seine Bahnschleife durchläuft er zwischen den Sternbildern Wassermann und Fische; am 8. 11. 1986 wird er rechtläufig und bewegt sich danach rasch nach Norden. Mitte März überschreitet er den Himmelsäquator. Jupiter strahlt zur Oppositionszeit mit  $-2^m 4$ , danach geht seine Helligkeit zurück. Ende Februar beträgt sie noch  $-1,6$  Größenklassen.

#### Saturn

bewegt sich im Schuljahr 1986/87 durch die Sternbilder Skorpion und Schlangenträger, steht also sehr weit südlich und erreicht deshalb nur sehr geringe Kulminationshöhen. Sie liegen durchweg unter  $20^\circ$ . Damit kommt Saturn, der gegenwärtig selbst zur Opposition nur knapp die nullte Größenklasse aufweist, als attraktives Beobachtungsobjekt für das bloße Auge wohl kaum in Frage. Bei Fernrohrbeobachtungen wird aber die ungünstige Stellung zum Horizont wenigstens teilweise durch den faszinierenden Anblick des weit geöffneten Ringsystems aufgewogen. Die kleine Achse der Ringellipse ist jetzt deutlich größer als der Poldurchmesser des Planeten.

Von Septemberbeginn bis in die ersten Novembertage kann der Ringplanet abends tief im Südwesten beobachtet werden, Ende Dezember erscheint er dann nach fast zwei Monaten Unsichtbarkeit wieder morgens im Südosten. Bis in den Frühsommer bleibt er ein Objekt für Beobachtungen am Morgenhimmel; erst wenn sich das Schuljahr bereits seinem Ende zuneigt, finden wir Saturn am spät-abendlichen Südhimmel.

#### Uranus und Neptun

befinden sich in dem Teil der Ekliptik, den die Sonne im Herbst durchläuft: Uranus im Schlangenträger, Neptun im Schützen. *Pluto* steht weitab von der Ekliptik im nordwestlichen Teil des Sternbildes Jungfrau. Er ist zur Zeit mit 29,7 AE Sonnenabstand der Sonne näher als Neptun (30,2 AE).

#### 4. Die Sonne

Das Minimum der Sonnenaktivität dürfte im Jahre 1986 überschritten werden. Das letzte Maximum liegt nun schon 6 Jahre zurück; es ist zu erwarten, daß sich die Fleckentätigkeit auf der Sonne allmählich wieder belebt.

#### 5. Empfehlungen zur Beobachtungsplanung

##### Abendbeobachtungen (nach Dämmerungsende)

##### September

Venus, Mars, Jupiter, Saturn; Mizar tief im NW; Plejaden tief im O; Mond vom 10. bis 19. 9.

##### Oktober

Mars, Jupiter; Mizar tief im NW; Plejaden tief im O; Mond vom 8. bis 19. 10.

#### März

Mizar hoch im O (Zenitprisma bzw. Okularrevolver erforderlich!); Plejaden in mittlerer Höhe im W; Mond vom 5. bis 17. 3.

#### April

Mizar hoch im O (Zenitprisma!); Plejaden tief im NW; Mond vom 5. bis 15. 4.

#### Morgenbeobachtungen (vor Dämmerungsbeginn)

##### Dezember

Venus; Mizar sehr hoch (Zenitprisma!); Mond vom 18. bis 28. 12.

##### Januar

Venus, Saturn; Mizar fast im Zenit (Zenitprisma!); Mond vom 17. bis 26. 1.

#### 6. Astronomischer Kalender 1986/87

Die Angaben zu den Mondvorübergängen an den Planeten und alle Angaben zur Sichtbarkeit der Objekte sind für einen Beobachter in Berlin berechnet. Alle eingeklammerten Zeitangaben sind Sommerzeit (MESZ), alle anderen Mitteleuropäische Zeit (MEZ).

##### Mond am Abendhimmel

September	Mi., 10., bis Fr., 19. 9.
Oktober	Mi., 8., bis So., 19. 10.
November	Do., 6., bis Di., 18. 11.
Dezember	Fr., 5., bis Fr., 19. 12.
Januar	Sa., 3., bis So., 18. 1.
Februar	Di., 3., bis So., 15. 2.
März	Do., 5., bis Di., 17. 3.
April	So., 5., bis Mi., 15. 4.
Mai	Di., 5., bis Do., 14. 5.

##### Mond am Morgenhimmel

Dezember	Do., 18., bis So., 28. 12.
Januar	Sa., 17., bis Mo., 26. 1.

##### September 1986

Fr., 5.	Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne
Mi., 10.	Jupiter in Opposition zur Sonne
Di., 23.	9 <sup>h</sup> (10 <sup>h</sup> ) Herbstanfang
So., 28.	Ende der Abendsichtbarkeit der Venus

##### Oktober 1986

Fr., 3.	20 <sup>h</sup> ringförmig-totale Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar
Di., 7.	11 <sup>h</sup> Mond in Erdnähe (367 000 km)
Di., 14.	19 <sup>h</sup> Mond 3° südlich von Jupiter (bis nach Mitternacht beobachtbar; um 19 <sup>h</sup> Mond genau unterhalb von Jupiter)
Mi., 15.	Venus wird rückläufig
Fr., 17.	20 <sup>h</sup> totale Mondfinsternis; in der DDR sichtbar
Di., 21.	Merkur in größter östlicher Elongation (24°; der Planet bleibt unsichtbar)
Do., 23.	7 <sup>h</sup> Mond in Erdferne (405 000 km)

##### November 1986

Di., 4.	3 <sup>h</sup> Mond in Erdnähe (362 000 km)
Mi., 5.	Venus in unterer Konjunktion zur Sonne
Sa., 8.	Jupiter wird rechtläufig
Mo., 10.	23 <sup>h</sup> Mond 2° südlich von Jupiter (bis Mitternacht beobachtbar; um 21 <sup>h</sup> Mond 3° genau unterhalb von Jupiter)
Do., 13.	Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne; Merkurdurchgang vor der Sonne (nur im Osten der DDR wenige Minuten nach Sonnenaufgang beobachtbar)
Sa., 15.	Beginn der Morgensichtbarkeit der Venus
Sa., 15.	Ende der Abendsichtbarkeit des Saturns



- Mi., 19. Beginn der Morgensichtbarkeit des Merkurs
- Mi., 19. 23h Mond in Erdferne (406 000 km)
- Mo., 24. Venus wird rechtläufig
- Sa., 29. 6h Mond und Venus in 3° Abstand waagrecht nebeneinander im SO
- So., 30. Merkur in größter westlicher Elongation (20°; ab 6h beobachtbar)

#### Dezember 1986

- Do., 4. Saturn in Konjunktion zur Sonne
- So., 7. Ende der Morgensichtbarkeit des Merkurs
- So., 7. 21h Mond 3° südlich von Mars (bis 22h 30 min beobachtbar)
- Fr., 19. Mars 0°5 nördlich von Jupiter (vom 16. bis 21. 12. jeweils bis 22h beobachtbar)
- Mo., 22. Beginn der Morgensichtbarkeit des Saturns
- Mo., 22. 5h Wintersanfang

#### Januar 1987

- So., 4. 22h Mond 2° südlich von Jupiter (bis 21h beobachtbar)
- Mo., 5. Erde im Perihel
- Mo., 12. Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne
- Do., 15. Venus in größter westlicher Elongation (47°; ab 4h 45 min beobachtbar)
- Sa., 24. Venus 2° nördlich von Saturn (vom 23. bis 27. 1. jeweils ab 5h 30 min beobachtbar; Venus mit Saturn und Antares in einer Geraden)

#### Februar 1987

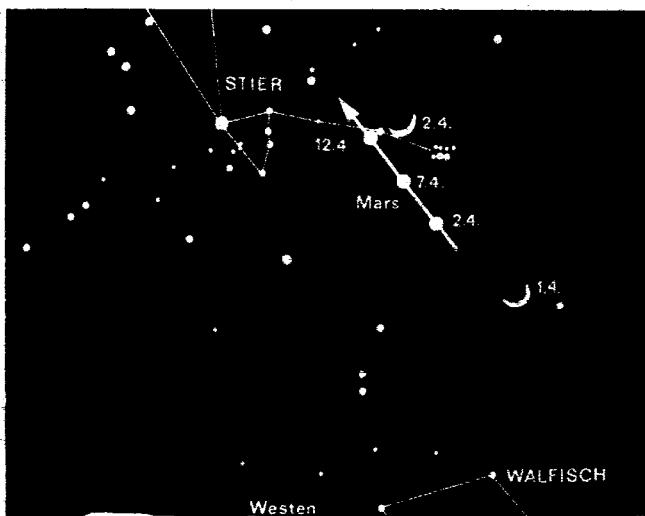
- So., 1. 19h Mond und Jupiter in 2° Abstand waagrecht nebeneinander im SW
- Di., 3. Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkurs
- Do., 12. Merkur in größter östlicher Elongation (18°; bis 19h beobachtbar)
- Mo., 23. Ende der Abendsichtbarkeit des Merkurs
- Fr., 27. Merkur in unterer Konjunktion zur Sonne

#### März 1987

- Di., 17. Ende der Abendsichtbarkeit des Jupiters
- Sa., 21. 5h Frühlingsanfang
- Do., 26. Merkur in größter westlicher Elongation (28°; der Planet bleibt unsichtbar)
- Fr., 27. Jupiter in Konjunktion zur Sonne
- So., 29. 14h ringförmig-totale Sonnenfinsternis; in der DDR nicht sichtbar
- Di., 31. Saturn wird rückläufig

#### April 1987

- So., 5. Mars 3° südlich der Plejaden
- Fr., 10. Mars, Aldebaran und die Plejaden bilden eine Gerade



Mond und Mars am Abendhimmel Anfang April 1987 gegen 20h 30 min (21h 30 min)

#### Mai 1987

- Di., 5. Venus 0°6 südlich von Jupiter (vom 3. bis 7. 4. jeweils ab 4h 30 min (5h 30 min) beobachtbar)
- Do., 7. Merkur in oberer Konjunktion zur Sonne
- Di., 19. Beginn der Abendsichtbarkeit des Merkurs
- Mi., 20. Beginn der Morgensichtbarkeit des Jupiters

#### Juni 1987

- So., 7. Merkur in größter östlicher Elongation (24°; bis 22h (23h) beobachtbar)
- Di., 9. Saturn in Opposition zur Sonne
- Do., 11. Merkur 0°6 westlich von Mars (vom 5. bis 15. 6. jeweils bis 21h 45 min (22h 45 min) beobachtbar)
- Mo., 15. Ende der Abendsichtbarkeit des Merkurs
- Sa., 20. Ende der Abendsichtbarkeit des Mars
- So., 21. 23h (24h) Sommersanfang

Anschrift des Verfassers:

OL Dr. KLAUS LINDNER  
DDR - 7022 Leipzig  
EOS „Karl Marx“  
Erfurter Straße

Eva-Maria Marx

## Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1986/87

Die nachstehenden Angaben zu Jubiläen bedeutender Persönlichkeiten und wichtiger Ereignisse aus der Geschichte der Astronomie und Raumfahrt sind durch ihren Lehrplanbezug zur Bereicherung und Aktualisierung des **obligatorischen (\*\*)** und **fakultativen (\*)** Astronomieunterrichts geeignet. Die Textinformationen sollen als Anregung zur weiterführenden Beschäftigung dienen. Bei besonderen Jubiläen ermöglichen Literaturhinweise zusätzliche Detailinformationen. Im Kursivdruck hervorgehobene Passagen sind Gegenstand des Lehrplans. Die vorangestellte Numerierung entspricht dem Lehrplanabschnitt, in dem auf das Jubiläum eingegangen werden kann.

(\*) 1.1. 2. Oktober 1986 125. Geburtstag von FRIEDRICH SIMON ARCHENHOLD (1861–1939). Astronom, Begründer der Treptower Sternwarte. Durch seine Initiative wurde das längste Linsenfernrohr der Erde gebaut und anlässlich der Berliner Gewerbeausstellung von 1896 (90jähriges Jubiläum!) erstmalig in Treptow in Betrieb genommen. ARCHENHOLD wirkte sein ganzes Leben lang intensiv für die Popularisierung der Astronomie und gründete die illustrierte Monatsschrift „Das Weltall“. 1936 wurde er auf Grund seiner jüdischen Herkunft von den Faschisten mit seiner Familie aus der Sternwarte vertrieben. Er starb 1939 in Berlin, mehrere Familienangehörige kamen im KZ um. (Dazu spez. HERRMANN, D. B.: Friedrich Simon Archenhold und seine Treptower Sternwarte, Vortr. u. Schr. d. Arch.-Sternw., Nr. 65.)

(\*) **1.2.1.** 13. Juli 1987 225. Todestag von JAMES BRADLEY (1692–1762). Englischer Astronom, meisterhafter Beobachter. Lehrte als Professor in Oxford und wurde 1742 als Nachfolger von HALLEY Direktor der Sternwarte in Greenwich. Er führte sehr exakte Meridianbeobachtungen durch und bestimmte die Positionen von 60 000 Fixsternen mit der höchsten bis dahin erzielten Genauigkeit. Diese Beobachtungen waren Grundlage für später erscheinende Fundamentalkataloge von BESSEL und AUWERS sowie die Basis für die moderne Stellarstatistik. BRADLEY wurde berühmt durch die Entdeckung der Aberration des Lichtes und der Nutation der Erdachse.

(\*\*) **1.3.1.** 26. Dezember 1986 100. Todestag von THEODOR v. OPPOLZER (1841–1886). Professor an der Wiener Hochschule, beschäftigte sich mit der Berechnung von Finsternissen, mit der Bahnbestimmung von Asteroiden und Kometen sowie mit der europäischen Gradmessung, in Österreich. Sein „*Kanon der Finsternisse*“ gibt für den Zeitraum von 3368 Jahren alle auftretenden Sonnen- und Mondfinsternisse an, worauf sich noch heute viele Angaben in astronomischen Jahrbüchern und Kalendern stützen.

(\*\*) **1.3.2.** 28. Januar 1987 300. Todestag von JOHANNES HEVELIUS (1611–1687). Einer der größten beobachtenden Astronomen und einer der ersten, die ein Fernrohr benutzten. Er arbeitete 40 Jahre lang mit selbstangefertigten, oft überdimensionalen Linsenfernrohren in seinem Geburtsort Danzig (heute Gdańsk), wo er auch starb. HEVELIUS gilt als Begründer der Selenographie. Er gab 1647 die erste Mondkarte heraus und veröffentlichte 1661 sein Hauptwerk, in dem auf 500 Seiten eine detaillierte Beschreibung und Abbildung des Mondes erfolgt. Einige von HEVELIUS eingeführte Bezeichnungen für Mondformationen (z. B. Apenninen, Kaukasus) haben sich bis heute erhalten. Er benannte darüber hinaus eine Reihe von Sternbildern, entdeckte vier neue Kometen und fand die erste Kometenparallaxe. (Dazu HERRMANN, D. B.: Entdecker des Himmels, S. 91–93.)

(\*\*) **1.4.2.** 19. November 1986 275. Geburtstag von MICHAEL WASSILJEWITSCH LOMONOSSOW (1711–1765). Russischer Universalgelehrter und Dichter, übte eine fruchtbare wissenschaftliche Tätigkeit auf zahlreichen Gebieten aus. Bei Beobachtung des Venusdurchgangs 1761 bemerkte er, daß die dunkle Planetenscheibe vor der Sonne von einem hellen Lichtsaum umgeben war, den er als Atmosphäre der Venus deutete („Lomonossow-Phänomen“).

(\*) **1.4.4.** 23. April 1987: 20 Jahre nach der Erprobung des ersten Raumfahrzeugs der zweiten Generation. W. Komarow verunglückte bei der Landung von Sojus 1 tödlich, weil sich das Fallschirmsystem nicht öffnete, alle Bordsysteme hatten bis dahin einwandfrei gearbeitet. 11./12. August 1987: Vor

25 Jahren erster Gruppenflug von A. Nikolajew und P. Popowitsch mit Wostok 3 und 4.

(\*\*) **2.1.1.** 8. Januar 1987 400. Geburtstag von JOHANNES FABRICIUS (1587–1616). Gebürtiger Holländer, der gemeinsam mit seinem Vater DAVID FABRICIUS astronomische Beobachtungen in Ostfriesland ausführte, wo er bereits mit 29 Jahren starb. FABRICIUS entdeckte mit seinem unvollkommenen, bescheidenen Fernrohr im Jahre 1611 unabhängig von GALILEI und SCHEINER die Sonnenflecken sowie die Achsendrehung der Sonne.

(\*\*) **2.1.3.** 6. März 1987 200. Geburtstag von JOSEPH v. FRAUNHOFER (1787–1826). Arbeitete als Physiker und Astronom besonders auf dem Gebiet der Optik. Bemühte sich, bessere achromatische Linsen für Fernrohre herzustellen und stieß dabei auf dunkle Streifen im Sonnenspektrum, die er als Meßmarken zur genaueren Bestimmung der Brechzahlen der Gläser benutzte. Er leistete mit der Ermittlung der Fraunhoferschen Linien wichtige Vorarbeiten zur Spektralanalyse und ermöglichte den Beginn einer neuen Epoche im Refraktorbau. Viele bedeutende Entdeckungen des 19. Jh. wurden mit Instrumenten von FRAUNHOFER gemacht. (Dazu HERRMANN, D. B.: Entdecker des Himmels, S. 118 ff.)

(\*) **2.2.1.** Im Jahr 1986: Vor 125 Jahren schuf K. F. ZÖLLNER mit seinem Astrofotometer (1861) die Grundlage der modernen visuellen Fotometrie.

(\*) **2.2.2.** 7. März 1987 150. Geburtstag von HENRY DRAPER (1837–1882). Amerikanischer Astronom, widmete sich ganz der Himmelfotografie. Ihm gelang eine der ersten Mondaufnahmen, als erster konnte er ein Fixsternspektrum und den Orion-Nebel fotografieren sowie die vollständige Aufnahme eines Kometen herstellen. DRAPER gilt zu Recht als Wegbereiter der Astrofotografie.

#### Chronologische Ordnung der Jubiläen

* 2. Oktober 1986	125. Geburtstag von F. S. ARCHENHOLD
** 19. November 1986	275. Geburtstag von M. W. LOMONOSSOW
** 26. Dezember 1986	100. Todestag von TH. v. OPPOLZER
* Im Jahr 1986	125 Jahre Astrofotometer von ZÖLLNER
** 8. Januar 1987	400. Geburtstag von J. FABRICIUS
** 28. Januar 1987	300. Todestag von J. HEVELIUS
** 6. März 1987	200. Geburtstag von J. v. FRAUNHOFER
* 7. März 1987	150. Geburtstag von H. DRAPER
* 23. April 1987	20 Jahre Sojus 1
* 13. Juli 1987	225. Todestag von J. BRADLEY
* 11./12. August 1987	25 Jahre erster Wostok-Gruppenflug

Anschrift des Verfassers:  
Diplomlehrer EVA-MARIA MARX  
1193 Berlin-Treptow  
Archenhold-Sternwarte

# Einsatz einer Dia-Ton-Reihe in den ersten Astronomiestunden

## Zielstellung aus der Analyse der Lehrplanforderungen

In diesem Beitrag soll ein Weg aufgezeigt werden, die Bildungs- und Erziehungswirksamkeit sowie das Niveau der Einführungsstunden im Unterrichtsfach Astronomie zu erhöhen. Es geht darum, die Schüler für das Fach stärker zu motivieren und sie auf neue Ergebnisse und Forschungsmethoden neugierig zu machen, Ansatzpunkte für Diskussionen im Unterricht aufzubereiten und die Reaktivierung zahlreicher, in vergangenen Schuljahren erworbener Kenntnisse zu erleichtern.

Bereits in den ersten beiden Stunden werden nachfolgende Ziele angestrebt, die im gesamten Astronomielehrgang im Blickpunkt stehen:

- Der Mensch ist in der Lage, die Gesetzmäßigkeiten des Weltalls zu erkennen. Die Entwicklung astronomischen Wissens ist vom jeweiligen Stand der Produktivkräfte abhängig. Die Naturwissenschaft Astronomie besitzt unmittelbaren Bezug zur gesellschaftlichen Praxis und läßt keinen Raum für Aberglauben. Mystische und religiöse Deutungen von Naturereignissen entstammen früheren Kulturstufen der Menschheitsgeschichte.
- Die Astronomie fördert die Entwicklung anderer Naturwissenschaften und der Technik, die ihrerseits auf die Astronomie zurückwirken. Fortschritte in der wissenschaftlich-technischen Entwicklung sind Grundlage für das Vorwärtsschreiten astronomischen Wissens. Astronomie ist die Wissenschaft von den Eigenschaften, der Struktur, den Bewegungen und der Entwicklung kosmischer Gebilde.
- Astronomische Kenntnisse werden ständig mit Hilfe neuer Methoden und modernster Technik überprüft, präzisiert und erweitert.

Die vom Autor erarbeitete Dia-Ton-Reihe „Einführung in den Astronomieunterricht Teil 1 und 2“ versucht, diesen Erfordernissen zu entsprechen. Es sollte eine Synthese zwischen emotionaler Einflüßnahme, weltanschaulicher Erziehung, Vermittlung von Lehrplanwissen und ausreichendem Angebot interessanter Zusatzinformationen verwirklicht werden.

## Zur Gestaltung der Dia-Ton-Reihe

Nach Zusammenstellung des Bild- und Textmaterials wurde die Reihe in zwei Teilen konzipiert, die speziell auf die Lehrplanforderungen der 1. und

der 2. Unterrichtsstunde abgestimmt sind. Dabei konnten im Teil 2 auch wiederholende und festigende Elemente eingearbeitet werden. Durch elektronische Musik und Aufnahmen kosmischer Objekte wurde versucht, die emotionale Wirkung zu erhöhen. Die Bildvorlagen wurden aus Büchern entnommen. Es ist natürlich auch möglich, Dias aus den vorhandenen Lichtbildreihen an den Schulen zu verwenden. In der Textkonzeption sind Aussagen und Sachverhalte möglichst einfach dargestellt und astronomische Begriffe konsequent den Lehrplanforderungen entsprechend angewendet worden. Die Realisierung der Tonaufzeichnungen übernahmen Schüler. Im Rahmen dieses Beitrages ist es jedoch nur möglich, die Konzeption des 1. Teils wiederzugeben.

## Zum unterrichtlichen Einsatz der Dia-Ton-Reihe

In der 1. Astronomiestunde sollte zunächst eine kurze Einführung in das Fach durch den Lehrer erfolgen, der Begriff „Astronomie“ definiert und einige Problemstellungen aufgeworfen werden. Als günstig hat sich erwiesen, vor dem Einsatz der Dia-Ton-Reihe wichtige Fragen, auf die anschließend eine Antwort gefunden werden soll, schriftlich fixieren zu lassen. Nach dem Einsatz der Reihe nehmen die Schüler dann dazu schriftlich oder mündlich Stellung.

Am Schluß des Teils 1 wird auch ein Bezug zur angespannten aktuell-politischen Lage, die sich aus der Hochrüstungspolitik der USA und deren Absichten zur militärischen Nutzung des Weltraums ergibt, hergestellt. Diese Bezugnahme kann vom Lehrer für eine weiterführende Diskussion genutzt werden.

## Konzeption der Dia-Ton-Reihe zur ersten Astronomiestunde

**Bild 1 bis 9** – 108 Sekunden Musik, Dia-Schaltzeit 12 Sekunden

**Bild 10** – Uralt ist der Traum des Menschen, die Geheimnisse des Weltalls zu ergründen. Wir können heute nicht mit Sicherheit sagen, zu welcher Zeit die ersten systematischen Himmelsbeobachtungen durchgeführt und deren Ergebnisse aufgezeichnet wurden. Aus dem alten China und von den Kulturvölkern Mittelamerikas, aus Ägypten, Babylonien und Europa sind einige Hinweise auf astronomische Beobachtungen, die weit mehr als 4000 Jahre zurückliegen, bekannt.

**Bild 11** – Die etwa 2000 Jahre v. u. Z. in Mittelengland errichtete Kultanlage Stonehenge, von der heute noch Reste erhalten sind, zeugt ebenfalls von astronomischen Kenntnissen ihrer Erbauer und dürfte als eine Art Kalender gedient haben.

**Bild 12** – Auch wenn wir die Geburtsstunde der Astronomie nicht kennen, so ist sie doch eine der ältesten Naturwissenschaften und entstand wie jede andere Wissenschaft aus praktischen Bedürfnissen der sich entwickelnden Gesellschaft. (Musik)

**Bild 13** – Mesopotamien, das Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris, in dem es kaum Holz, Bausteine und Erze gab. Und dennoch entwickelte sich hier eine der frühen Hochkulturen der Menschheitsgeschichte. Die babylonischen Dynastien begründeten ihren Reichtum auf einer gut funktionierenden Landwirtschaft und einem entwickelten Handelssystem, das bereits die Schifffahrt einbezog. Das er-

forderte grundlegende naturwissenschaftliche Kenntnisse und führte vor etwa 3000 Jahren zu einem relativ hohen Entwicklungsstand von Mathematik und Astronomie.

**Bild 14** – Es verwundert daher nicht, daß in der babylonischen Astronomie des 5. Jahrhunderts v. u. Z. bereits recht genaue Angaben über die Umlaufzeiten der mit bloßem Auge sichtbaren Planeten sowie über die Bewegungen des Mondes und den Eintritt von Finsternissen existierten. Diese Beobachtungsergebnisse waren später Grundlage für die griechische Astronomie, die einen entscheidenden Beitrag zur Herausbildung eines geschlossenen Weltbildes und zur Entwicklung der Seefahrt im Schwarz- und Mittelmeerraum leistete.

**Bild 15** – Im alten Ägypten erforderten die alljährlichen Nilüberschwemmungen und die damit verbundenen Konsequenzen für die Landwirtschaft die Einführung eines genauen Kalenders.

**Bild 16** – Die ägyptischen Astronomen erkannten, daß ein zeitlicher Zusammenhang zwischen dem ersten Morgenaufgang des hellen Sternes Sirius und den Nilüberschwemmungen bestand. Durch Beobachtungen war es ihnen möglich, die Jahreslänge mit relativ großer Genauigkeit zu bestimmen. Auch hier wird der Zusammenhang zwischen der Entstehung der Astronomie und den sich entwickelnden Produktivkräften sowie der praktische Nutzen astronomischer Erkenntnisse deutlich. (Musik)

**Bild 17** – In Babylon, Ägypten und anderen Hochkulturen des Altertums sicherten sich die Priester als Ausdruck ihrer ökonomischen und politischen Macht das alleinige Recht auf astronomische Beobachtungen. Es oblag ihnen, religiöse Feiertage festzulegen und landwirtschaftliche Arbeiten zu leiten.

**Bild 18** – Durch das Monopol auf astronomisches Wissen war es nur ihnen möglich, Voraussagen über den Ablauf von Naturereignissen, z. B. den Eintritt von Finsternissen und den Stand der Gestirne, zu treffen. Dieses Privileg nutzten die Priester zugunsten ihrer Herrschaft aus. Sie waren nicht bereit, durch Beobachtung gewonnene Erkenntnisse dem Volke mitzuteilen. Vielmehr umgaben sie ihr Wissen mit dem Schein priesterlicher Prophetengabe, machten schicksalsträchtige Aussagen über die Zukunft und strebten danach, religiöse und mystische Vorstellungen zu verbreiten und zu festigen.

**Bild 19** – Sie nährten den Glauben, daß Naturerscheinungen und die Bewegungen am Sternhimmel auf den Willen von Göttern zurückzuführen sind und leiteten davon einen Einfluß auf die geschichtliche Entwicklung des Volkes sowie auf den Lebensweg des Menschen ab.

**Bild 20** – So ist die Entstehung der Naturwissenschaft Astronomie eng mit der Herausbildung der Irrlehre Astrologie verbunden, die bis ins Mittelalter häufig an die Stelle der Astronomie trat.

**Bild 21** – Obwohl die Astrologie keiner exakten, wissenschaftlichen Beweisführung standhält und sich teilweise selbst widerlegt, findet sie auch heute noch Verbreitung. Auf Unwissenheit und Aberglauben fußend, wird sie in kapitalistischen Staaten zur Beeinflussung leichtgläubiger Menschen genutzt. Hilflosigkeit vor der Allmacht des Schicksals und Unvermögen des einzelnen, bestehende gesellschaftliche Verhältnisse zu ändern, lehrt die Astrologie heute wie vor mehr als 2000 Jahren. (Musik)

**Bild 22** – Mehr als 4000 Jahre liegen zwischen den ersten systematischen Beobachtungen des Himmels und unserem Zeitalter der Raumfahrt. Die astronomische Wissenschaft leistete mit ihren Erkenntnissen einen bedeutenden Beitrag zur Entwicklung der menschlichen Gesellschaft und zur Herausbildung eines modernen Weltbildes.

**Bild 23** – Ihr geschichtlicher Werdegang ist aufs engste mit den Fortschritten in der Technik, in anderen Naturwissenschaften und in der Mathematik verknüpft.

**Bild 24** – Niemals dürfen die Erkenntnisse der Astronomie sowie jeder anderen Wissenschaft zum Nachteil des Menschen und zur Schädigung seines Lebensraumes Planet Erde Anwendung finden! Der Kosmos muß das Ziel friedlicher Forschung und Nutzung sein und bleiben! Den Bestrebungen reaktionärer Kreise des USA-Imperialismus, den erd-

nahen Raum in die nukleare Hochrüstung einzubeziehen, muß Einhalt geboten werden!

**Bild 25** – Wir sind aufgerufen, alles für die Sicherung des Friedens zu tun und uns für die Erhaltung des Lebens auf der Erde einzusetzen! (Musik)

## Bildverzeichnis

Bild	Bildtitel	Buch	Seite	Abb.
1	Plejaden	6	111	
2	Komet	2	9	oben
3	Mond	3	197	Bild 6
4	Saturn	4	118	oben
5	Jupiter	4	115	oben
6	Protuberanz	5	93	
7	Krebsnebel	6	171	
8	Großer Orionnebel	3	290	10
9	Andromeda-Nebel	6	2	
10	Weltvorstellung der Babylonier	5	16	
11	Stonehenge	5	24	
12	Stonehenge (Rekonstruktion)	1	19	
13	Mesopotamien	1	22	
14	Sonnenfinsternis	1	26	
15	Altägyptische Sonnendarstellung mit der Königsfamilie	7	25	
16	Ägyptische Priester	1	14	
17	Vorteleskopische Sternwarte	1	35	
18	Astrologie-allegorische Darstellung	1	142	20
19	Planetengott Mars und seine Kinder	8	43	
20	Goethes Horoskop	8	125	
21	Astrologie in unserem Jahrhundert	9	II. Umschlags.	
22	Start einer Sojus-Trägerrakete	6	40	
23	Erde aus der Umlaufbahn gesehen	4	109	oben
24	Erde aus dem Weltraum gesehen	6	55	
25	Erde vom Mond gesehen	3	183	

## Bildquellen

- (1) HERRMANN, D. B.: **Entdecker des Himmels**. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 1978.
- (2) REICHSTEIN, M.: **Kometen, Kosmische Vagabunden**. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 1985.
- (3) MITTON, S. (Herausgeber): **Cambridge Enzyklopädie der Astronomie**. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 1977.
- (4) MIELKE, H.: **Raumfahrt heute**. transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1984.
- (5) DORSCHNER, J. u. a.: **Astronomie heute – Gesicht einer alten Wissenschaft**. Edition, Leipzig 1974.
- (6) WORONZOW-WELJAMINOW, B. A.: **Das Weltall**. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin, 1976.
- (7) MIELKE, H.: **Sonnengott und Sternfeuer**. Verlag Neues Leben, Berlin 1975.
- (8) DRÖSSLER, R.: **Planeten, Tierkreiszeichen, Horoskope**. Koehler, Amelang, Leipzig 1985.
- (9) **Astronomie in der Schule 19 (1982) 2.**

Anschrift des Verfassers:

**DIETER FRISCH**  
1056 Berlin-Lichtenberg  
41. POS Paul-Junius-Straße 27

## Wir gratulieren

Oberlehrer UWE WALTHER, Lehrer im Hochschuldienst an der Sektion Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena und Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“, promovierte an der Sektion Erziehungswissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena erfolgreich mit der Dissertation A „Beobachtungen im Astronomieunterricht aus der Sicht des unterrichtlichen Erkenntnisprozesses und unter Berücksichtigung ihrer Organisation“. Dazu wird in unserer Zeitschrift ein Autorreferat veröffentlicht.

## Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup>

LUTZ KLINNERT, Eggersdorf

Die Verwirklichung der Ziele und Aufgaben des Lehrplans Astronomie verlangt vom Lehrer im Vorfeld des Unterrichts die genaue Bestimmung der grundlegenden Erkenntnisse, zu denen die Schüler geführt werden sollen. Das schließt die Festlegung des wesentlichen Stoffs, die richtige Schwerpunktsetzung und die Planung des grundsätzlichen methodischen Vorgehens unter Berücksichtigung der jeweiligen realen Klassensituation ein. Die daraus resultierenden Überlegungen in didaktisch-methodischer Hinsicht zum Aufbau und zur Gestaltung der einzelnen Unterrichtsstunden befassen sich auch mit den Tätigkeiten der Schüler zur Wissensaneignung und Könnensentwicklung. Nur die aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff führt zu einer hohen Qualität und Solidität des Wissens und Könnens. Immer dann, wenn wir den Schülern vielfältige Möglichkeiten zur Nutzung eigener Erfahrungen, zur möglichst selbständigen Lösung von Problemen, zur persönlichen Bewertung von Sachverhalten, zur Auseinandersetzung mit aufgeworfenen Fragestellungen bieten, wenn wir sie über altersgerechte Motivierungen und Zielorientierungen zu interessierter und konzentrierter Mitarbeit im Astronomieunterricht führen und ihnen Mitverantwortung für die Lernbedingungen im Fachunterrichtsraum übertragen, gewinnen wir die Schüler als aktive Mitgestalter des Unterrichts.

Einige gute Erfahrungen, die ich unter den genannten Gesichtspunkten im Astronomieunterricht gemacht habe, sollen nunmehr vorgestellt werden. Durch eine gut abgestimmte Zusammenarbeit mit anderen Unterrichtsfächern werden bereits vor Beginn des Astronomieunterrichts Neugier und Interesse der Schüler für dieses Fach an ganz konkreten Sachverhalten geweckt und gleichzeitig der Nutzungsgrad ihrer Vorkenntnisse erhöht. Die Lehrer der anderen Fächer setzen neben den Unterrichtsmitteln ihres Faches auch Modelle und Bildtafeln ein, die im Rahmen des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ angefertigt worden sind, im Physikunterricht zum Beispiel das Schulfernrohr Telementor, das Spiegelfernrohr (Selbstbau) sowie Bildtafeln zu astronomischen Beobachtungsgeräten, zur optischen Industrie (u. a. auch Planetariumsbau) und zu historischen Ereignissen und Persönlichkeiten. Außerdem steht ein

<sup>1</sup> s. KLEIN, P.: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde. *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 6.

Modellexperiment zur photometrischen Messung zur Verfügung. Im Mathematikunterricht werden maßstäblich gefertigte Planeten- und Sternmodelle zur Körperberechnung genutzt, die Bestimmung des „wahren Monddurchmessers“ erfolgt an einem Applikationsmodell bei der Behandlung der Strahlensätze. Für den Biologieunterricht haben wir Bild- und Schriftmaterial zu den Themen „Leben in unserem Planetensystem“ und „Sind wir allein im All?“ zur Verfügung gestellt. Auf diese Unterrichtsmittel wird im Astronomieunterricht zurückgegriffen, und oftmals ergeben sich daraus auch weiterführende Fragestellungen, die motivierend und zielorientierend genutzt werden können. Ich halte es für wichtig, daß die Schüler mit Beginn des Astronomieunterrichts mit einem „Übersichtsplan zur Aufgabenerfüllung“ vertraut gemacht werden. Er beinhaltet in einer zeitlichen Übersicht die Stoffeinheiten, notwendige Vorkenntnisse aus anderen Fächern, wichtige Unterrichtsmittel (Telementor, Tellurium, drehbare Sternkarte, HRD usw.), Planetariumsbesuch, Beobachtungen, Experimente, Fernsehsendungen, tägliche Übungen, längerfristige Hausaufgaben, Leistungskontrollen, Materialsammlungen. Dieser Plan wird im Rahmen des fakultativen Unterrichts mit erarbeitet und in die aktuelle Gestaltung des Fachraumes einbezogen. Die Erwartungshaltung der Schüler wächst, eine kontinuierliche zeitliche und inhaltliche Orientierung und Abrechenbarkeit ist gegeben, Verbindungen zu anderen Unterrichtsfächern werden erkennbar.

So sind beispielsweise Motivierung und Zielstellung einer Hausbeobachtung des Erdmondes in Vorbereitung auf die Stoffeinheit 1.3. „Der Erdmond“ leicht möglich. Die Schüler erhalten den Auftrag, in zwei Koordinatensysteme (Horizontskizzen des Südhimmels) Position und Lichtgestalt des Erdmondes stündlich für einen Tag und für mehrere aufeinanderfolgende Tage zur gleichen Zeit einzutragen. Zwei ausgewählte Schülerarbeiten werden auf eine entsprechende Klappfolie übertragen. Im fakultativen Kurs entsteht eine nach den Daten aus dem „Kalender für Sternfreunde“ gefertigte Vergleichsfolie. Im Unterricht gewinnen die Schüler aus ihren Beobachtungen heraus weitgehend selbständig Erkenntnisse über die scheinbaren und wirklichen Bewegungen des Erdmondes sowie zur Entstehung der Mondphasen. Beim Arbeiten der Schüler am Tellurium sowie mit einem Modellexperiment an der Hafttafel unter Verwendung von Teilen aus dem Unterrichtsmittelsatz „Haftoptik“ werden diese Erkenntnisse recht eindrucksvoll ergänzt und vertieft. Dieses eben genannte Modellexperiment bewährt sich ebenso bei der Erklärung der zeitweiligen Rückläufigkeit sowie der Sichtbarkeitsbedingungen der Planeten.

Lernbereitschaft und Aktivität der Schüler wachsen, wenn das von ihnen erworbene Grundwissen ge-

nügend gefestigt, ständig verfügbar und weitgehend anwendbar ist. Um das zu erreichen, sind vielfältige und variationsreiche Übungen erforderlich. Ich messe deshalb insbesondere der täglichen Übung in jeder Unterrichtsstunde eine große Bedeutung zu. Die Inhalte dieser Übungen sind langfristig geplant, dienen also langfristig auch der Prüfungsvorbereitung, lassen aber auch das Reagieren auf aktuelle Unterrichtssituationen zu, berücksichtigen den differenzierten Entwicklungsstand der Schüler und ermöglichen ein häufiges und rationelles Bewerten der Schülerleistungen. Neben den im Lehrplan als reproduzierbares Wissen ausgewiesenen Begriffen, Daten und Gesetzmäßigkeiten erfassen diese täglichen Übungen auch ständig die Arbeit mit Unterrichtsmitteln (drehbare Sternkarte, Arbeitskarten, Tellurium, HRD usw.), die Auswertung von Tabellen und Bildmaterial sowie die Arbeit mit Modellen und Applikationen.

# B Beobachtung

## Zur Marsopposition 1986

Bei seiner letzten Opposition im Jahre 1984 erreichte der Planet Mars mit 77 Millionen km Abstand von der Erde etwa die Mitte zwischen den beiden extremen Erdabständen, die zur Oppositionszeit auftreten können. Bei der diesjährigen Opposition wird der Abstand Erde - Mars 60,4 Millionen km betragen, woraus sich ein scheinbarer Durchmesser des Planetenscheibchens von 23,2 Bogensekunden ergibt. Aus der heliozentrischen Darstellung der Erd- und Marsbahn sowie der Lage des Perihels und der Oppositionstellungen wird deutlich, daß die diesjährige Opposition 31 Grad vom Perihel entfernt liegt. Die nächste Marsopposition im Jahre 1988 wird mit 22 Grad Perihelabstand eine Entfernung Erde - Mars von 59 Millionen km ergeben (Bild 1).

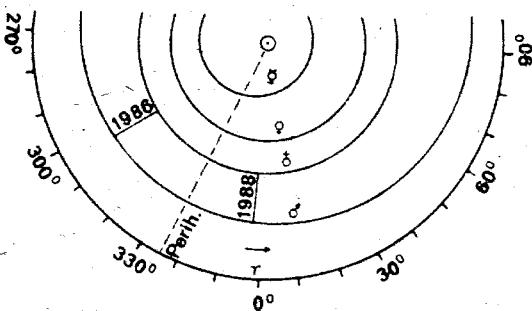


Bild 1

Leider spielen sich alle in der Nähe des Perihels der Marsbahn stattfindenden Marsschleifen in den südlichen Bereichen der Ekliptik ab, so daß sich daraus in unseren geographischen Breiten für die Fernrohrbeobachtung denkbar ungünstige Bedingungen ergeben. Ende Juli/Anfang August sinkt der Planet bis zu einer Deklination von  $-28^{\circ}43'$ , so daß daraus für die Mitte der DDR eine Kulminationshöhe

von nur  $10,4$  Grad folgt. Sie liegt damit noch um rund  $4$  Grad (8 scheinbare Vollmonddurchmesser!) unter der Kulminationshöhe der Sonne zur Wintersonnenwende. Die geringen Kulminationshöhen, der durch Jahreszeit und zusätzlich durch Sommerzeit bedingte späte Eintritt der Kulmination (und nur dort lohnt sich eventuell die Beobachtung) sowie die Tatsache, daß der Zeitpunkt der größten Erdnähe in die Sommerferien fällt, schaffen keine guten Voraussetzungen für die Verfolgung des Ereignisses. Die in geringer Höhe über dem Horizont fast stets anzutreffende Luftunruhe trägt dazu bei, daß sich die Beobachtung mit dem Schulfernrohr kaum lohnt, denn selbst bei Verwendung des Okulars 16-O oder - wo vorhanden - 12,5-O erreichen wir nur eine Vergrößerung, die das Marsscheibchen unwesentlich größer erscheinen läßt als den Saturn. Nur ein geübter Beobachter dürfte bei dem tiefen Stand des Planeten und nur bei besten atmosphärischen Bedingungen zarte Einzelheiten auf der Marsoberfläche erkennen können.

Mars erreicht Ende März das Sternbild Schütze. Am 10. Juni wird der Planet rückläufig (1. Stillstand) und beginnt damit seine Oppositionsschleife. Etwa in der Mitte der  $17,5$  Grad langen rückläufigen Bahn wird am 10. Juli die Oppositionsstellung erreicht. Am 16. Juli hat Mars seinen geringsten Erdabstand und am 12. August kommt es nach dem zweiten „Stillstand“ wieder zur rechtläufigen Bewegung am Himmel.

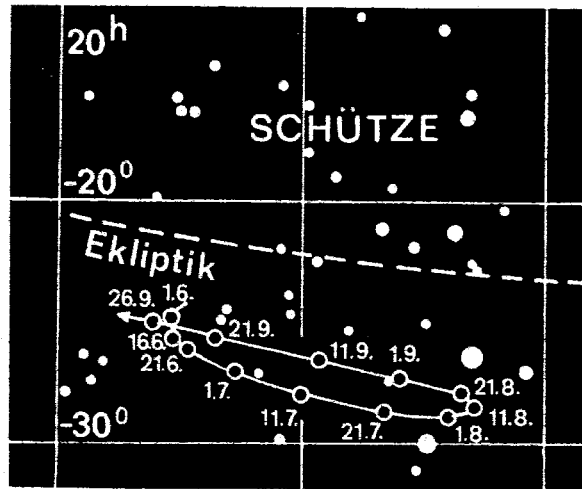


Bild 2

Tag	Bahndaten		Tag	Bahndaten	
	Rektasz.	Dekl.		Rektasz.	Dekl.
1. 6.	19h 40m	$-24^{\circ}21'$	1. 8.	18h 56m	$-28^{\circ}43'$
6. 6.	19h 42m	$-24^{\circ}38'$	6. 8.	18h 53m	$-28^{\circ}41'$
10. 6.	1. Stillstand		11. 8.	18h 52m	$-28^{\circ}35'$
11. 6.	19h 42m	$-25^{\circ}00'$	12. 8.	2. Stillstand	
16. 6.	19h 41m	$-25^{\circ}24'$	16. 8.	18h 52m	$-28^{\circ}25'$
21. 6.	19h 39m	$-25^{\circ}52'$	21. 8.	18h 54m	$-28^{\circ}12'$
26. 6.	19h 36m	$-26^{\circ}22'$	26. 8.	18h 57m	$-27^{\circ}55'$
1. 7.	19h 31m	$-26^{\circ}52'$	1. 9.	19h 03m	$-27^{\circ}32'$
6. 7.	19h 25m	$-27^{\circ}22'$	6. 9.	19h 09m	$-27^{\circ}09'$
10. 7.	Opposition		11. 9.	19h 17m	$-26^{\circ}43'$
11. 7.	19h 19m	$-27^{\circ}48'$	16. 9.	19h 25m	$-26^{\circ}13'$
16. 7.	19h 13m	$-28^{\circ}10'$	21. 9.	19h 34m	$-25^{\circ}41'$
16. 7.	Erdnähe		26. 9.	19h 44m	$-25^{\circ}05'$
21. 7.	19h 06m	$-28^{\circ}27'$			
26. 7.	19h 01m	$-28^{\circ}37'$			

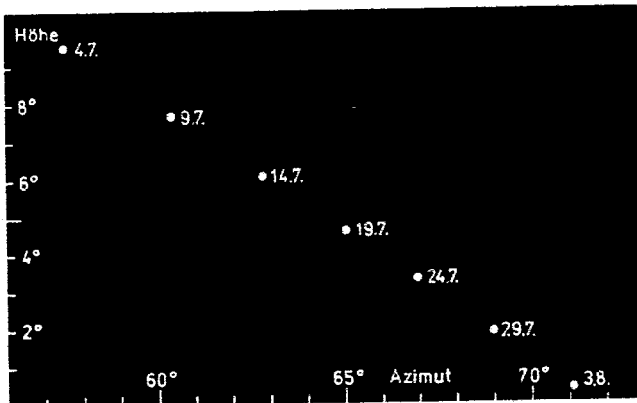
ARNOLD ZENKERT  
HANS JOACHIM NITSCHMANN

## Der heliakische Untergang der Spika

„Als Folge des Erdumlaufs scheint sich die Sonne jeden Tag relativ zu den Sternen um den gleichen Winkel nach Osten zu verschieben, um den sich in Wirklichkeit die Erde auf ihrer Bahn weiterbewegt. Deshalb steht die Sonne von uns aus gesehen in jedem Monat vor anderen Sternbildern, die man dann wegen der Aufhellung der Erdatmosphäre durch das Sonnenlicht nicht sehen kann.“ So wird es im

künftigen Lehrbuch Astronomie zu lesen sein, und mit diesen oder ähnlichen Worten erläutert wohl jeder Astronomielehrer die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne. Wir wollen dieser Erscheinung etwas genauer nachgehen und die Ferienwochen dazu nutzen, uns einmal einen anschaulichen Eindruck von der scheinbaren Sonnenbewegung zu verschaffen. Wer seinen Urlaub in einer Gegend mit gutem Astroklima verbringt, wird keine Mühe damit haben: Über einen längeren Zeitraum hinweg soll an jedem klaren Abend der Stern Spika im Sternbild Jungfrau, knapp über dem Westhorizont befindlich, aufgesucht werden. Spika ist vom Großen Wagen aus ganz leicht zu finden. Man denke sich die „Wagendeichsel“ als Bogen verlängert. Diese Linie trifft zunächst auf den sehr hellen, rötlichen Arktur im Sternbild Bootes und, nach nochmaliger Verlängerung um etwa den gleichen Betrag, auf die Spika. Unsere Graphik zeigt (für den Beobachtungsort Berlin) die Stellung der Spika im Horizontkoordinatensystem für einige ausgewählte Tage in den ersten vier Wochen der Sommerferien, und zwar jeweils bei Ende der nautischen Dämmerung. Die Sonne befindet sich dann  $12^\circ$  unter dem Horizont. Die genauen Zeitpunkte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tag	MESZ	Tag	MESZ
4. 7.	23 h 32 min	24. 7.	22 h 59 min
9. 7.	23 h 26 min	29. 7.	22 h 49 min
14. 7.	23 h 18 min	3. 8.	22 h 40 min
19. 7.	23 h 09 min		



Deutlich ist zu verfolgen, wie sich scheinbar die Spika dem Horizont immer mehr nähert, sich von Abend zu Abend immer weiter nach Westen verschiebt. Aber dieser Eindruck täuscht! Der Horizont – und mit ihm die bereits untergegangene Sonne – nähert sich der Spika! Die Sonne bewegt sich also tatsächlich von West nach Ost, der Spika entgegen. Am 4. August wird der Stern in der hellen Dämmerung endgültig unsichtbar werden; man bezeichnet dies als den heliakischen Untergang der Spika. Erst am 3. 11. 1986 ereignet sich der heliakische Aufgang der Spika – sie wird dann bei Beginn der nautischen Dämmerung (5 h 36 min MEZ) zum ersten Male wieder am Osthimmel sichtbar. Wer den heliakischen Untergang der Spika verfolgt, sollte auch jeweils mit der bekannten Freihand-Peilmethode über den ausgestreckten Arm hinweg die Höhe des Sterns abschätzen. Sie wissen doch: Eine Daumenbreite entspricht  $2^\circ$ , eine Handrückenbreite etwa  $8^\circ$ . Ich wünsche Ihnen einen erholsamen Urlaub mit vielen sternklaren Abenden!

KLAUS LINDNER

### Wir gratulieren

HEINZ JURGEN NAROSKA, Direktor der 15. POS in Frankfurt/Oder und Astronomielehrer, promovierte an der Pädagogischen Hochschule in Dresden erfolgreich mit der Dissertation A „Weltanschaulich-philosophische und wissenschaftstheoretische Untersuchungen zur Genese der astronomischen Wissenschaften unter besonderer Beachtung der Klassifizierung ihrer Disziplinen und ihrer Wechselwirkung mit der gesellschaftlichen Umwelt (gesellschaftliche Relevanz der Kosmoswissenschaften)“. „Astronomie in der Schule“ wird dazu ein Autorreferat veröffentlichen.

# W

## Wissenswertes

### Der neue Steckbrief vom Uranus-System

In den nächsten Heften unserer Zeitschrift werden wir, voraussichtlich zweiteilig, ausführlicher das Uranus-System im Lichte der neuen Fernerkundungsergebnisse zur Darstellung bringen. Aus Aktualitätsgründen sei hier im voraus für die Hand des Lehrers ein kurzer Abriss der wichtigsten Fakten zum Thema „Uranus und seine Satellitenwelt“ zusammengestellt, wobei es uns hier nicht um Vollständigkeit geht, sondern wir wollen nur auf die Daten aufmerksam machen, die wesentliche Veränderungen gegenüber unseren bisherigen Vorstellungen erbracht haben.

Dazu gehört als auffälligstes Phänomen, daß sich die Zahl der bekannten Uranus-Monde von fünf auf mindestens fünfzehn erhöht hat. Sämtliche neuen Monde sind Zwerge unter 200 km Durchmesser, und sie brauchen weniger als einen Tag für eine Uranus-Umkreisung, denn ihr Abstand zum Schwerezentrum des Systems bewegt sich nur im Spielraum von 49 000 bis 86 000 km. Kein einziger neuer Mond wurde bisher außerhalb der Bahn der Miranda gemeldet, und nur ein einziger Mond (U7) kreist bei 49 300 km noch innerhalb des Ringsystems. Die Anzahl der aus dunklen Substanzen bestehenden schmalen Ringe wurde nach den ersten Wochen der Auswertung der Voyager-Ergebnisse nur um einen, also von neun auf zehn vermehrt.

Der Mond Miranda (vgl. unser Bild auf Umschlagseite 3) lieferte die mit Abstand detailreichsten Oberflächenbilder. Daraus war zu erkennen, daß die Kruste dieses innersten Uranus-Mondes durch Aufschmelzungsprozesse teilweise so stark verändert wurde, daß in einigen Arealen sogar die Strukturen der alten Einschlagkrater völlig verloren gingen. Krater und Gräben sind die charakteristischsten Oberflächenmerkmale auch der übrigen bisher schon bekannten eisreichen Monde: Ariel, Umbriel, Titania und Oberon.

Von den Basisdaten über den Planeten Uranus hat eigentlich nur jene Tatsache überrascht, derzufolge die Achse seines Magnetfeldes um  $55^\circ$  von seiner Rotationsachse abweicht; und diese liegt selbst schon anormal mit nur  $8^\circ$  Differenz fast in der Bahnebene des Planeten. Ansonsten haben sich sowohl die Grundvorstellungen über die Größenordnung der bisher angenommenen Rotation mit etwa 17 Stunden für die Hauptmasse des Planeten wie auch seine vermutete substantielle Zusammensetzung mit Vorwalten von Wasserstoff zu über 80 Prozent und Helium um 12 Prozent in etwa bestätigt.

Dabei dürfen wir aber nicht vergessen, daß viele der bisher vom Uranus-System bekannten Daten noch sehr unsicher waren und daß die Voyager-Sonde uns zum Beispiel über die Dynamik in der Uranus-Atmosphäre, über die Zusammensetzung der Ringe und die Oberflächenstrukturen der Monde zu Erkenntnissen verholfen hat, die uns nunmehr ein erheblich verändertes Bild über Bau und Entwicklung des Uranus-Systems zu zeichnen gestatten. Darüber soll in den späteren Heften etwas ausführlicher berichtet werden.

MANFRED REICHSTEIN

### Raumflugunternehmen zum Mond wieder im Gespräch

Der Mond wird ab 1990 wieder verstärkt zum Zielobjekt von Raumflugunternehmen avancieren. Motivationen sind zum einen in den zahlreichen noch ungeklärten Fragen, z. B. zur Entstehung des Mondes oder zur Struktur und Zusammensetzung seines Kerns zu sehen, zum anderen in den Fortschritten der Raumfahrttechnik, die günstigere Voraussetzungen für Mondflugunternehmen einer neuen Generation geschaffen haben. So plant die UdSSR für 1989/90 den Start eines Mondpolar-

orbiters, der mit rund 300 kg Masse und 13 wissenschaftlichen Instrumenten in eine polare Mondsatellitenbahn gebracht werden soll. Der Satellit, für den ein neuer Sendertyp entwickelt wird, soll vor allem der geochemischen Kartierung der Mondoberfläche dienen. Ein Mondorbiter weitgehend gleicher Zielstellung ist seitens der NASA mit der Bezeichnung „LUNAR Geochemical Orbiter“ (LGO) für 1991 geplant. In Diskussionen sind Mondflugunternehmen ferner bei der westeuropäischen Raumfahrtgemeinschaft ESA (Mondsatellit) sowie in Japan (Vorbeiflug, Mondsatellit, Landung einer Meßsonde auf dem Mond). Wieder ernsthaft ins Gespräch gebracht wurde auch die Errichtung einer bemannten Forschungsstation auf dem Mond. Dieses bereits von den Raumfahrtpionieren wie ZIOLKOWSKI und OBERTH vorgeschlagene, in den 60er Jahren im Vorfeld der APOLLO-Flüge bereits zum Nahziel proklamierte Projekt wurde in den zurückliegenden Jahren kaum noch erwähnt. Voriges Jahr endete eine Beratung der Amerikanischen Nationalakademie der Wissenschaften im Johnson-Space-Flight-Center, Houston/Texas, mit der Forderung, die Errichtung einer bemannten Mondstation in die Zukunftsplanungen wieder aufzunehmen. Ein solches Projekt erscheint heute sowohl technologisch als auch kostenmäßig in einem völlig neuen Licht. Zahlreiche der für die Raumstation der 90er Jahre zu schaffenden Lösungen sind auch für eine Mondstation nutzbar. Die Existenz großer Raumstationen schafft ferner für Flüge zum Mond günstigere Voraussetzungen.

Der wissenschaftliche Wert einer Mondstation galt nie als streitbar, da z. B. Messungen seismischer Natur, Wärmeflußmessungen und chemische Analysen vor Ort durch unbemannte Satelliten nicht ersetzbar sind. Vor allem aber wird an die Bedeutung als astronomische Forschungsstation erinnert. Radioteleskope auf der Mondrückseite sind durch den Mond als natürlichen Schirm gegen Störstrahlungen irdischer Sender völlig abgeschirmt und können Beobachtungen bis an die Grenze der theoretisch möglichen Empfindlichkeit ausführen. Die Auflösung fotografischer Himmelsaufnahmen wäre millionenfach steigerungsfähig. Auch für die Erforschung der kosmischen Strahlung oder des Sonnenwindes ergäben sich neue Aspekte, da sie jenseits der Strahlungsgürtel durchgeführt werden könnte.

HANS-DIETER NAUMANN

## Unterrichtssendungen des Fernsehens im Schuljahr 1986/87

Wie im Vorjahr werden zur Nutzung für den Astronomieunterricht folgende drei Sendungen angeboten:

1. „Künstliche Erdsatelliten“ (zur Stoffeinheit 1.4.4.)
  2. „Steckbrief unserer Sonne“ (zur Stoffeinheit 2.1.)
  3. „Galaktische Dimensionen“ (zur Stoffeinheit 2.3. bzw. 2.4.)
- Die Sendung „Künstliche Erdsatelliten“ wird für den Physikunterricht, Klasse 9, ausgestrahlt, demzufolge zu anderen Sendezeiten als die beiden speziell für den Astronomieunterricht vorgesehenen Sendungen. Ihr direkter unterrichtlicher Einsatz wird kaum möglich sein, weil sie mit ihrem Ausstrahlungstermin Ende November/Anfang Dezember etwa 2 Wochen vor der Behandlung des Themas im Astronomieunterricht liegt. Eine indirekte Nutzung über den individuellen Sendungsempfang durch die Schüler sollte angeregt werden, gefördert durch entsprechende Rezeptionsaufgaben. Eine solche Aufgabe könnte – abgeleitet von der Fragestellung in der Sendung: „Welchen Nutzen ziehen wir in der DDR aus der Arbeit künstlicher Erdsatelliten?“ – lauten: „Erläutern Sie das in der Sendung dargestellte Beispiel der Nachrichtenübermittlung durch künstliche Erdsatelliten, ergänzen Sie es durch aktuelle Beispiele!“. Bezogen auf die Wetterbeobachtung und die Erdfernerkundung könnten mit gleicher Fragestellung weitere Aufgaben erteilt werden.

Zeitlich günstig für den individuellen Empfang dürfte die Nachmittagsausstrahlung der Sendung am Dienstag, dem 9. 12., 16.15 Uhr liegen. Um die Empfangsmöglichkeit zu erweitern, findet eine zusätzliche Ausstrahlung am Dienstag, dem 16. 12., 16.15 Uhr statt.

Infolge der Präzisierung des Ausstrahlungsschemas der Unterrichtssendungen ab Schuljahr 1986/87 ergeben sich auch für die Astronomieunterrichtssendungen drei Veränderungen im Ausstrahlungsmodus:

1. Es wird nur noch eine Lehrerinformationssendung ausgestrahlt. Diese wird konstant montags 18.00 Uhr bzw. 18.25 Uhr in der Woche vor den Vormittagsausstrahlungen liegen.
2. Die Vormittagsausstrahlungen werden von zwei auf drei Wochen ausgedehnt, um eine bessere Anpassung an die Stoffbehandlung zu ermöglichen. (Diese Regelung trifft für alle Einstundenfächer zu.)
3. In der Woche nach den Vormittagsausstrahlungen erfolgt eine letzte Nachmittagsausstrahlung. Diese liegt für Sendungen der Klasse 10 stets am Montag. Dadurch verlängert sich der Ausstrahlungszeitraum um eine weitere Woche. Es bietet sich hier die von vielen Lehrern geforderte Möglichkeit der indirekten Sendungsnutzung über den gesteuerten häuslichen Empfang. Diese Nutzungsvariante ist zu empfehlen bei größerem Lehrplanverzug bzw. für den Fall, daß die Vormittagssendetermine aus stundenplantechnischen Gründen nicht genutzt werden können.

Durch diese Veränderungen bedingt, wird die Sendung „Steckbrief der Sonne“ eine Woche vor den Winterferien und 2 Wochen lang Anfang März ausgestrahlt. Für die Sendung „Galaktische Dimensionen“ hat es sich als günstig erwiesen, nach den Ausstrahlungen Ende April eine Woche wegen der schriftlichen Abschlußprüfungen auszusetzen. So erfolgt die 3. Ausstrahlungswoche nach den Frühjahrsferien. Dieses breite terminliche Sendungsangebot von Mitte April bis Ende Mai ermöglicht – je nach Stand der Stoffvermittlung – einen disponiblen Sendungseinsatz, z. B. in der Stoffeinheit 2.3. „Milchstraßensystem und extragalaktische Systeme“ oder in der Stoffeinheit 2.4.2. „Unsere Vorstellung vom Weltall“. Die abschließende Nachmittagsausstrahlung am Montag, dem 25. 5. 1987, um 18.00 Uhr kann den Schülern auch zur Vorbereitung auf die mündliche Abschlußprüfung empfohlen werden.

Zum Inhalt und zum methodischen Einsatz der Sendungen wird auf folgende Artikel in unserer Zeitschrift verwiesen: ZENKERT, A.: Zwei Fernsehsendungen für den Astronomieunterricht. 18 (1981) H. 4;

OTTO, E.: Die Unterrichtsfernsehsendung „Künstliche Erdsatelliten“ im Astronomieunterricht. 18 (1980) H. 4;

VOGL, G.: Zur Arbeit mit den Unterrichtssendungen des Fernsehens für den Astronomieunterricht. 20 (1983) H. 3;

ferner ist zu empfehlen:

ANTOL, W.: Sendung „Künstliche Erdsatelliten“. In: Unterrichtsfernsehen, Methodische Anleitung, Physik, Klasse 9, ZISF 1983 (die Broschüre wurde 1983 an alle Schulen ausgeliefert).

## Sendetermine im Schuljahr 1986/87

(I = I. Programm; II = II. Programm)

### 1. „Künstliche Erdsatelliten“ (22 min)

Lehrerinformationssendung: Mo., 17. 11. 1986, 18.25 Uhr II

Sendezeiten für den Unterricht:

Mo., 24. 11. 1986, 7.55 Uhr I      Mi., 3. 12. 1986, 9.35 Uhr II

Mi., 26. 11. 1986, 9.35 Uhr II      Fr., 5. 12. 1986, 11.05 Uhr II

Fr., 28. 11. 1986, 11.05 Uhr II      Sa., 6. 12. 1986, 8.50 Uhr II

Sa., 29. 11. 1986, 8.50 Uhr II

Sendezeiten für den individuellen Empfang:

Di., 9. 12. 1986, 16.15 Uhr II

Di., 16. 12. 1986, 16.15 Uhr II

### 2. „Steckbrief unserer Sonne“ (20 min)

Lehrerinformationssendung; Mo., 26. 1. 1987, 18.25 Uhr II

Sendezeiten für den Unterricht:

Mo., 2. 2. 1987, 8.50 Uhr II      Mo., 9. 3. 1987, 8.50 Uhr II

Mi., 4. 2. 1987, 8.25 Uhr II      Mi., 11. 3. 1987, 8.25 Uhr II

Fr., 6. 2. 1987, 10.05 Uhr II      Do., 12. 3. 1987, 8.25 Uhr I

Fr., 13. 3. 1987, 10.05 Uhr II

Mo., 2. 3. 1987, 8.50 Uhr II

Mi., 4. 3. 1987, 8.25 Uhr II

Do., 5. 3. 1987, 8.25 Uhr I

Fr., 6. 3. 1987, 10.05 Uhr II



### 3. „Galaktische Dimensionen“ (19 min)

Lehrerinformationssendung: Mo., 13. 4. 1987, 18.00 Uhr II

Sendezeiten für den Unterricht:

Mo., 20. 4. 1987, 8.50 Uhr II Mo., 27. 4. 1987, 8.50 Uhr II

Mi., 22. 4. 1987, 8.25 Uhr II Mi., 29. 4. 1987, 8.25 Uhr II

Fr., 24. 4. 1987, 10.05 Uhr II Do., 30. 4. 1987, 8.25 Uhr I

Mo., 18. 5. 1987, 8.50 Uhr II

Mi., 20. 5. 1987, 8.25 Uhr II

Fr., 22. 5. 1987, 10.05 Uhr II

Do., 28. 5. 1987, 8.25 Uhr I

Sendezeit für den individuellen Empfang:

Mi., 25. 5. 1987, 17.05 Uhr II

HORST ROPKE

### Blick auf den Büchermarkt

Den nachfolgenden Angaben liegt das „Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel“, Sonderausgabe Internationale Leipziger Buchmesse 1986, zugrunde.

#### 1. Neuerscheinungen

D. MOHLMANN/K. SAUER (Hrsg.): **Comet Halley, 1909–1911, Retrospect of Observations.** Akademie-Verlag Berlin 1986, etwa 160 Seiten, 10 Abb., 39 Tab.; etwa 20,- Mark, Best.-Nr. 763 558 0.

Sammlung von Beobachtungen des Halleyschen Kometen 1909/11, die seinerzeit in namhaften astronomischen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Nach einer thematischen Einführung werden die Beiträge nach Themenkomplexen geordnet: Strukturen im Kern- und Schweifgebiet, dynamische Prozesse, Bahnparameter, Kernteilungen.

D. MOHLMANN/K. SAUER/R. WASCH: **Kometen.** Akademie-Verlag Berlin 1986, etwa 160 Seiten, 38 Abb., 9 Tab.; 18,- Mark, Best.-Nr. 763 557 2.

Darstellung des Kenntnisstandes über Kometen, ihre Deutung im Laufe der Geschichte, ihre himmelsmechanische Einordnung in das Sonnensystem, die Kometenbahnen und die daraus ableitbaren Informationen über Herkunft und Entstehung; physikalische und chemische Prozesse an den Kometenoberflächen und in den Atmosphären. Zusätzlich werden die Raumfahrtexperimente zur Untersuchung des Halleyschen Kometen im Frühjahr 1986 dargestellt (Ergebnisse konnten wegen des Termins der Drucklegung in dieses Buch noch nicht einfließen).

P. AHNERT: **Kalender für Sternfreunde 1987.** Johann Ambrosius Barth Leipzig 1986, etwa 168 Seiten, 43 Fotos, zahlreiche Tab.; 5,70 Mark, Best.-Nr. 793 785 3.

M. J. MAROW: **Die Planeten des Sonnensystems.** BGS B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig/Verlag MIR, Moskau, etwa 344 Seiten, etwa 191 Abb., etwa 19,50 Mark; erscheint voraussichtlich IV/86, Best.-Nr. 666 262 4.

Himmelsmechanische Charakteristika der Planeten und gegenwärtige Vorstellungen über ihren inneren Aufbau, die Eigenschaften ihrer Oberflächen und Atmosphären.

C. SPIERING: **Auf der Suche nach der Urkraft.** BSG B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, etwa 144 Seiten, etwa 32 Abb.; etwa 7,50 Mark, erscheint voraussichtlich III/86, Best.-Nr. 666 320 5.

Entwicklung der Elementarteilchenphysik in den letzten zehn Jahren und ihre Verbindung zur Kosmologie.

F. J. SIGEL: **Sehenswertes am Sternenhimmel.** VEB Fachbuchverlag Leipzig, etwa 250 Seiten mit 84 Bildern, 4 Tab. und 4 Beil., etwa 9,- Mark, erscheint IV/86, Bestell-Nr. 547 029 2.

Die am Frühjahrs-, Sommer-, Herbst- und Winterhimmel sichtbaren Sternbilder werden beschrieben, ebenso das Erscheinungsbild der Milchstraße, der Tierkreis, Planeten, Kometen und Meteore sowie die Beobachtbarkeit des Mondes in den einzelnen Phasen.

M. M. KOLTUN: **Sonne und Menschheit.** VEB Fachbuchverlag Leipzig, 128 Seiten mit 127 zum Teil farbigen Bildern; 9,50 Mark; erscheint voraussichtlich I/1986, Best.-Nr. 546 961 1.

Eigenschaften der Sonne als Himmelskörper, spektrale Zusammensetzung des Sonnenlichtes, Probleme und Möglichkeiten der Nutzung von Sonnenenergie. Diesen und weiteren Fragen der Wechselbeziehungen zwischen Sonne und Erde geht der Autor in unterhaltsamer, allgemeinverständlicher Form nach.

H. MIELKE/L. WINKLER: **Geschichte der Weltraumfahrt – Ein Quartettspiel.** Verlag für Lehrmittel Pöbneck, 36 Spielkarten, 32 Seiten Textheft; für Kinder ab 10 Jahren; 2,40 Mark; erscheint III/86, Best.-Nr. 334 841 0.

Ausgehend von utopischen Phantastereien werden erste Raketenformen, der Beginn der Raumfahrt und ihre Entwicklung bis in die Gegenwart durch 36 Flugkörper in Text und Bild vorgestellt.

H. BERNHARD/K. LINDNER/M. SCHUKOWSKI: **Wissensspeicher Astronomie.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, etwa 192 Seiten, etwa 240 Abb.; etwa 9,50 Mark, Best.-Nr. 709 206 1.

Der Wissensspeicher enthält in knapper, übersichtlicher und anschaulicher Form eine Stoffsammlung, die inhaltlich über den Lehrplan Astronomie Klasse 10 hinausgeht. Inhaltliche Schwerpunkte sind: Grundbegriffe und Grundgesetze, Methoden und Instrumente, Orientierung am Sternhimmel, Sonnensystem, Sterne und Sternsysteme, Kosmologie und Raumfahrt. Im Anhang sind Zeittafeln zur Geschichte der Astronomie und der Raumfahrt zusammengestellt.

Für Astronomielehrer, Leiter fakultativer Kurse und astronomischer Arbeitsgemeinschaften, Amateurastronomen, Studenten, Schüler und andere astronomisch Interessierte stellt dieses Nachschlagewerk eine Hilfe für die fachliche Überblicksinformation mit kurzer Zugriffszeit dar.

K. FRIEDRICH/G. MEYER/Unter Mitarbeit von K. LINDNER: **Astronomie und Raumfahrt.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, etwa 160 Seiten, etwa 170 Abb., etwa 4,50 Mark, Best.-Nr. 709 208 8.

Entsprechend dem Anliegen des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ der fakultativen Kurse werden Inhalte, Forschungsmethoden und Anwendungsgebiete der Astronomie sowie Aufgaben, Grundlagen und Probleme der Raumfahrt dargestellt. Vorrangig für Teilnehmer der fakultativen Kurse und andere interessierte Schüler gedacht, gibt es auch Lehrern und Amateurastronomen wertvolle Hinweise und Anregungen.

K. LINDNER: **Jugendlexikon Astronomie.** VEB Bibliographisches Institut Leipzig 1986, etwa 208 Seiten mit etwa 143 Abb. und 47 Tab.; etwa 6,50 Mark, Best.-Nr. 577 853 7.

Über 1100 Stichwörter zu Begriffen, Objekten und Personen der Astronomie.

W. SPICKERMANN: **Urknall – Quarks – Kernfusion.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 200 Seiten, 58 Schwarzweißfotos, 44 Farbzeichnungen, 5 Tab.; 10,- Mark; erscheint III/86, Best.-Nr. 654 053 9.

Autor berichtet allgemeinverständlich über bahnbrechende Entdeckungen auf den Gebieten der Teilchen- und der Astrophysik und geht auf die Frage nach ihrem Nutzen ein.

D. B. HERRMANN: **Eroberer des Himmels.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 208 Seiten, 35 Schwarzweißfotos, 31 Reproduktionen, 44 Farbzeichnungen; 19,80 Mark; erscheint III/86, Best.-Nr. 654 078 2.

Überblick über 3 Jahrzehnte Raumfahrt, ihre Wurzeln und Voraussetzungen.

A. BONOVO: **Sternbilder, Sternsagen.** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 304 Seiten, 54 Schwarzweißfotos, 80 zweifarbige Zeichnungen; 21,- Mark; erscheint IV/86, Best.-Nr. 654 072 3.

In sachlich-informativem Überblick, verbunden mit kulturhistorisch und wissenschaftsgeschichtlich interessanten Bemerkungen, werden Objekte behandelt, die mit bloßem Auge oder mit einem Fernglas am Himmel beobachtbar sind. Daran anschließend werden die mit den Namen der Sternbilder verbundenen Sagenmotive wiedergegeben. Der

sachliche Teil enthält informative Sternbildübersichten auf der Grundlage moderner Sternkarten. Der erzählende Teil wird durch die Sternbilddarstellungen aus dem Atlas des Hevelius illustriert.

K. LINDNER: **Astroführer**. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 208 Seiten, 25 Farb- und 46 Schwarzweißfotos, 83 farbige Zeichnungen, 8 Karten, 1 Beilage (drehbare Sternkarte); 18,- Mark, erscheint III/86, Best.-Nr. 654 070 7.

Anleitung zur Beobachtung des Sternhimmels ohne und mit Hilfsmitteln (Fernglas, Sternatlas, drehbare Sternkarte, Mondkarte) sowie zum Fernrohrselbstbau. Wissenschaftliche Hintergrundinformationen vertiefen das Verständnis für die beobachtbaren Objekte und Erscheinungen.

J. S. SCHKLOWSKI: **Weltall, Leben, Vernunft**. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, etwa 350 Seiten, 47 Schwarzweißfotos, 31 Zeichnungen, etwa 12,- Mark, erscheint 1987.

Ausgehend von den astronomischen Aspekten des Problems außerirdischer Zivilisationen untersucht der Autor die Möglichkeiten der Entstehung von Leben in unserem Planetensystem. Danach erläutert er Versuche der Kontaktaufnahme mit vernunftbegabten Wesen im Weltall.

## 2. Nachauflagen

P. AHNERT: **Kleine praktische Astronomie**. Johann Ambrosius Barth Leipzig 1986, 3., durchgesehene Auflage, etwa 184 Seiten, 74 Bilder, zahlreiche Tabellen; etwa 18,- Mark, Best.-Nr. 793 686 9.

R. KIPPENHAHN: **Vom Lebenslauf der Sterne**. Johann Ambrosius Barth Leipzig 1986, 2. Auflage, 32 Seiten, 25 Abb.; 7,- Mark, Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Nr. 260/Bd. 53.

G. DAUTCOURT: **Was sind Quasare?** BSG B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 4., bearbeitete Auflage, etwa 88 Seiten, etwa 19 Abb.; 4,90 Mark, erscheint voraussichtlich II/86, Best.-Nr. 665 753 4, Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 29.

I. D. NOWIKOW: **Evolution des Universums**. BSG B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig/Verlag MIR Moskau, 2., bearbeitete Auflage, etwa 216 Seiten, 35 Abb.; 11,50 Mark, erscheint voraussichtlich IV/86, Best.-Nr. 666 088 0, Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 52.

I. D. NOWIKOW: **Schwarze Löcher im All**. BSG B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig/Verlag MIR Moskau, 3. Auflage, 96 Seiten, 11 Abb.; 5,50 Mark, erscheint voraussichtlich IV/86, Best.-Nr. 666 035 4, Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Bd. 47.

A. ZENKERT (Bearb.): **Drehbare Schülersternkarte**. Verlag für Lehrmittel Pöbneck; 4,30 Mark, erscheint III/86, Best.-Nr. 334 602 8.

J. DORSCHNER: **Planeten – Geschwister der Erde?** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 3., bearbeitete Auflage, 128 Seiten, etwa 60 vierfarbige Abb.; 4,50 Mark, erscheint III/86, Best.-Nr. 653 459 3.

D. B. HERRMANN: **Besiedelt die Menschheit das Weltall?** Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 3. Auflage, 128 Seiten, etwa 60 vierfarbige Abb.; 4,50 Mark, erscheint IV/86, Best.-Nr. 653 678 3.

D. B. HERRMANN: **Das Sternguckerbuch**. Verlag Neues Leben Berlin, 3. Auflage, 288 Seiten, mit Fotos und Illustrationen; 9,80 Mark, Best.-Nr. 642 950 7.

## 3. Lieferbare Literatur

D. B. HERRMANN: **Kosmische Weiten**. Johann Ambrosius Barth Leipzig; 9,60 Mark, Best.-Nr. 793 503 0.

HOFFMEISTER/RICHTER/WENZEL: **Veränderliche Sterne**. Johann Ambrosius Barth Leipzig, 56,- Mark, Best.-Nr. 793 708 7.

MARX/PFAU: **Sternatlas**. Johann Ambrosius Barth Leipzig; 26,70 Mark, Best.-Nr. 793 695 7.

W. SCHWINGE: **Fotografischer Mondatlas**. Johann Ambrosius Barth Leipzig; 38,80 Mark, Best.-Nr. 793 704 4.

H. H. VOIGT: **Der Aufbau unseres Milchstraßensystems**. Johann Ambrosius Barth Leipzig, (Nova Acta Leopoldina, Neue Folge); 12,- Mark.

A. ZENKERT: **Faszination Sonnenuhr**. Verlag Technik Berlin; 26,- Mark, Best.-Nr. 553 370 8.

H. MIELKE: **Raumfahrt heute**. VEB Verlag für Verkehrswesen Berlin; 24,80 Mark, Best.-Nr. 565 993 3.

**Erdmond Vorderseite/Rückseite**. VEB Hermann Haack Geographisch-kartographische Anstalt Gotha, 3. Auflage, Haack Handkarte, Maßstab 1 : 12 000 000, Format 110 cm × 66 cm, gefalzt 12 cm × 22 cm, Beiheft 76 Seiten; 9,80 Mark, Best.-Nr. 598 177 0.

**Mars/Westliche und östliche Hemisphäre**. VEB Hermann Haack Geographisch-kartographische Anstalt Gotha, Haack Handkarte, Maßstab 1 : 23 500 000, Format 110 cm × 66 cm, gefalzt 12 cm × 22 cm, Beiheft 44 Seiten; 9,80 Mark, Best.-Nr. 966 249 4.

MANFRED SCHUKOWSKI

## Zweite Astronomische Woche im Kreis Grevesmühlen

Im Heft 2/1985 berichtete „Astronomie in der Schule“ über die erste Astronomische Woche im Kreis Grevesmühlen, die im Zeichen der Vorbereitung auf die Wiederkehr des Halleyschen Kometen stand.

Inzwischen fand die zweite Astronomische Woche des Kreises Grevesmühlen statt. Neben der Fachkommission Astronomie, dem Bezirksvorstand und dem Kreisvorstand der URANIA unterstützten die Ortsgruppe Grevesmühlen des Kulturbundes der DDR und die Lokalredaktion Grevesmühlen der „Ostsee-Zeitung“ das Vorhaben wirkungsvoll, das in die „Propagandatage der Jugend“ eingeordnet war. Vor zehn 10. Klassen hielt ELVIRA PFITZNER (Ruppertsgrün) ihren sehr bildungs- und erziehungswirksamen Lichtbildervortrag zur Wiederkehr des Halleyschen Kometen, außerdem im Veteranenklub Grevesmühlen der Volkssolidarität, in dem sich eine 84jährige Rentnerin sehr gut an die Erscheinung des Kometen 1910 erinnerte, und vor Mitarbeitern der Abteilung Volksbildung des Kreises Grevesmühlen.

Neben diesen Vorträgen gestaltete die Fachkommission Astronomie eine Sonderausstellung in der Grevesmühlener Heimatstube, die unter der Thematik „Wiederkehr des Halleyschen Kometen 1985/86“ und „25 Jahre bemannte Raumfahrt der Sowjetunion“ stand. Exponate für die Kometenausstellung stellten freundlicherweise ELVIRA PFITZNER (u. a. Fotos, Zeichnungen), die Astronomische Station Rostock und die Volkssternwarte Drebach (Fotos), das Heimatmuseum Schönberg (Zeitungen des Jahres 1910) und die POS „Kurt Bürger“ Grevesmühlen (Messeexponate) zur Verfügung.

Die Darstellung der 25jährigen bemannten Raumfahrt der Sowjetunion erfolgte vor allem auf der Grundlage von Briefmarkenexponaten zweier Astronomielehrer des Kreises Grevesmühlen mit jeweils 30 Blatt. Ergänzt wurde dieser Teil durch Modelle von Raumflugkörpern sowie entsprechende Fotos, Büchern und Sammelmappen, die ELVIRA PFITZNER, die POS „Juri Gagarin“ Boltenhagen und „Wladimir Komarow“, das Kinderhelm „Juri Gagarin“ Schönberg und die POS „Kurt Bürger“ Grevesmühlen zur Verfügung stellten, und durch Münzen und Medaillen zur Raumfahrt, die ein Grevesmühlener Numismatiker ausstellte.

Beide Ausstellungsteile waren übersichtlich und chronologisch angeordnet. Sie boten Gelegenheit, sich relativ umfassend zu informieren. Dies nutzten innerhalb von zehn Tagen immerhin fast 700 Besucher aller Altersgruppen, besonders Schüler, für die Astronomielehrer Führungen organisierten. Zu den Gästen zählte auch eine Grevesmühlenerin, die originalsignierte Fotos vom Weltraumflug VALERI BYKOWSKIS und SIGMUND JÄHNS auslieh und damit die Ausstellung bereicherte.

Die Astronomische Woche begann mit der Eröffnung dieser Ausstellung, an der alle Veranstalter und die Astronomielehrer des Kreises teilnahmen, an die sich ein Forum zu aktuellen astronomischen Fragen anschloß. Gesprächspartner war dabei der Leiter der Astronomischen Station Rostock, Studienrat GÜNTHER WEINERT.

Die Vorträge und die Ausstellung hörten bzw. sahen ins-

gesamt etwa 1000 Bürger des Kreises. Noch größer gestaltete sich aber die Breitenwirksamkeit durch die Mithilfe der Grevesmühlener Lokalredaktion der „Ostsee-Zeitung“, die drei Beiträge zur Beobachtung des Halleyschen Kometen 1910 im Kreis Grevesmühlen sowie Meldungen zur Ausstellung und ein Foto veröffentlichte. Besonders die Artikel zum Kometen 1910 fanden in ihrer sachkundigen und teilweise humoristisch wirkenden Form das Interesse vieler Leser.

Dank der aktiven Unterstützung der Genannten und der Aufgeschlossenheit von Direktoren, Schülern und anderen Bürgern gestaltete sich die zweite Astronomische Woche des Kreises Grevesmühlen zu einem vollen Erfolg mit einem großen Wert für die Propaganda der Wissensgebiete Astronomie und Raumfahrt. Für die Veranstalter zeigte sich, daß selbst in einem Gebiet ohne astronomische Traditionen derartige „Astronomische Wochen“ einen erheblichen Gewinn für die Astronomie darstellen, nicht nur für den Astronomieunterricht innerhalb des Territoriums. Die nächste Astronomische Woche wird gegenwärtig gemeinsam von der Kreisfachkommission Astronomie und der POS „Juri Gagarin“ Boltenhagen vorbereitet. Sie steht im Zeichen des 25. Jahrestages des Starts von JURI GAGARIN.

ECKART REDERSBORG

### Empfehlungen zur Erweiterung der Buchbestände an Schulen

Zu Beginn des Kalenderjahres erhalten alle allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen die „Empfehlungsliste 1986 zur Erweiterung der Buchbestände für den unterrichtlichen und außerunterrichtlichen Bildungs- und Erziehungsprozeß“.

Den Wünschen der Schulpraxis tragend, enthält die Empfehlungsliste 1986 neben einem großen Teil Neuerscheinungen auch Nachauflagen bewährter Bücher, darunter Nachschlagewerke und Wissenspeicher. Sie berücksichtigt weiterhin die für die fakultativen Kurse in den Klassen 9 und 10 erforderlichen Materialien wie auch Literatur, die im fakultativen Unterricht an erweiterten Oberschulen Verwendung findet.

Den Lehrern und Erziehern wird nahegelegt, in die Empfehlungsliste Einsicht zu nehmen und dem Direktor für ihre Fächer bzw. für den außerunterrichtlichen Bereich Bestellschlüsse zu unterbreiten.

Ministerium für Volksbildung  
Zentralstelle für Kinder- und Jugendliteratur

# S Schülerfragen

## Was ist die Metagalaxis?

Der Begriff Metagalaxis wird gelegentlich in der astrophysikalischen Literatur benutzt, wenn es um die Untersuchung der großräumigen Struktur des Weltalls geht. Nach der Wortbedeutung ist es ein über der Galaxis stehendes, ein aus Galaxien gebildetes System.

Die Vorstellung, daß die Welt aus einer großen Zahl von Weltinseln oder Nebeln aufgebaut ist, geht bis zu den alten Griechen zurück (LUKREZ). Jedoch erst die Beobachtungstechnik unseres Jahrhunderts erlaubte die konkrete Untersuchung ihrer Struktur und Verteilung im Weltraum. So wissen wir heute, daß analog zu unserem Milchstraßensystem, der Galaxis, aus Sternen Galaxien aufgebaut werden. Diese bilden wiederum Gruppen bzw. Haufen von Galaxien.

Die Frage ist nun, ob sich bei zunehmender Entfernung ein solcher hierarchischer Aufbau des Weltalls weiter nach-

weisen läßt. Als EDWIN HUBBLE 1923 mit seinen Untersuchungen zur Galaxienverteilung begann, die zur Entdeckung der kosmologischen Rotverschiebung führten, gab es zu dieser Frage drei Hypothesen:

1. Es gibt ein größtes selbstgravitierendes System, die Metagalaxis, welche zu den einzelnen Galaxien im gleichen Verhältnis steht wie das Milchstraßensystem zu den Einzelsternen. Diese Vorstellung wurde noch bis Mitte der sechziger Jahre z. B. von O. KLEIN und H. ALVFÉN vertreten.
2. Die Hierarchie der Haufenbildung ist unbegrenzt, was 1908 von C. V. L. CHARLIER angenommen wurde.
3. Es gibt eine maximale Entfernung für die Haufenbildung. Mittelt man über Abstände, die diese Entfernung weit übersteigen, so sind die Galaxien gleichmäßig verteilt.

Dies war die Hypothese, die HUBBLE testete und die bis heute, für Entfernungen größer als etwa 100 Mpc, als von der Beobachtung gestützt angesehen werden kann. HUBBLE schrieb dazu: „Es gibt keinen Hinweis auf eine Verdünnung, keine Spur einer physikalischen Grenze. Es gibt derzeit keinen sicheren Hinweis auf ein isoliertes Supersystem von Nebeln in einer größeren Welt. So können wir, als Hypothese, das Prinzip von der Gleichförmigkeit aufstellen und nehmen an, daß jeder andere zufällig gewählte Teil des Weltalls ähnlich dem beobachtbaren ist. Wir können annehmen, daß das Reich der Nebel das ganze Universum ist und das beobachtbare Gebiet ein charakteristischer Teil.“ Das Prinzip von der Homogenität der Welt im Großen ist heute als kosmologisches Postulat Grundlage der in der Kosmologie verwendeten Weltmodelle.

Damit ist aber der Begriff Metagalaxis nicht ausgestorben, sondern hat seine Bedeutung gewandelt. Mit Metagalaxis bezeichnet man heute den beobachtbaren Teil des Weltalls. Da diese Wortbedeutung nicht präzise genug ist, wird der Begriff von vielen Fachleuten bewußt gemieden.

Eine eindeutige Definition erhält man, wenn man unter Metagalaxis nicht den tatsächlich real beobachtbaren Teil des Weltalls versteht, was sich ja mit dem Stand der Beobachtungstechnik ständig ändert, sondern den prinzipiell durch Beobachtungen zugänglichen Teil des Universums. Nach der EINSTEINschen Allgemeinen Relativitätstheorie, der modernen Gravitationstheorie, auf deren Grundlage Modellvorstellungen vom Bau des Universums erarbeitet werden, existieren sogenannte Ereignishorizonte, über die hinaus keine Beobachtungen möglich sind, weil uns Signale wegen der Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit aus ferneren Regionen nicht mehr erreichen können. So gesehen hebt der Begriff Metagalaxis diesen beobachtbaren Teil des Weltalls vom Begriff Weltall oder Kosmos ab, der ja weit größere Gebiete umfassen kann. Diese sind uns aber nur hypothetisch über die Extrapolation unserer Modellvorstellungen zugänglich, deren Beobachtungstützen in der Metagalaxis gefunden werden. Dabei legen gerade die neuesten Entwicklungen der Kosmologie (inflationäre Weltmodelle) die Vorstellung nahe, daß der von uns beobachtbare Teil des Weltalls, die Metagalaxis, tatsächlich nur einen sehr kleinen Teil des Kosmos umfaßt.

ULRICH BLEYER

# Z Zeitschriftenschau

## Selmja i Wselennaja

Heft 1/1985 SLYSCH, W. I.: Die chemische Zusammensetzung und die Entwicklung der Galaxis. Der Artikel beschreibt und erläutert an Beispielen die Ausbildung der in der Galaxis beobachteten Häufigkeiten der chemischen Elemente und ihrer Isotope und setzt dies in Beziehung zu den

In unserem Sternsystem abgelaufenen und noch ablaufenden Prozessen der Entstehung und Entwicklung der Sterne. **TSCHEREPASTSCHUK, A. M.: Enge Doppelsternsysteme großer Masse.** Auf der Grundlage der Theorie wird die Evolution solcher Sternsysteme erläutert und zu beobachteten Objekten als Repräsentanten verschiedener Entwicklungsstadien in Beziehung gesetzt. **BALEBANOW, W. M.: Auf zum Treffen mit dem Halleyschen Kometen.** Es werden die Forschungsaufgaben der VEGA-Sonden erläutert und die zu ihrer Realisierung installierten Geräte vorgestellt. **Heft 2/1985 LIPUNOW, W. M.: Neue Neutronensternmodelle.** Es wird die im Sternberg-Institut entwickelte Theorie der Neutronensterne dargelegt. Aus ihr ergeben sich die bisher beobachteten Arten der Neutronensterne, aber auch einige weitere, deren Entdeckung noch zu erwarten ist. **LJUTYJ, W. M.: Die Veränderlichkeit der Strahlung aktiver Galaxienkerne.** Aus Beobachtungsbefunden, die im ersten Teil diskutiert werden, wird ein Modell dieser Objekte abgeleitet. **Heft 3/1985 SCHKLOWSKIJ, I. S.: Existieren außerirdische Zivilisationen?** Es ist ein Aufsatz, der auf der Grundlage eines auf dem 27. Internationalen Geologenkongreß 1984 in Moskau gehaltenen Vortrags verfaßt wurde. Die zahlreichen vom Verfasser diskutierten Argumente liefern Stoff zu ernsthaftem Nachdenken über dieses Problem.

#### Fizika w schkole

**Heft 3/1985 SURDIN, W. G.: An den Geburtsstätten der Sterne.** Es werden zunächst die Bedingungen für die Sternentstehung erörtert. Der Hauptteil des Artikels beschäftigt sich ausführlich mit den die Sternentstehung auslösenden Prozessen und nimmt dabei jeweils Bezug auf konkrete, in der Galaxis beobachtete Erscheinungen.

#### Kozmos

**Heft 4/1985 ŠOLC, M.: In Erwartung der Neutrinos.** Ein Überblick über kosmische Prozesse, in deren Verlauf Neutrinos entstehen, dazu ein Ausblick auf ihre Detektion mit Hilfe von Gallium in nicht mehr ferner Zukunft. **ZWERKO, J.: Die Bedeutung terrestrischer Beobachtungen im Satellitenzeitalter.** Es werden die Möglichkeiten und Grenzen astronomischer Beobachtungen mit Hilfe von Beobachtungsgeräten an Bord von Erdsatelliten dargelegt.

#### Riše hvězd

**Heft 6/1985 PODOLSKI, J.: Entstehung und Entwicklung der planetarischen Nebel.** Ein Überblick über Beobachtungsbefunde und Einordnung ins HRD.

**Heft 4/1985 ŠKODA, E., DRAHOKOUPIL, J.: Sternwarten und Planetarien in der ČSSR.** Ein Verzeichnis aller 84 öffentlichen astronomischen Einrichtungen, ihrer Hauptinstrumente und speziellen Aufgaben; dazu eine Landkarte mit eingetragenen Orten.

#### Astronautyka

**Heft 1/1985 TREPTA, A.: Zufall oder Notwendigkeit?** Diskussion von Hypothesen und Experimenten zur Entstehung des Lebens auf der Erde.

#### Kosmonawtika, Astronomija

Populärwissenschaftliche Serie; erscheint als Broschüre monatlich seit 1971 im Verlag „Snanije“ Moskau; je Heft 64 Seiten im Taschenformat; im Abonnement auch in der DDR zu beziehen über den Postzeitungsvertrieb. Neben der recht ausführlichen Behandlung jeweils eines geschlossenen Themas finden sich in jedem Heft auf den letzten Seiten kurze Beiträge über „Aktuelles aus der Kosmonautik“ bzw. bei astronomischer Thematik „Neues aus der Astronomie“. Eine Übersicht über die in den Heften des Jahrgangs 1984 behandelten Themen gibt einen Einblick in die Vielfalt des Gebotenen.

**Heft 1 B. J. LEWIN, A. N. ŠIMONENKO: Der Halleysche Komet.** Historisches und Aktuelles über den Halleyschen Kometen und die Entwicklung der Vorstellungen über die Struktur der Kometen allgemein.

**Heft 2 W. S. GETMAN: Meteore und Meteorite.** In ausführlicher Weise werden die Probleme der Meteoritenforschung dargelegt und erläutert.

**Heft 3 Artikelsammlung: JURI A. GAGARIN (zum 50. Geburtstag).** Das Heft enthält 6 Beiträge, verfaßt vom ersten Kommandeur der Kosmonauteneinheit, KAMANIN, sowie von 5 seiner Kosmonautenkollegen.

**Heft 4 E. I. POPOW: Automatische kosmische Apparate.** Der Autor beschreibt die gerätetechnische Ausstattung (Energieversorgung, Radiotelemetrie, Wärmeregulierung, Orientierung, Steuerung, Antrieb), die Konstruktion und die Flüge automatischer kosmischer Apparate zur Erreichung ausgewählter Ziele.

**Heft 5 A. W. CHARITONOW: Die Energetik der Sonne und der Sterne.** Eine ausführliche Darlegung der energetischen Prozesse in der Sonne bildet die Grundlage für Betrachtungen der im Verlauf der Sternentstehung und Sternentwicklung ablaufenden Prozesse der Energiefreisetzung. Den Abschluß bilden Abschätzungen verschiedener weiterer in der Metagalaxis beobachtbarer Prozesse unter dem Aspekt der Energieeffektivität.

**Heft 6 G. J. WHITROW: Struktur und Natur der Zeit.** (Übersetzung aus dem Englischen.) Das Heft enthält einige Aufsätze des englischen Wissenschaftlers, in denen das Wesen und die Struktur der Zeit, Methoden der Zeitmessung, ihre Beziehungen zur Bewegung, Wechselwirkung und Evolution materieller Systeme, die Wege der Entwicklung unserer Kenntnisse über die Zeit, der Zeitbegriff in verschiedenen Wissenschaften, die Wahrnehmung des Zeitablaufes und zahlreiche weitere Probleme erläutert werden.

**Heft 7 S. A. CHUDJAKOW: Kosmische Energieanlagen.** Beschreibung der in der Raumfahrtpraxis genutzten Energieversorgungssysteme in ihrer prinzipiellen Wirkungsweise und technischen Realisierung für verschiedene Zwecke unbemannter und bemannter kosmischer Experimente.

**Heft 8 A. W. SASSOW: Zwerggalaxien.** In diesem Heft sind die Wege zur Erforschung der Zwerggalaxien, deren besondere Eigenschaften und Bedeutung für die Erforschung der Sternentstehung dargestellt.

**Heft 9 A. S. GWAMITSCHAWA, W. A. KOSCHELIOW: Kosmisches Bauwesen.** Es werden aktuelle und zukünftige Probleme der Konstruktion, der Montage, des Materials verschiedener kosmischer Apparate und Apparateile größeren Ausmaßes, wie Antennen, Plattformen, Sonnenbatterien u. ä., erörtert.

**Heft 10 W. P. ARCHIPOWA: Novae.** Die Erscheinung der Novae wird allseitig beleuchtet und auf dem gegenwärtigen Stand des Wissens dargestellt.

**Heft 11 W. N. BOBKOW, W. S. SYROMJATNIKOW: Raumschiffe.** Eine chronologische Darstellung der Entwicklung und zunehmenden Vervollkommnung der bemannten Raumschiffe von Wostock und Mercury bis Sojus T und Space Shuttle.

**Heft 12 Artikelsammlung: Die gegenwärtigen Erfolge der Raumfahrt.** Das Heft enthält zwei Artikel über die wissenschaftliche Arbeit in der Raumstation Salut 7 und einen über das Forschungsprogramm der VEGA-Sonden zur Erforschung der Venus und des Halleyschen Kometen.

ALFRED MUSSIGANG

# R

## Rezensionen

**WEICHOLD, A.: Wilhelm Gotthelf Lohrmann 1796–1840.** Lebensbild eines hervorragenden Geodäten, Topographen, Astronomen, Meteorologen und Förderers der Technik. Johann Ambrosius Barth Verlag Leipzig 1985. 483 Seiten, 205 Bilder, 13 Anhänge, Leinen. Preis: 53,- Mark.

Mancher Astronomielehrer, der zugleich Amateurastronom ist, wird schon das Werk „Topographie der sichtbaren Mondoberfläche“ von WILHELM GOTTHELF LOHRMANN

benutzt haben, das 1963 von PAUL AHNERT in zweiter Auflage beim gleichen Verlag herausgebracht worden ist. Die Originalzeichnungen der 25 Sektionen dieses Mondatlas sind zwischen 1822 und 1836 an einem Fraunhofer-Refraktor (122/1950) von LOHRMANN in mühevoller Amateurarbeit und nach Geodätenart mit äußerster Akkuratess in vielen Nächten entstanden. LOHRMANN selbst hat nur die vier Sektionen der I. Abteilung im Selbstverlag drucken lassen können (1824). Das Gesamtwerk hat JULIUS SCHMIDT erst 1878, also lange nach LOHRMANN'S Tod bei J. A. BARTH herausgebracht. Die Zweitaufgabe von 1963 beweist die Aktualität des Werkes. LOHRMANN hat nach seiner nebenamtlichen Berufung als Oberinspektor des Mathematisch-Physikalischen Salons (1827) Gelegenheit erhalten, auch dienstlich astronomisch tätig zu werden. In einem Anbau an der Nordwestecke des Mathematisch-Physikalischen Salons im Dresdener Zwinger ließ er ein kleines (1928 abgerissenes) Observatorium bauen. Dort sorgte er mit Hilfe genauer Zeitbestimmungen aus Meridiandurchgangsbeobachtungen an einem Passageinstrument für eine exakte staatliche Standardzeit in Sachsen, z. B. für die Zwecke der Eisenbahn.

Es sind im wesentlichen LOHRMANN'S astronomische Arbeiten, die seinen Ruf seit eineinhalb Jahrhunderten begründet und erhalten haben. Arbeiten also, die aus Freizeit- und Nebentätigkeiten entstanden sind. Ebenfalls in seiner Freizeit übte er eine umfangreiche gesellschaftliche Tätigkeit auf mehreren wissenschaftlichen, ökonomischen und wissenschaftsorganisatorischen Gebieten aus. In seiner Eigenschaft als ordentliches Mitglied der „Ökonomischen Gesellschaft im Königreich Sachsen“ war er maßgeblich an der Gründung der „Technischen Bildungsanstalt Dresden“ im Jahre 1828 beteiligt. Er war bis zu seinem Tode ihr Vorsteher, zuletzt „mit direktorialen Befugnissen ausgestattet“. Aus der Anstalt ist 1961 die Technische Universität Dresden hervorgegangen.

Die TU ehrt ihren aktivsten Mitbegründer WILHELM GOTTHELF LOHRMANN dadurch, daß die Amtskette des Rektors sein Reliefporträt enthält und daß sie die astronomische Forschungseinrichtung ihrer Sektion Geodäsie und Kartographie durch den Traditionsnamen „Lohrmann-Observatorium“ auszeichnete.

Groß im Vergleich zu den genannten bleibenden Aktivitäten ist LOHRMANN'S hauptamtliches Schaffen. Von Beruf Architekt, wendete er sich bereits 1815 der Geodäsie zu und war zuerst Volontär der Kameralvermessungsanstalt, dann 1818 Conducteur, 1823 Revident und Inspektor und 1839 ihr Direktor. In diesen Funktionen hat er viele Arbeiten ausgeführt und angeleitet, die nicht nur den Astronomielehrer interessieren, sondern auch die Fachlehrer für Geschichte, Staatsbürgerkunde, Geographie und Physik.

Zu den Aufgaben der Kameralvermessung gehörte die Schaffung einer topographischen und einer geognostischen Karte von Sachsen. Auch der Entwurf, die Absteckung und Bauüberwachung der Hauptlinien der sächsischen Eisenbahnlinien von Dresden aus war ein Betätigungsfeld für LOHRMANN, auf dem er seine Fähigkeiten als Vermessungsingenieur voll entfalten konnte. Bei der Festlegung der Trassen für die Strecken Dresden – Leipzig und Dresden – Görlitz/Zittau war die Überwindung der Höhenunterschiede aus dem Elbtal bis auf die Höhe von Klotzsche bzw. bis oberhalb Meißen bei der damals geringen Zugkraft der Lokomotiven ein großes Problem. Der Aufstieg nach Klotzsche sollte über ein Seil mit einer am höchsten Punkt fest montierten Dampfmaschine gemeistert werden.

Über alle diese hier nur andeutungsweise angesprochenen Dinge wird von ARTHUR WEICHOLD vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Verhältnisse des vorigen Jahrhunderts plastisch, genau und umfassend berichtet. Dabei ist die LOHRMANN-Biographie der roten Faden, aber sie ist immer eingebettet in das gesellschaftliche Umfeld. Für jeden, der sich ein genaues Bild über Details der technischen und gesellschaftlichen Entwicklung im Land Sachsen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts machen will, wird WEICHOLD'S LOHRMANN-Biographie eine ergiebige Fundgrube sein.

KLAUS-GUNTER STEINERT

# A

## Anekdoten

### Beharrlichkeit führt zum Ziel

Bekanntlich verfügen alle auf dem Gebiete der visuellen Entdeckung von Kometen erfolgreichen Astronomen über eine beispiellose Beharrlichkeit.

Eine Statistik des englischen Amateurastronomen D. ALCOCK weist aus, daß er für die Entdeckung der drei Kometen 1951 e, 1959 f und 1963 b insgesamt 697 Stunden zielgerichteten Suchens aufwenden mußte. Kurios ist dabei, daß seine Bemühungen zunächst sechs Jahre lang ergebnislos waren und er dann 1959 gleich zwei Kometen in einer Woche finden konnte.

Die staatliche Sternwarte Skalnaté Pleso (ČSSR), die ihr Kometenprogramm sehr erfolgreich bestritt, verweist auf 300 Stunden Himmelsbeobachtung pro Entdeckung.

Um so mehr besticht die Bescheidenheit WILHELM TEMPELS, der außerhalb seiner deutschen Heimat in Italien und Frankreich als Astronom arbeitete und auf nicht weniger als 20 Kometenentdeckungen verweisen kann.

Als ihm der Humboldt-Verein Ebersbach (Oberlausitz), dessen Ehrenmitglied er war, in einem Brief zu seinen Erfolgen gratulierte, antwortete er: „Ich danke für Ihre und der Mitglieder Wünsche wegen meiner Kometenentdeckungen. Doch ist dies kein großes Verdienst. Man sucht mit einem guten Fernrohr an einem schönen Himmel und findet voila tout (dt.: das alles), das kann ein jeder.“

Das Zitat ist handschriftlichen Aufzeichnungen des Oberlausitzer Heimatforschers WERNER AUDERT entnommen.

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Erste scharfe Bilder der Umgebung des Kerns des Halleyschen Kometen sind im Institut für Kosmosforschung in Moskau nur zwei Tage nach dem Vorbeiflug der Sonde „Vega 1“ gelungen.

Aufnahme: ADN-ZB

**2. Umschlagseite** – Dieses Foto des Kometen Halley wurde am 10. 1. 1986 in Südspanien aufgenommen. Der Komet war zu diesem Zeitpunkt rund 200 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Das Bild zeigt als deutlich wahrnehmbares Phänomen einen Knick im Schweif.

Aufnahme: ADN-ZB/AP-Tele

**3. Umschlagseite** – Die Raumsonde „Voyager 2“ erreichte am 24. 1. 1986 mit 82 000 Kilometer Abstand die größte Annäherung an den Planeten Uranus. Am gleichen Tage entstand aus 36 000 Kilometer Entfernung dieses interessante Detailfoto des innersten Uranusmondes Miranda. Deutlich sind zwei unterschiedlich geartete Gebiete zu erkennen: Oben eine Hochlandregion, unten ein ebeneres Gelände. Der Durchmesser des großen Kraters unten rechts beträgt etwa 25 Kilometer.

Aufnahme: ADN-ZB/AFB-Tele

**4. Umschlagseite** – In der Nacht zum 14. 3. 1986 übermittelte die „Giotto“-Raumsonde rund 3500 Farbaufnahmen des Halleyschen Kometen zur Erde. Die Aufnahme zeigt die Umgebung des Kerns aus einer Entfernung von 1500 Kilometern.

Aufnahme: ADN-ZB/AP-Tele

# D

## Dokumentation

- Anzeige des Sachgebietes, in das die Veröffentlichung einzuordnen ist
  - Nennen des Verfassers und des Titels der Publikation
  - Orientierung zum Standort des Beitrages und über seine Beilagen (z. B. Anzahl der Literaturangaben)
  - Kurzinformationen über wesentlichen Inhalt des Artikels
- Zusammenstellung: ANNELORE MUSTER

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Raumfahrt

JÄHN, SIGMUND

#### Zum 25. Jahrestag des ersten bemannten Weltraumfluges

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 1, 2-4  
Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn nimmt den 25. Jahrestag des Weltraumfluges von Juri Gagarin zum Anlaß, um über sehr persönliche Erlebnisse und Erfahrungen während der Vorbereitung und Durchführung „seines“ Raumfluges zu berichten.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Methodik AU · Kommunistische Erziehung

STIER, JOACHIM

#### Politik im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 1, 18-20; 6 Lit.  
Die Astronomielehrer erhalten von einem erfahrenen Kollegen konkrete Hilfen, wie sie in ihrem Unterricht bei den Schülern Klarheit über das SDI-Programm erreichen können, um damit einen wirksamen Beitrag zur politischen Bildung und kommunistischen Erziehung zu leisten.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Raumfahrt

KLEINWACHTER, LUTZ

#### Kampf der UdSSR gegen die Militarisierung der Raumfahrt und des Weltraums

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 1, 6-8; 2 Lit.  
Die SU hat seit 1958 zahlreiche Vorschläge unterbreitet, die ihren beharrlichen Kampf gegen die Militarisierung des Weltraums belegen. Der Inhalt wichtiger Verträge, die 1963, 1967 und 1972 geschlossen wurden, wird kurz erläutert.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Leitungstätigkeit

BIENIOSCHEK, HORST

#### Zur Einführung eines neuen Lehrplans Astronomie

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 2, 26-28; 1 Lit.  
Der Beitrag geht auf die Weiterentwicklung des Astronomieunterrichts ein und informiert, worin die wesentlichen Veränderungen im neuen Lehrplan bestehen.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Raumfahrt

KUNZE, HARALD / ZICKLER, ACHIM

#### Die Haltung der UdSSR zur internationalen Raumfahrtkooperation

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 1, 18-12; 1 Tab.  
Der Leser erfährt viel Wissenswertes über die Organisation der Arbeit im Interkosmos-Programm und die Forschungsschwerpunkte besonders der bemannten Raumflüge. Am Beispiel Frankreichs und Indiens wird die Raumfahrtkooperation mit nichtsozialistischen Staaten dargestellt.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Philosophie

GEHLHAR, FRITZ

#### Kometen, Weltbild und weltanschauliche Auseinandersetzung

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 2, 28-30; 6 Lit.  
Historische Betrachtung der Kometendeutung und Kometenforschung, um bestimmte Weltbilder und weltanschauliche Auseinandersetzungen einer Zeit besser zu verstehen.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Philosophie

HAGER, NINA

#### Zum Verhältnis von Mensch und Kosmos in der wissenschaftlich-technischen Revolution

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 1, 12-15; 8 Lit.  
Es werden die Veränderungen im Verhältnis Mensch - Kosmos seit der Entstehung der Menschheit beschrieben. In der wissenschaftlich-technischen Revolution wird dieses Verhältnis von der Naturbeherrschung und Technikentwicklung bestimmt, die sich unter konkreten gesellschaftlichen Bedingungen vollziehen.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Fachwissenschaft · Planeten

REICHSTEIN, MANFRED

#### Jupiter und seine Begleiter (II)

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 2, 30 und 43-44; 1 Abb., 1 Tab.  
Fortsetzung des Beitrages aus Heft 5/1985 dieser Zeitschrift. Es werden die Trojaner, ihre besonderen Eigenschaften und Beziehungen zum Jupitersystem beschrieben. Weiterhin wird die Frage erörtert, ob die Zwergsatelliten Jupiters eingefangene Asteroiden sein können.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

#### Raumfahrt

NAUMANN, HANS-DIETER

#### Entwicklung und Zukunft der Raumstationen

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 1, 15-18; 5 Lit.  
Der Autor gibt zunächst einen Abriss der bisherigen Entwicklung bemannter Orbitalstationen. Er beschreibt dann die technischen Prinzipien von Modularstationen, die mit großer Wahrscheinlichkeit die Raumstationen der Zukunft sein werden.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

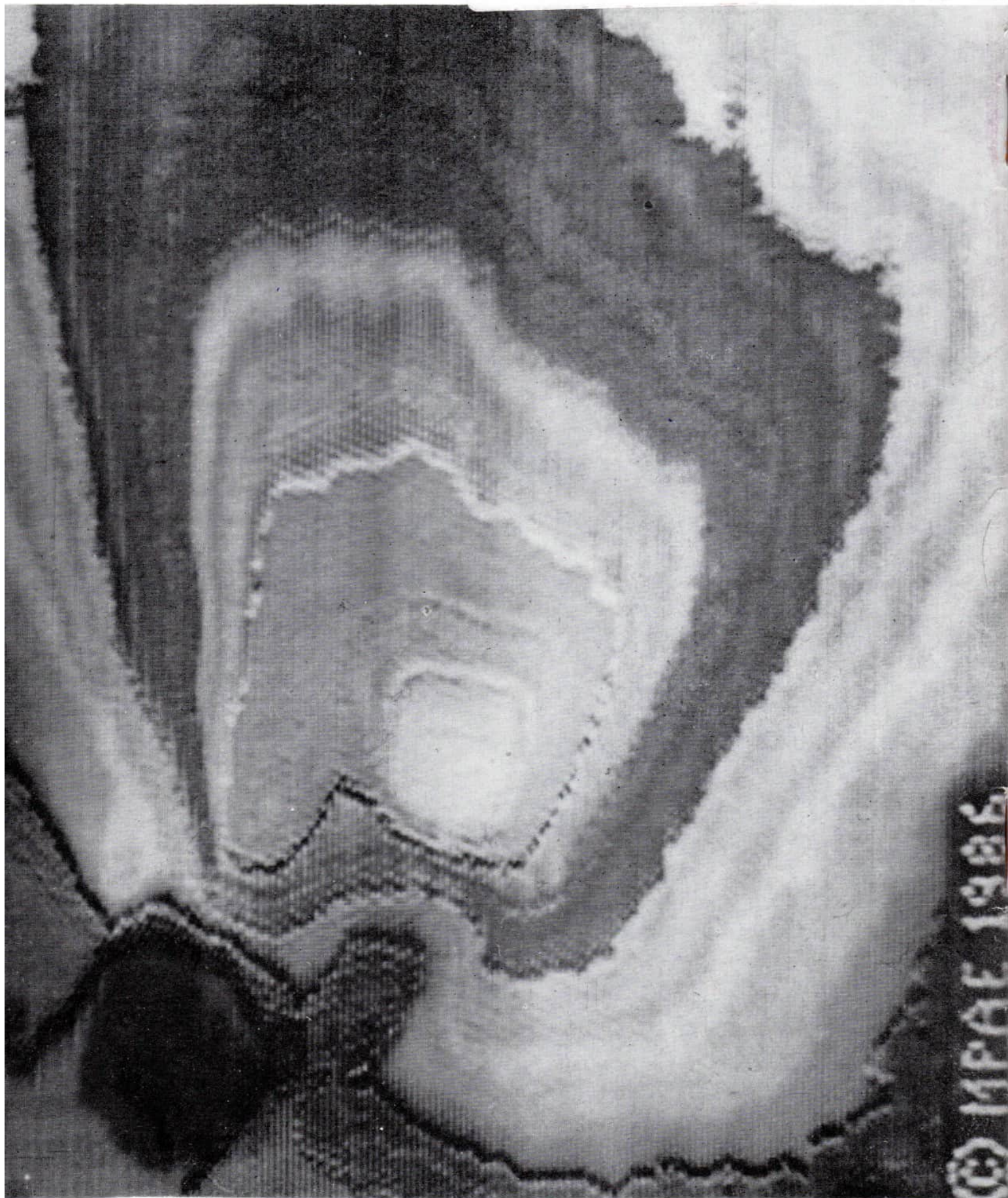
#### Leitungstätigkeit

MINISTERIUM FÜR VOLKSBILDUNG

#### Lehrplan Astronomie Klasse 10

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 2, 31-34 und 39-42  
Vollständiger Wortlaut des ab 1. September 1987 gültigen Lehrplans Astronomie Klasse 10 für den Unterricht in der zehnklassigen allgemeinbildenden Oberschule.







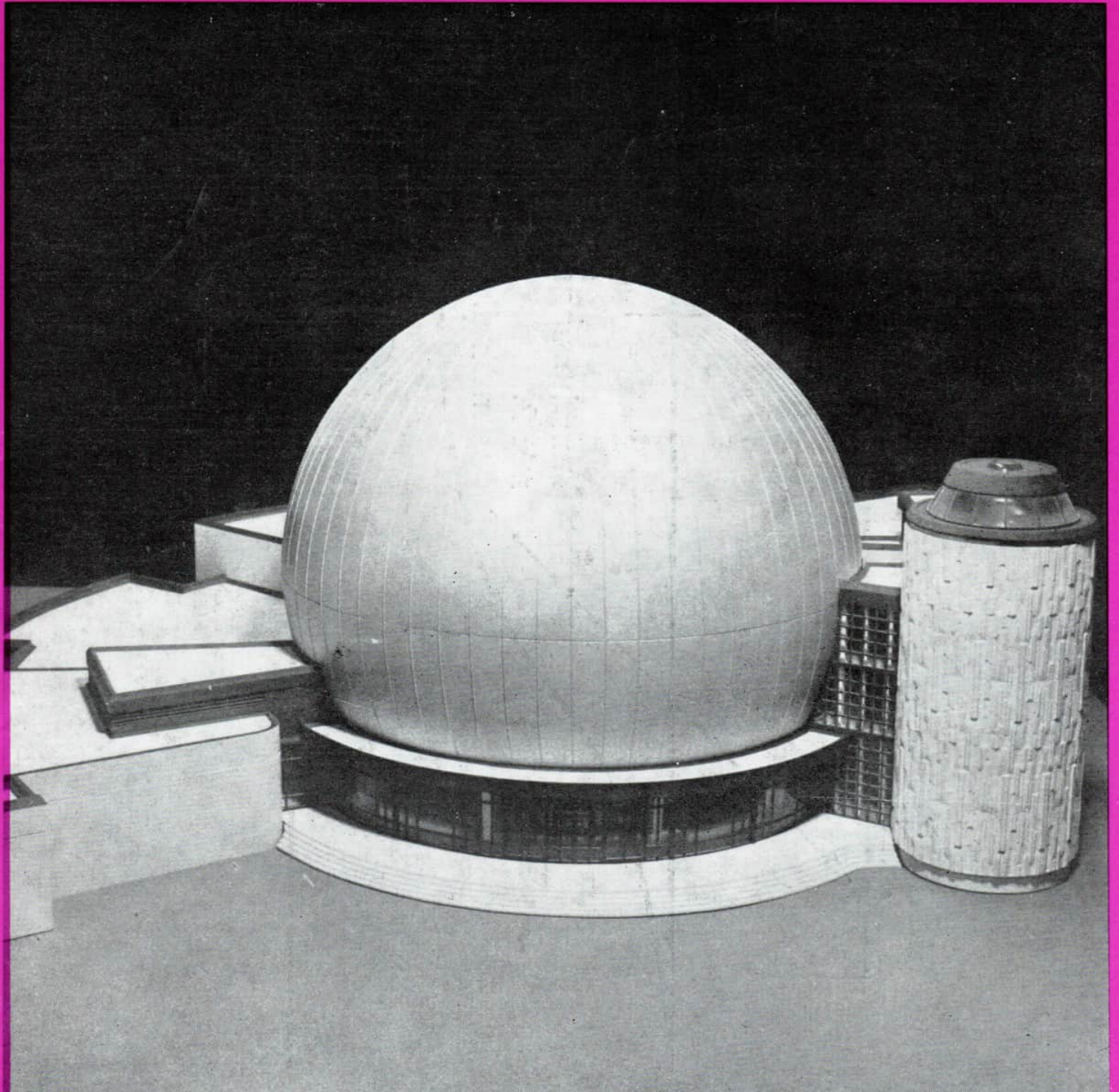
# ASTRONOMIE

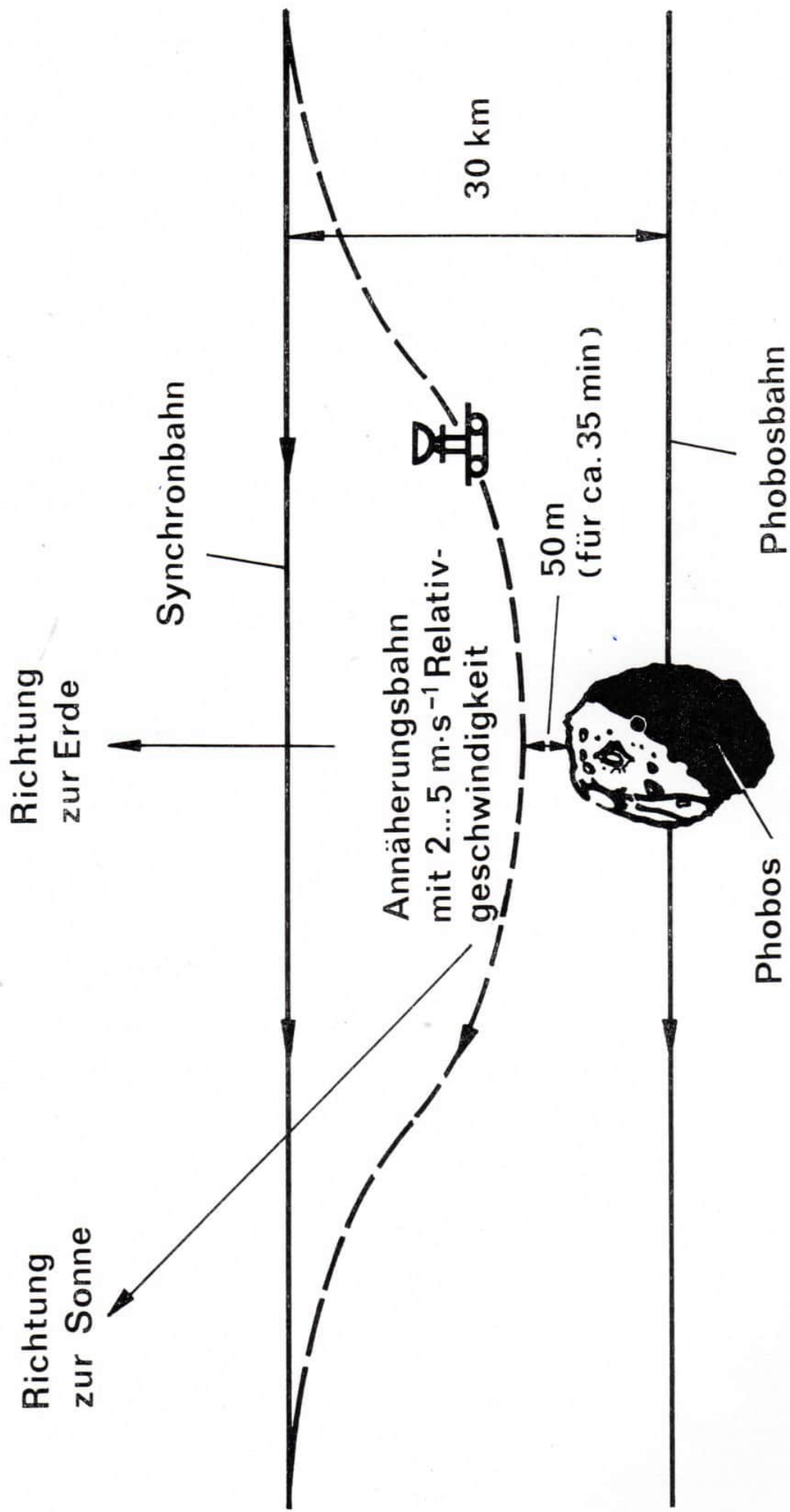
## 4

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1986  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





## Inhalt

### ● Das aktuelle Thema

K.-U. KOCH: Zu einigen ausgewählten Grundfragen der Strategie des XI. Parteitages der SED in der neuen Etappe der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR . . . . . 74

### ● Astronomie und Raumfahrt

M. REICHSTEIN: Jupiter und seine Begleiter (III) . . . . . 77  
H.-D. NAUMANN: Die Raumsonden-Mission PHOBOS — ein Beispiel friedlicher Kosmoskooperation . . . . . 79

### ● Unterricht

W. VIETZE: Zur Behandlung des Hertzsprung-Russell-Diagramms im Astronomieunterricht . . . . . 81  
R. SCHÖFT: Zur Festigung im Astronomieunterricht . . . . . 83  
R. PFISTERER: Zur Gestaltung fakultativer Kurse im Hinblick auf die Entwicklung jedes Schülers . . . . . 85

### ● Forum

E. WEIDNER; H. KRIEG; H. GABLER; H. G. CALSOW: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde . . . . . 86

### ● Beobachtung

K. LINDNER: Zum Merkurdurchgang am 13. November 1986 . . . . . 88  
H. J. NITSCHMANN: Totale Mondfinsternis am 17. Oktober 1986 . . . . . 89

### ● Kurz berichtet

Wissenswertes . . . . . 89  
Schülerfragen . . . . . 93  
Zeitschriftenschau . . . . . 93  
Rezensionen . . . . . 94  
Anekdoten . . . . . 95

### ● Abbildungen

Umschlagseiten . . . . . 95

### ● Dokumentation (A. MUSTER)

### ● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 4

Redaktionsschluß: 16. Juni 1986

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 18. August 1986

## Из содержания

K.-У. КОХ: По некоторым избранным основным вопросам стратегии XIго съезда СЕПК в современном этапе построения развитого социалистического общества в ГДР . . . . . 74  
Р. РЕЙХШТЕЙН: Юпитер и его спутники (III) . . . . . 77  
Х.-Д. НАУМАНН: Космические зонды миссии «Фобос» — пример мирного сотрудничества в космосе . . . . . 79  
В. ФИЦЕ: Трактовка диаграммы Герцшпрунга-Рессела при изучении астрономии . . . . . 81

## From the Contents

K.-U. KOCH: Some Selected Fundamental Questions of the XIth Socialist Unity Party's Congress' Strategy within the Present Period of Establishing the Developed Socialist Society in GDR . . . . . 74  
R. REICHSTEIN: Jupiter and its Satellites (III) . . . . . 77  
H.-D. NAUMANN: Space Crafts for the PHOBOS Mission as an Example of Peaceful Cooperation in Space . . . . . 79  
W. VIETZE: Teaching Hertzsprung-Russell-Diagram in Astronomy Instruction . . . . . 81

## En Résumé

K.-U. KOCH: De quelques idées dominantes de la stratégie du XIe Congrès du Parti Socialiste Unifié d'Allemagne pour la nouvelle étape de la formation d'une société socialiste développée en R. D. A. . . . . 74  
R. REICHSTEIN: Le Jupiter et ses satellites (III) . . . . . 77  
H.-D. NAUMANN: La mission PHOBOS — le modèle d'une coopération cosmique pacifique . . . . . 79  
W. VIETZE: La présentation du diagramme de Hertzsprung-Russell dans l'enseignement astronomique . . . . . 81

## Del Continido

K.-U. KOCH: A unos preguntas fundamentales de la estrategia del 11º congreso de PSUA en la nueva etapa de la formación de la sociedad socialista desarrollada . . . . . 74  
R. REICHSTEIN: Jupiter y sus acompañantes (III) . . . . . 77  
H.-D. NAUMANN: La sonda del universo — Misión PHOBOS — un ejemplo de la cooperación pacífica en el universo . . . . . 79  
W. VIETZE: A la tratamiento del Hertzsprung-Russell-Diagrama en la clase de la astronomía . . . . . 81

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 4

23. Jahrgang 1986

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1086 Berlin, Krausenstr. 50, Postfach 1213, Tel. 2 04 30, Postscheckkonto: Berlin 132 626

### Anschrift der Redaktion:

8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Tel. 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Doz. Dr. sc. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-1193-5 Liz. 1488

### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu entnehmen. — Bestellungen werden in der DDR von der Deutschen Post entgegengenommen. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)  
ISSN 0004-6310

## Zu einigen ausgewählten Grundfragen der Strategie des XI. Parteitages der SED in der neuen Etappe der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR

Der XI. Parteitag der SED war ein herausragendes Ereignis in der Geschichte der SED und der DDR. Er zog eine eindrucksvolle Bilanz über den seit dem VIII. Parteitag im Jahre 1971 erfolgreich zurückgelegten Weg und vermittelte allen Bürgern ein klares Bild über die Entwicklungskonzeption der SED zur weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR. Die in den vergangenen 15 Jahren erreichten Ergebnisse bestätigen nachdrücklich, daß sich die *strategische Orientierung der SED*, durch den Kurs der *Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik den Sozialismus allseitig zu stärken und damit den entscheidenden Beitrag im Kampf um die Erhaltung und Sicherung des Friedens zu leisten, im Leben vollauf bewährt hat*. Diese Strategie, die von den Werktätigen einmütig gebilligt und durch wachsende Leistungen in die Tat umgesetzt wird, bleibt, wie der XI. Parteitag der SED beschloß, auch in Zukunft die Generallinie der Partei. Sie bildet nicht nur die Basis für die weitere kontinuierliche und dynamische Entwicklung der sozialistischen Gesellschaft in der DDR, sondern ist zugleich Ausdruck des historischen Optimismus, mit dem Partei und Volk an die Lösung der anspruchsvollen Aufgaben in den kommenden Jahren herangehen.

Der XI. Parteitag stellte fest, daß die SED Wort gehalten hat und ihr Programm systematisch Punkt für Punkt erfüllt. Die erreichten Erfolge liegen nicht zuletzt in der Fähigkeit der Partei begründet, ihre Strategie entsprechend den sich wandelnden inneren und äußeren Bedingungen bei der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft schöpferisch weiterzuführen und kontinuierlich zu verwirklichen. Gerade auch angesichts der wachsenden Herausforderungen der Zeit erwies sich das vom IX. Parteitag der SED verabschiedete Parteiprogramm als eine solide und tragfähige Plattform für die *Weiterführung der sozialistischen Revolution in der DDR*. Auf seiner Grundlage leitete die SED mit den *Beschlüssen des XI. Parteitages* einen *qualitativ neuen Abschnitt* bei der *Verwirklichung ihrer Gesellschaftskonzeption* ein.

Die kontinuierliche und dynamische Entwicklung des Sozialismus auf deutschem Boden besitzt in der internationalen Klassenaueinandersetzung der Gegenwart um die Friedenssicherung ein bedeutendes Gewicht. Augenscheinlicher Beweis für die

Wertschätzung des dazu von der DDR erbrachten Beitrages und für den geachteten Platz, den die SED in der kommunistischen und internationalen Arbeiterbewegung einnimmt, war die Teilnahme der Delegation der KPdSU unter Leitung MICHAEL GORBATSCHOWS und von weiteren 142 ausländischen Delegationen am XI. Parteitag. Die Teilnahme des Generalsekretärs der KPdSU an den Beratungen des XI. Parteitages der SED und sein Besuch in der DDR unterstrichen nachdrücklich: *Zwischen der KPdSU und der SED, zwischen der UdSSR und der DDR besteht vollständige Übereinstimmung in allen politischen Grundfragen.*

Völlige Einmütigkeit charakterisierte das Herangehen beider Parteien und Staaten an die elementarste Frage der Gegenwart – den *Kampf um die Erhaltung und Sicherung des Friedens*. Das vom XXVII. Parteitag der KPdSU entwickelte und auf dem Forum des XI. Parteitages der SED mit weitreichenden neuen Vorschlägen fortgeschriebene Friedensprogramm findet die ungeteilte Unterstützung aller Staaten der sozialistischen Gemeinschaft. Die in Berlin von MICHAEL GORBATSCHOW unterbreiteten neuen Vorschläge machen deutlich, daß die Sowjetunion und ihre Verbündeten unbeirrt und beharrlich den sachlichen und ergebnisorientierten Dialog mit allen Kräften suchen, die sich dem Konfrontationskurs der aggressivsten imperialistischen Kreise der USA und der NATO widersetzen und in der Friedensfrage eine realistische Position einnehmen. Diese Vorschläge zeugen von der Fähigkeit des Sozialismus, auf die menscheitsbewegenden Fragen der Gegenwart eine wissenschaftlich fundierte, realistische und optimistische Antwort zu geben. Sie sind zugleich Ausdruck der flexiblen und elastischen Politik der sozialistischen Staatengemeinschaft im Interesse der Friedenserhaltung.

Der Kampf für eine Welt des Friedens und gegen die nukleare Bedrohung als der grundlegenden Herausforderung der Zeit verbindet sich für die sozialistischen Bruderländer unmittelbar mit der Aufgabe, die *Vorzüge der sozialistischen Gesellschaftsordnung vollständiger zu nutzen, den wissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen und sozialen Fortschritt zu beschleunigen und die sozialistische Lebensweise zu vervollkommen*. Weil der Erfolg im Kampf um die Erhaltung des Friedens entschei-

dend von der allseitigen Stärkung des Sozialismus in jedem einzelnen Land und von der höheren internationalen Ausstrahlungskraft der sozialistischen Gemeinschaft insgesamt abhängt, bekräftigte der XI. Parteitag der SED die bewährte Strategie, durch die *Fortsetzung des Kurses der Hauptaufgabe in der Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik den größtmöglichen Beitrag zur kontinuierlichen Ausgestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR und damit zur Sicherung des Friedens zu leisten*. Auf der Grundlage der bei der umfassenden Intensivierung der Volkswirtschaft erzielten Ergebnisse setzte der Parteitag mit der Feststellung, daß das Erreichte noch nicht das Erreichbare ist, hohe Maßstäbe für die Bewältigung der neuen, anspruchsvollen Anforderungen.

Die Hauptlinien der ökonomischen Strategie der SED, deren Wesen und Inhalt im 10-Punkte-Programm des XI. Parteitages verankert wurden, sind durch ein übergreifendes Generalthema charakterisiert: die immer engere Verbindung von Produktion und Wissenschaft. Damit wurde durch den XI. Parteitag der SED bei der Lösung der Aufgabe, die Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution mit den Vorzügen des Sozialismus zu verbinden, eine *neue Etappe der Verwirklichung der ökonomischen Strategie der Partei* eingeleitet. Dies zeigt sich unter anderem

- in den mit der Meisterung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts verbundenen Aufgaben, deren Lösung, wie schon heute absehbar, mit einem tiefgehenden Umbruch in der Entwicklung der Produktivkräfte und der gesellschaftlichen Beziehungen insgesamt verbunden ist;
- in einer grundlegenden technologischen Umwälzung, die in den kommenden Jahren die gesamte Volkswirtschaft der DDR erfassen wird und die insbesondere durch die sprunghafte Weiterentwicklung der Schlüsseltechnologien geprägt ist;
- in der Weiterführung der *Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik* durch die weitere umfassende Intensivierung der Volkswirtschaft der DDR in einer neuen Etappe der wissenschaftlich-technischen Revolution;
- in dem wachsenden Stellenwert, den der friedliche ökonomische Wettstreit zwischen Kapitalismus und Sozialismus in der internationalen Klassenauseinandersetzung der beiden Systeme gewinnt.

Angesichts der sich wandelnden inneren und äußeren Bedingungen stellt die Entscheidung des XI. Parteitages der SED, die Strategie der Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik konsequent fortzusetzen, eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Damit gewinnt die Verwirklichung der Wirtschaftsstrategie der SED eine neue Dimension, wird doch die internationale Attraktivität des Sozialismus zunehmend

durch seine Fähigkeit bestimmt, die aus der wissenschaftlich-technischen Revolution erwachsenden Anforderungen im Interesse der Menschen und mit den Menschen zu bewältigen. Deshalb stellen gesicherte Vollbeschäftigung, der erreichte hohe Lebensstandard, soziale Sicherheit und Geborgenheit, gleiche Bildungschancen für alle Leistungen dar, die die reale Lebensqualität der Bürger der DDR prägen. Diese Leistungen dokumentieren zugleich vor aller Welt, daß der Sozialismus bei der Meisterung der wissenschaftlich-technischen Revolution einen prinzipiell anderen Weg als der Kapitalismus beschreitet, der vor allem durch die untrennbare Verbindung von wissenschaftlich-technischem und sozialem Fortschritt für alle Werktätigen gekennzeichnet ist. Gerade die Frage, wer die mit der wissenschaftlich-technischen Revolution verbundenen gesellschaftlichen, insbesondere die sozialen Probleme zum Wohle der Menschen zu lösen vermag, erweist sich immer mehr als die Schlüsselfrage in der internationalen Klassenauseinandersetzung der Gegenwart.

Deshalb bestimmte der XI. Parteitag der SED in einer Zeit, da die Erkenntnis immer mehr Platz greift, daß der Krieg kein Mittel der historischen Auseinandersetzung zwischen Kapitalismus und Sozialismus sein kann, die *Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik zum Hauptkampffeld der Partei*. Die Politik der Hauptaufgabe bleibt der stabile Kurs der SED,

- weil sich in ihr die volle Ausschöpfung aller Vorzüge und Triebkräfte der sozialistischen Gesellschaft auf das engste mit dem Kampf um einen sicheren Frieden verbindet;
- weil sie selbst eine unverzichtbare Triebkraft des Sozialismus darstellt;
- weil sie das Vertrauensverhältnis zwischen Partei und Volk vertieft;
- weil durch sie der Grundsatz – alles zum Wohle des Volkes, alles für das Glück des Menschen – für jeden Bürger täglich besser und spürbarer verwirklicht wird.

Mit der Verwirklichung der ökonomischen Strategie der SED reifen heute Voraussetzungen heran, die Stellung der Werktätigen im Produktionsprozeß zu verändern, ihnen interessantere, schöpferische Aufgaben zu übertragen und ihre Arbeitsbedingungen immer günstiger zu gestalten. Auf dem Wege der sozialistischen Rationalisierung wird durch die Anwendung moderner Schlüsseltechnologien, durch die rechnergestützte Konstruktion, Projektierung, technologische Vorbereitung und Durchführung der Produktion die Arbeit Hunderttausender von Menschen um ein mehrfaches produktiver. Die Produktivität menschlicher Arbeit bildet eine im Prinzip unerschöpfliche Quelle des durch die ökonomische Strategie der SED angestrebten weitergehenden kontinuierlichen und dynamischen Leistungsanstiegs. Dabei beeinflussen

die Wechselbeziehungen zwischen dem ökonomischen und den anderen Bereichen, an erster Stelle die gegenseitige Durchdringung von Wissenschaft und Produktion, das Wirtschaftswachstum immer stärker. In diesen sich vertiefenden Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Bereichen der sozialistischen Gesellschaft üben auch das *sozialistische Bildungswesen* und *seine weitere Entwicklung* einen großen Einfluß auf die Wirtschaft aus. Ebenso leiten sich umgekehrt aus dem Fortschritt der modernen Produktivkräfte höhere Anforderungen an die Bildung und Weiterbildung ab.

Hierin wird die Dialektik der gesellschaftlichen Entwicklung deutlich: *Die sich mit der Weiterführung der sozialistischen Revolution in der DDR vollziehenden weitreichenden Prozesse der inhaltlichen Ausgestaltung des Bildungswesens bilden eine markante Seite der vom XI. Parteitag gestellten Aufgabe, die Vorzüge des Sozialismus noch wirksamer mit den Errungenschaften der wissenschaftlich-technischen Revolution zu verbinden.* Durch die inhaltliche Ausgestaltung des sozialistischen Bildungswesens werden sowohl dessen Potenzen für die weitere Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft immer umfassender erschlossen als auch das einheitliche sozialistische Bildungssystem als ein wesentlicher Vorzug des Sozialismus selbst ausgebaut und weiterentwickelt. Im Erfassen dieses grundlegenden Zusammenhangs liegt der Schlüssel für ein wirklich tiefgreifendes Verständnis der vom XI. Parteitag der SED beschlossenen schulpolitischen Orientierung, für das schöpferische Herangehen an die Auswertung und an die Umsetzung seiner Beschlüsse im Bereich der Volksbildung.

Der XI. Parteitag der SED betonte, daß bei der Ausarbeitung der Konsequenzen für die Bildung und Erziehung stets die Gesamtheit der Erfordernisse zu beachten ist, die sich aus der Entwicklung der Produktion und Wissenschaft, des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, der sozialistischen Demokratie und der Entfaltung des geistig-kulturellen Lebens ergeben. Die sozialistische Gesellschaft wird um so reicher, je reicher sich die Individualität ihrer Mitglieder entfaltet. Deshalb braucht der Sozialismus alle schöpferischen Fähigkeiten und Begabungen, benötigt massenhaft allseitig gebildete, talentierte Persönlichkeiten und bringt sie hervor. Letztlich konzentriert sich die inhaltliche Ausgestaltung des sozialistischen Bildungswesens auf die Lösung der Frage, *wie der Mensch aussehen, über welches Wissen er verfügen, welche politischen und weltanschaulichen Überzeugungen, moralischen und charakterlichen Eigenschaften und welche Persönlichkeitsqualitäten er besitzen muß, um im qualitativ neuen Abschnitt der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft den wachsenden Anforderungen gerecht werden zu können.*

Die dafür notwendige Bildungsstrategie hat der XI. Parteitag der SED in Fortführung der auf der Erfurter Konferenz des Ministeriums für Volksbildung „Die Schulpolitik der SED und die wachsenden Anforderungen an den Lehrer und die Lehrerbildung“ gewonnenen Erkenntnisse ausgearbeitet und bis weit in die neunziger Jahre abgesteckt. Das tiefe Verständnis dieser Strategie und ihre tagtägliche schöpferische Umsetzung durch eine intensive pädagogische Arbeit erfordert das konstruktive Mitdenken und Mittun, die Aktivität jedes Lehrers, jedes Erziehers und aller gesellschaftlichen Kräfte in jeder Einrichtung der Volksbildung.

Die zehnklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule steht als Kernstück des sozialistischen Bildungssystems im Prozeß seiner weiteren Ausgestaltung vor einer erneuten Bewährungsprobe. Diese Bewährungsprobe zu meistern, indem die Jugend systematisch auf das Leben, die Arbeit, den Beruf, auf die aktive Mitgestaltung der sozialistischen Gesellschaft vorbereitet wird, erfordert die volle Hinwendung zum Prozeß der Bildung und Erziehung in seiner Gesamtheit und dialektischen Einheit. Dabei kommt *der Festigkeit und Solidität des Wissens, der Befähigung zum selbständigen Wissenserwerb ebenso wachsende Bedeutung zu wie die Fragen der geistigen Aktivität der Schüler, der Ausbildung elementarer Denk- und Arbeitsweisen sowie der Liebe zur Wissenschaft, des Gesamtverhaltens der Jugend, ihrer klassenmäßigen Erziehung und der Ausprägung politisch-moralischer Haltungen an Gewicht gewinnen.* Die Grundlage für die Lösung dieser anspruchsvollen Aufgaben bilden die neuen Lehrpläne, deren Inhalt durch jeden Lehrer tiefgründig erschlossen und erziehungswirksam umgesetzt werden muß. Für die Vermittlung eines breiten, soliden und ausbaufähigen Fundamentes der Allgemeinbildung, für die Erziehung im Geiste der kommunistischen Weltanschauung und Moral sowie für die Ausprägung der Grundlagen allseitig entwickelter Persönlichkeiten trägt jeder Fachlehrer in seinem Unterricht eine hohe persönliche Verantwortung. Dieser Verantwortung stets besser gerecht zu werden, ist die sich aus den Beschlüssen des XI. Parteitages ergebende prinzipielle Schlußfolgerung für die Arbeit jedes Pädagogen. In ihr verbindet sich die Anerkennung für das bisher in Erziehung und Bildung Geleistete mit den *höheren Maßstäben an das Leistungsstreben und die persönliche Leistungsbereitschaft aller Lehrer und Erzieher.*

Unter dieser Sicht seien hier mit Blick auf den Astronomielehrer und seinen Fachunterricht zur Auswertung und Aneignung der Beschlüsse des XI. Parteitages der SED zwei Aspekte in die Diskussion eingebracht, die in den Pädagogenkollektiven im vollen Gange ist:

1. *Die ständig tiefere Ausschöpfung des weltan-*

schaulichen Gehalts jedes Unterrichtsfaches wird gerade in einer Zeit, da die sozialistischen Staaten und alle friedliebenden Kräfte für die Erhaltung des Weltfriedens, für eine Politik der Vernunft und des Realismus eintreten, zu einem Prüfstein für die Erziehungswirksamkeit des Astronomielehrers und seines Unterrichtes. Abgestimmt mit den anderen Fachlehrern, muß er mit den Möglichkeiten seines Faches die die Schüler bewegenden Fragen beantworten helfen und durch Einfühlsamkeit, Differenziertheit und Überzeugungskraft in der Argumentation das Denken und Handeln des Schülers selbst zu bewegen suchen.

2. Wie kaum ein anderes Fach vermag der Astronomieunterricht dem Schüler anschaulich und beweiskräftig den Wert von Wissenschaft und Technik sowie die Unterschiede in der Anwendung der Ergebnisse des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in den beiden sozialen Systemen nahezubringen. Wenn sich die Erziehung der Liebe zu Wissenschaft und Technik, zur schöpferischen Neugier, kritischen Phantasie, zu außergewöhnlichem Fleiß und kooperativer Arbeitsweise als eine grundlegende Konsequenz aus den Beschlüssen des XI. Parteitages der SED ableitet, so trägt bei deren Verwirklichung der Astronomielehrer seine besondere Verantwortung.

Bei der Lösung dieser und anderer Fragen, letztlich bei der Bewältigung der anspruchsvollen Aufgaben, die der XI. Parteitag der SED an die Volksbildung insgesamt gestellt hat, nimmt die Weiterbildung jedes Pädagogen eine Schlüsselstellung ein. Die systematische Vertiefung und Erneuerung des Wissens und Könnens, des gesamten Bildungs- und Kulturniveaus des Lehrers schließt in erster Linie dessen persönliche Bereitschaft zur Weiterbildung ein. Die Erarbeitung kollektiver Standpunkte zu vorhandenen Fragen, der Austausch notwendiger Informationen für eine erziehungswirksame politisch-ideologische Arbeit gewinnen dabei ebenso an Bedeutung wie die Schaffung einer solchen Atmosphäre, in der die Meinung jedes Lehrers gefragt ist, in der sein politisches Engagement gefördert und das Verständnis für die politischen Grundfragen der Zeit und für die Dialektik des Klassenkampfes ständig vertieft wird. Damit ist in jedem Pädagogenkollektiv die solide Grundlage für das lebendige politische Gespräch mit den Schülern aller Altersstufen gelegt, um sie mit der Bilanz und den Beschlüssen des XI. Parteitages der SED vertraut zu machen und ihnen überzeugende Antworten auf ihre Fragen zu geben.

Anschrift des Verfassers:

**Dr. KLAUS-UWE KOCH**

Zentralkomitee der Sozialistischen Einheitspartei  
Deutschlands, Abteilung Volksbildung  
Am Marx-Engels-Platz · Berlin · DDR · 1020

## Jupiter und seine Begleiter (III)

### Entdeckungsgeschichte und Beziehungen der GALILEischen Monde

Die vier großen Jupitermonde heißen die GALILEischen, weil sie zu den berühmten Erfolgserlebnissen dieses Astronomen bei einer seiner ersten teleskopischen Durchmusterungen des Himmels aus dem Jahre 1610 gehören. Doch fast gleichzeitig, um die Jahreswende 1609/10, wurde das erst kurz zuvor (1608) erfundene Teleskop auch von SIMON MARIUS, dem Hofastronomen des Markgrafen von Ansbach, auf Jupiter gerichtet und von ihm die gleiche Entdeckung gemacht. Vier Objekte, die sich deutlich nahe der Ebene der Ekliptik bewegten, tauchten im bunten Wechselspiel von wenigen Tagen mal links, mal rechts der Äquatorebene des Riesenplaneten auf. Die ersten Satelliten eines fremden Planeten waren entdeckt! Und mit der Zeit setzten sich neben der nüchternen Bezeichnung I bis IV auch die von MARIUS aus der Zeusmythologie entlehnten Namen „Io“ und „Europa“ für die beiden inneren sowie „Ganymed“ und „Kallisto“ für die ferneren Satelliten durch. Ihre wichtigsten Bahnparameter sowie ihre physikalischen Eigenschaften lassen sich der Tabelle 1 entnehmen. Aus ihr geht hervor, daß vor allem die drei inneren Satelliten sehr gut aufeinander abgestimmte Umlaufzeiten haben. Dies ist kein Zufall, sondern Ausdruck der enorm starken gegenseitigen gravitativen Beeinflussung der Monde untereinander, die sich in ihren Bahnen, bezogen auf ihre Massen, viel näher kommen als fast alle übrigen größeren Körper des Sonnensystems. Die durch solche gravitativen Störungen hervorgerufenen Gezeiteneffekte haben so starke Veränderungen auf Ganymeds beiden inneren Nachbarn Io und Europa bewirkt, daß deren Oberflächenmorphologie heute völlig vom normalen Bild der sonst von Einschlagkratern gezeichneten Satellitenkrusten abweicht. Mit diesen beiden Monden wollen wir uns daher gesondert beschäftigen.

### „Io“ – Schwefelvulkane und Fontänen

Von Io wußte man schon vor den Passagen der Voyager-Sonden, daß an ihr etwas nicht „normal“ war. H<sub>2</sub>O-Eis ließ sich nämlich aus ihren Reflexionsspektren im Gegensatz zu denen der anderen GALILEischen Monde nicht nachweisen, und außerdem schien sie ständig einen von ihr selbst ausgeschiedenen Plasma-Torus geringer Dichte mit Schwefel- und Sauerstoff-Ionen und deutlichen Natriumanteilen zu durchschürfen. Ein solches

Tabelle 1: Die vier GALILEischen Jupitermonde

Name	Durchmesser in km	Masse in kg	Mittlere Dichte in g/cm <sup>3</sup>	Abstand von Jupiter in km	Umlaufzeit in Tagen
Io	3 632	8,916 · 10 <sup>22</sup>	3,55	421 600	1,769
Europa	3 126	4,873 · 10 <sup>22</sup>	3,04	670 900	3,551
Ganymed	5 276	1,490 · 10 <sup>23</sup>	1,93	1 070 000	7,155
Kallisto	4 820	1,064 · 10 <sup>23</sup>	1,81	1 880 000	16,689

schlauchartiges Ringprofil einer dünnen Materieverteilung konnte man sich als Auswirkung eines intensiven Bombardements der Io-Oberfläche mit geladenen Teilchen der kräftigen Magnetosphäre Jupiters, deren Existenz ja schon länger bekannt war, ganz gut vorstellen, vor allem weil im Bahnbereich dieses Mondes die geladenen Teilchen noch synchron zur Jupiteroberfläche umlaufen.

Die allgemein akzeptierte Konzeption der frühen siebziger Jahre lief eigentlich auf die recht einfache Annahme hinaus, Jupiter habe am Ende der Akkretionsphase als Wirkung seiner Massenkontraktion vorübergehend das Stadium eines schwachen Infrarotstrahlers durchlaufen, dessen Strahlungsdosis gerade ausgereicht hat, den H<sub>2</sub>O-Anteil der Io-Oberfläche durch Verdunstung in den Weltraum zu befördern. Übriggeblieben sollte dabei ein dünner Salzbelag auf silikatischer Kruste sein, und dessen langsame Zerstörung besorge angeblich noch heute jener korpuskuläre Beschuß, den die zitierte kräftige Magnetosphäre Jupiters zu erzeugen vermag.

Dann kam der Vorbeiflug der Voyager-Sonde vom 5. März 1979, und alles war doch ein bißchen anders. Von einer Salzkruste aus Halogenen und Chloriden fehlte jede Spur. Aber auch von Einschlagkratern war bis unter die Kilometerdimension zur damals größten Überraschung fast aller Experten nichts zu sehen. Wohl aber gab es einzelne Ringstrukturen von zum Teil sogar mehreren 100 km Durchmesser, doch sie erwiesen sich alle als Albedofiguren, also als relieflose Helligkeitskontraste, erzeugt durch einen dünnen Belag damals noch unbekannter schwefelreicher Substanzen. Drei Tage später führte der Zufall zu einer Kette sensationeller Entdeckungen. Die Voyager-Sonde war schon wieder über 4 Millionen km von Jupiter entfernt, da entdeckte man an der Peripherie Ios ein nebulös sichelartiges Gebilde, welches sich als nichts anderes herausstellte, als der von der Seite gesehene Fächer oder Schirm fein zerstäubter Substanz, die aus vulkanischen Ventilen der Iokruste fontänenartig austretend bis in mehrere 100 km Höhe gelangt war, ehe sie zur Oberfläche zurücksank. Nun wußte man auch die Ringe der Albedofiguren als Belag solcher vulkanischer Auswürfe richtig zu deuten.

Der Vulkanismus Ios ist vor allem als reliefformendes Element im globalen Maßstab noch wesentlich

aktiver als der irdische, und zwar derart, daß die Geochemie und Morphologie seiner Kruste heute fast nur noch von den Auswirkungen dieses Massetransportes aus seinem Innern bestimmt werden.

Ein Vulkankomplex reiht sich an den anderen. Nicht selten krönen weite, kesselartige Einbrüche die meist relativ flachen Schildstrukturen, von denen annähernd radialstrahlige heiße Schmelzen aus sehr schwefelreichem Material abgeflossen sind. Als gasförmige Komponente wird vor allem das SO<sub>2</sub> aus zum Teil spaltenförmigen Schloten ausgespieen, wobei sich sehr hohe Austrittsgeschwindigkeiten des an mitgerissenen Schwefeltröpfchen reichen Gemischs von etwa 0,5 bis 1 km · s<sup>-1</sup> berechnen ließen.

Heute kann man bereits zwei verschiedene Vulkantypen unterscheiden. Der eine deutlich impulschwächere, welcher gleichzeitig der häufigere ist, fördert vor allem SO<sub>2</sub>, und zwar aus nicht allzu tief in der Kruste verborgenen Herden, die Temperaturen von „nur“ etwa 400 K erreicht haben sollen. Der andere Typ ist seltener, reagiert aber um so heftiger und basiert auf schwefelreichen Schmelzen, die in größerer Tiefe liegen und erst bei Temperaturen von über 700 K explosiv entgasen. Ihre Auswurfprodukte erreichen die größten Austrittsgeschwindigkeiten und damit auch die größten Höhen zwischen 200 und 300 km und bilden dunkle, rötlichbraune Niederschlagsringe bis zu 1000 km Durchmesser auf Ios Kruste. Die Kondensate der Ausbrüche vom ersten Vulkantyp sind dagegen heller, weißlich wirkend, und bilden kleinere Ringe, die vermutlich aus SO<sub>2</sub>-Schnee bestehen.

#### „Europa“ – ein Satellit mit wahrscheinlich sehr junger Eiskruste

Die Wissenschaft nimmt jetzt an, daß der innere Aufbau von Io und Europa relativ große Ähnlichkeiten aufweist. In beiden Fällen soll ein eisenreicher Kern unter 1000 km Durchmesser von silikatischen Substanzen ummantelt werden, die jeweils die Hauptmasse der Monde ausmachen. Der Hauptunterschied liegt in den oberflächennahen Schichten. Statt einer vom Schwefelvulkanismus geprägten Kruste ist beim Jupitermond Europa nur die Oberflächenmorphologie eines von gewaltigen Spalten durchzogenen Eispanzers zu sehen, die aber als bemerkenswertes Verwandtschafts-



merkmal zu Io ebenfalls fast keine Spuren von Einschlagkratern erkennen läßt.

Man geht heute davon aus, daß die Europa durch Gezeitenreibungskräfte, welche die Passagen ihrer Nachbarmonde Ganymed und Io im Schwerefeld Jupiters hervorrufen, ebenfalls eine gewisse Aufheizung ihrer Kruste erfahren hat, doch diese fiel wegen ihres um rund 250 000 km größeren Abstandes zum Jupiter erheblich geringer aus als bei Io. Sie soll daher maximal nur einen vergleichsweise mäßig aktiven Vulkanismus ausgelöst haben können, so daß durch die thermisch schwächer mobilisierten Kreislaufprozesse noch nicht alle leichtflüchtigen Stoffe, also vor allem das Wasser, in den Weltraum verdampfen konnten.

Es steht nun heute zur Diskussion, ob die deshalb auf Europa noch erhalten gebliebenen Eisozeane von mindestens einigen 10 km Dicke wenigstens von Zeit zu Zeit, vielleicht im Abstand von Millionen Jahren, ganz oder teilweise aufgeschmolzen werden, um einen durch Wärmeleitung sonst nicht abführbaren angestauten Wärmeüberschuß über Konvektionsprozesse freisetzen zu können. Solche Vorstellungen gelten zwar zur Zeit noch als sehr hypothetisch, bieten sich aber als eine der bisher besten Erklärungsmöglichkeiten für das jugendliche, das heißt extrem einschlagkraterarme Krustenrelief der Europa an. Es läßt sich aber andererseits auch nicht ausschließen, daß wir in den zahlreichen dunklen Flecken, die das globale Spaltennetz der Europa überlagern, Anzeichen eines kontinuierlicheren aktiven Schlamm-Eis-Vulkanismus vor uns haben, durch den schubweise leichtflüchtige Stoffe über die Oberfläche verteilt werden, die im Laufe langer Zeiträume zu Schichten von vielleicht über 10 m oder sogar örtlich über einige 100 m anwachsen können, was ebenfalls zu einer Verdeckung alter Einschlagkraterlandschaften führen würde.

Das derzeitige unentschiedene Nebeneinanderbestehen beider Arbeitshypothesen zeigt nur an, wie dringend die Planetologen noch detailreichere Aufnahmen von der Oberfläche dieses interessanten Jupitermondes für ihre Grundlagenforschungen, die auch Rückschlüsse auf die Erdgeschichte zulassen, brauchen.

Anschrift des Verfassers:  
Dozent Dr. MANFRED REICHSTEIN  
Martin-Luther-Universität  
Sektion Geographie  
Domstraße 5  
Halle  
DDR - 4020

#### Vorschau auf das Heft 5/1986

Astronomische Bildung für alle Heranwachsenden – 40 Jahre demokratische Schulreform – Zur Arbeit in fakultativen Kursen Astronomie und Raumfahrt – Neue Erkenntnisse über den Kometen Halley – Einige Eigenschaften zirkumstellarer Hüllen – Inhaltliche Schwerpunkte bei der Behandlung kosmischer Entwicklungsprozesse

## Die Raumsonden-Mission PHOBOS – ein Beispiel friedlicher Kosmoskooperation

Nach den erfolgreichen Venus-Halley-Missionen VEGA 1 und 2 stehen in der Sowjetunion für die zweite Hälfte der 80er Jahre und die erste Hälfte der 90er Jahre weitere interplanetare Raumflugunternehmen auf dem Programm, die sowohl hinsichtlich der Missionsziele als auch der Projektrealisierung eine unmittelbare Fortführung des VEGA-Projektes sind:

- Mit dem Projekt PHOBOS soll in den Jahren 1988/89 ein umfangreiches Forschungsprogramm im interplanetaren Raum sowie im Marsbereich realisiert werden.
- Mit dem Projekt VESTA sollen 1991 zwei Venus- (oder auch Mars-) Asteroiden-Sonden gestartet werden, von denen eine ein Landegerät auf dem Asteroiden Vesta absetzen soll, während die zweite Sonde nach der Planetenpassage einen anderen Asteroiden ansteuern wird.

Während das VESTA-Projekt noch in der Definitionsphase liegt, befindet sich die PHOBOS-Mission bereits in der unmittelbaren Vorbereitung.

#### Bisher größtes Kooperationsvorhaben

Das PHOBOS-Projekt ist die anspruchsvollste interplanetare Raumflugmission der zweiten Hälfte der 80er Jahre. Zu ihren herausragenden Aspekten gehören nicht nur die komplizierten bahnmechanischen Manöver, insbesondere das Annäherungsmanöver an den Marsmond Phobos bis auf etwa 50 m Nahdistanz, sondern vor allem der Tatbestand, daß das Projekt auf der Basis einer bisher noch nie dagewesenen internationalen Kooperation bei der friedlichen Erforschung des Welt-raumes realisiert wird. Das PHOBOS-Projekt ist damit hochgradig politisch motiviert.

Zu den Kooperationspartnern der Sowjetunion bei der wissenschaftlichen Instrumentierung gehören 11 Partner, neben der DDR, VRP, UVR, VRB und ČSSR aus den RGW-Ländern Frankreich, Österreich, Schweden, Finnland, BRD-Institute sowie die westeuropäische Raumfahrtorganisation ESA.

Die je Sonde vorgesehenen 22 Experimente verteilen sich auf 4 Schwerpunkte:

1. Physik des interplanetaren Raumes
2. Sonnenphysikalische Forschungen
3. Erforschung des Mars
4. Erforschung des Marsatelliten Phobos

Vorgesehen ist ferner ein hochenergieastrophysi-

kalisches Experiment VG S/LILAS zur Beobachtung kosmischer Gamma-Bursts in den Bereichen 0,1... 10 MeV und 3 keV ... 1 MeV.

Die DDR ist an dem Gesamtunternehmen mit 3 instrumentellen Beiträgen beteiligt, die die Bildgewinnungstechnik von Mars und Phobos, die Laser-Massenspektroskopie der Phobos-Materie sowie ein Magnetometerexperiment betreffen.

### Die Schwerpunkte des Forschungsprogramms

Während des rund 200tägigen Transfers in den Marsbereich führen die PHOBOS-Raumsonden ein umfangreiches Programm sonnen- und raumorientierter Forschungen durch. Schwerpunkte betreffen die weitere Untersuchung des Sonnenwindes, Untersuchung und stereoskopische Abbildung großräumiger Strukturen der Korona und der oberen Chromosphäre einschließlich ihrer Dynamik und anderer Aktivitäten. Geplant sind ferner Experimente zur Messung der solaren UV- und Röntgenstrahlung, des von der Sonne kommenden Plasmastromes sowie der solaren Oszillationen und solarer Flares.

Die wissenschaftlich interessanteste und raumfahrttechnisch anspruchsvollste Phase des Unternehmens ist die rund 260 Tage währende Operation im unmittelbaren Marsbereich. Die Forschungszielstellungen konzentrieren sich dabei auf folgende Schwerpunkte.

#### 1. Für den Mars:

- Plasma- und Magnetfelduntersuchungen in der Magnetosphäre,
- Bestimmung von Dichte sowie zeitlicher und räumlicher Dynamik der Ionosphäre,
- Untersuchung von Zusammensetzung, Dichte, Temperatur und Dynamik der Marsatmosphäre,
- Bestimmung der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung sowie der Struktur der Marsoberfläche einschließlich des Nachweises gebundenen Wassers,
- thermische, radiometrische und optische Erfassung der Oberfläche.

#### 2. Für den Marssatelliten Phobos:

- Genaue Erfassung der Bahnbewegung,
- Untersuchung der inneren Struktur,
- Untersuchung der Oberflächenmorphologie und -eigenschaften sowie Kartierung der Oberfläche,
- Untersuchung der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung.

#### Hauptziel Phobos

Das Hauptziel der Mission ist die Untersuchung des Marssatelliten Phobos und möglicherweise auch Deimos mit Hilfe der zweiten Sonde, wenn die Experimente mit der ersten am Phobos voll gelingen. Dabei ist das hohe Risiko des Annäherungsmanövers an den Marssatelliten zu beachten. Die beiden Marssatelliten gehören zu den kleinsten Objekten des Sonnensystems und wurden relativ spät entdeckt (1877 HALL). Es sind ihrer Masse nach relativ unbedeutende Himmelskörper, die aber himmelsmechanisch und planetogonisch interessant sind, da sie sich im Gegensatz zu den Planeten seit ihrem Entstehen relativ wenig verändert haben dürften. Die Umlaufzeit des größeren Phobos beträgt rund  $\frac{1}{3}$  eines Marstages, während die von Deimos rund  $\frac{1}{4}$  größer ist als ein Marstag. Für einen gedachten Marsbewohner ergeben sich daraus eigentümliche Sichtbedingungen. Die beiden Marssatelliten gaben ob dieses Verhaltens bereits Anlaß zu spekulativen Deutungen ihres Entstehens, so der (nicht ernstlich haltbaren) Hypothese einer möglichen künstlichen Herkunft. Tatsächlich ist ihre Herkunft noch unbekannt. Mit der PHOBOS-Mission soll u. a. geklärt werden, ob sie als Monde mit dem bzw. im Marssystem entstanden sind oder es sich möglicherweise um vom Mars eingefangene Asteroiden handelt. Für diesen Fall wäre der Sondenkontakt die erste Nahbeobachtung eines Mitgliedes der Asteroidenfamilie durch eine Raumsonde. Auch die Frage, ob die Figur der Satelliten durch Anlagerung kleinerer Teilchen bei Zusammenstößen entstanden ist oder ob es sich um eine kugel- bzw. ellipsoidfö-

#### Missionsablauf des Unternehmens PHOBOS 1

Tag	Aktivität	Bahnparameter		Umlaufzeit	Verweildauer	Bemerkungen
		marsnächster Punkt	marsterster Punkt			
2. 2. 1989	Eintritt in Parkbahn	4 200 km	60 000 km	72,0 Std.	25 Tage	
27. 2. 1989	Eintritt in Übergangsbahn	9 700 km	< 60 000 km	70,7 Std.	30 Tage	
29. 3. 1989	Eintritt in Parallelbahn (Rendezvous-Orbit)	9 700 km	9 700 km	8,0 Std.	35 Tage	etwa 30 km über der Bahn des Mondes Phobos
3. 5. 1989	Rendezvous-Phase mit Satelliten Phobos, größte Annäherung				125 Min.	
3. 5. 1989	Rückkehr in Parallelbahn	9 700 km	9 700 km	8,0 Std.	etwa 30 Min.	50 m
20. 9. 1989	Letztes Marsorbit	9 400 km	9 700 km	7,6 Std.	140 Tage 30 Tage	

Start: 15. Juli 1988, Baikonur, Proton-Trägersystem; Missionsende: 20. Oktober 1989;  
Gesamtdauer: 460 Tage, davon 200 Tage Transfer und 260 Tage Operationsdauer im Marsbereich.

mige hydrostatische Gleichgewichtsfigur mit einer früheren Schmelzphase handelt, soll durch die chemisch-mineralogischen Sondierungen der Oberflächenschichten untersucht werden. Ziel dieser Untersuchungen ist es letztlich, mehr Klarheit in die Frühgeschichte und Entwicklung unseres Planetensystems und damit auch unserer Erde zu bringen.

#### Das Missionsprofil

Der geplante Ablauf der PHOBOS-1-Mission ist in der Tabelle angegeben. Die raumflug- und steuerungstechnisch interessanteste und anspruchsvollste Phase ist das Einschwenken der Sonde in eine Parallelbahn zu dem Marssatelliten mit etwa 30 km Abstand. Aus dieser Synchronbahn (nicht zu verwechseln mit der Synchronbahn eines Marssatelliten!) heraus erfolgt dann das Annäherungsmanöver an Phobos mit der Zielstellung einer Annäherungsentfernung  $\leq 50$  m (Bild 2. Umschlagseite). Während dieser etwa 30 Minuten „Nahflugphase“ ist neben den genannten Experimenten auch das Absetzen eines kleinen Landegerätes noch nicht spezifizierter Konzeption vorgesehen. Dabei ist es interessant, sich zu vergegenwärtigen, daß die Schwerebeschleunigung auf Phobos nur  $0,00824 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , also weniger als ein Tausendstel der der Erde beträgt, was bei größeren Landeeinheiten ein Verankern in der Oberfläche erfordern kann. Die PHOBOS-Sonden (Bild 3. Umschlagseite) bauen auf einer dreiaachsenstabilisierten Geräteplattform auf, wie sie vom Konzept her auch für die VEGA- und VENERA-Missionen verwendet wurde, sie kann mit  $\pm 0,1^\circ$  Genauigkeit stabilisiert werden. Auch eine Spinstabilisierung mit  $0,5^\circ/\text{s}$  Winkelgeschwindigkeit ist möglich. Die wissenschaftliche Nutzlast liegt bei 370 kg, für den Start kommt ein PROTON-Trägersystem zum Einsatz.

#### Literatur:

- (1) MOHLMANN, D.: *Marsmond Phobos*. Wissenschaft und Fortschritt, 35 (1985) 12, S. 321–324.
- (2) MOHLMANN, D.: *Kosmos für die Wissenschaft*. APN – Verlag Moskau, 1985.
- (3) HARVEY, B.: *Phobos Lander Mars Project*. Spaceflight, 28 (1986) 3, S. 113–114.
- (4) AHNERT, P.: *Kalender für Sternfreunde 1986*. Verlag J. A. Barth, Leipzig, 1985, S. 134–135.

Anschrift des Verfassers:

**HANS-DIETER NAUMANN**  
 Straße der Thälmann-Pioniere 19  
 Radeberg  
 DDR - 8142

#### Wir gratulieren

Dr. rer. nat. DIETER B. HERRMANN, Direktor der Archenhold-Sternwarte Berlin und Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“, verteidigte an der Humboldt-Universität Berlin, Sektion Wissenschaftstheorie und -organisation, erfolgreich seine Dissertation B „Astrophysik. Studien zur Genesis einer Disziplin“. „Astronomie in der Schule“ wird dazu ein Autorreferat veröffentlichen.

## Zur Behandlung des Hertzprung-Russel-Diagramms im Astronomieunterricht<sup>1</sup>

Im Lehrplan für Astronomie werden zum HRD im Abschnitt 2.2. „Die Sterne“ unter anderem folgende Forderungen gestellt:

- Die Schüler sollen erkennen, daß scheinbare Helligkeit und Entfernung der Sterne die Bestimmung der absoluten Helligkeit und damit der Leuchtkraft gestatten und wie Spektralklasse, Temperatur, Radius und Masse zu bestimmen sind...
- Anhand des HRD sind den Schülern Einsichten über den Zusammenhang der Vorgänge und Erscheinungen im Weltraum zu vermitteln...
- Ausgehend von einer Wiederholung über die Energiefreisetzung der Sonne, sollen die Schüler erfahren, daß gleiche und ähnliche gesetzmäßige Prozesse in nahezu allen Sternen ablaufen. Damit sollen sie erste kosmogonische Einsichten gewinnen...
- Die Schüler sollen befähigt werden, verschiedene Zustandsgrößen aus anderen abzuleiten und das HRD in seinen wichtigsten Zusammenhängen und Aussagen zu interpretieren.

Es sei hinzugefügt, daß auch im zur Zeit gültigen Rahmenprogramm für den fakultativen Unterricht in Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ indirekt diese Forderungen des Lehrplanes ergänzt werden, so z. B. im Abschnitt 2 der Hinweise zum Inhalt der Tätigkeit, wo Aussagen über die Spektralanalyse als Forschungsmethode gemacht werden. Bei lehrplangerechter Behandlung werden folgerichtig beim Schüler Haltungen, Einstellungen und Überzeugungen im Sinne des sozialistischen Bildungs- und Erziehungszieles ausgeprägt. Jedoch mußte ich im Verlaufe meiner langjährigen Arbeit als Astronomielehrer feststellen, daß dieser Prozeß nicht automatisch abläuft, daß vor allem ein formales Abarbeiten des Unterrichtsstoffes ohne anschließende Übungsphase in der dafür vorgesehenen Zeit nicht ausreicht, um mit allen Schülern das gewünschte Bildungs- und Erziehungsziel zu erreichen. Erfahrungsgemäß sollte man folgende Grundsätze beachten:

1. Das zum Verständnis des HRD erforderliche Grundlagenwissen muß in den vorangehenden Stunden bereitgestellt werden. Begriffe wie scheinbare und absolute Helligkeit, Spektralklasse,

<sup>1</sup> Kurzfassung eines Vortrages auf dem IV. Erfahrungsaustausch zu Fragen der Methodik des Astronomieunterrichts vom 18. bis 19. Oktober 1984 in Bautzen.

Leuchtkraft usw. müssen den Schülern geläufig sein.

2. Das HRD als wichtigstes Zustandsdiagramm der Astrophysik muß mit den Schülern erarbeitet werden. Dabei sind alle vorhandenen Lehr- und Lernmittel so einzusetzen, daß eine effektive Unterrichtsgestaltung gewährleistet ist. Der Lehrvortrag ohne direkte Einbeziehung der Schüler hat sich als wenig vorteilhaft erwiesen.

3. Die in verschiedenen Varianten vorliegenden Anschauungsmittel (Klappfolie, Dias, Rollbilder, Arbeitsblätter und Abbildungen in Lehr- und Fachbüchern) sind so einzusetzen, daß jeder Schüler damit arbeiten kann und logisch zwingend zu den richtigen Erkenntnissen und Schlußfolgerungen gelangt. Die neugewonnenen Erkenntnisse müssen durch geeignete methodische Schritte ständig vertieft werden, wobei Teilzusammenfassungen von besonderer Bedeutung sind.

4. Für Übungen, auch in Form von Hausaufgaben, muß die erforderliche Zeit vom Lehrer eingeplant werden. Die sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Wertung und Bewertung von Schülerleistungen sind voll auszuschöpfen, wobei besonderer Wert auf das selbständige Interpretieren des HRD zu legen ist.

Unter Beachtung dieser Grundsätze hat sich die im folgenden beschriebene methodische Variante nach mehrjähriger Erprobung als die effektivste erwiesen.

Grundsätzlich muß den Schülern mit Hilfe geeigneter Motivationen eine klare Zielstellung gegeben werden. Dies erfolgt unter anderem durch Wiederholung der in der vorangegangenen Stunde erarbeiteten Zustandsgrößen. Geeignete Anschauungsmittel (Bildtafeln, Sternkatalog usw.) werden eingesetzt. Durch eine entsprechende Fragestellung wird die Zielstellung im Unterrichtsgespräch erarbeitet. Danach macht der Lehrer die Schüler mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm bekannt. Das geschieht im Interesse der Effektivität zweckmäßigerweise in Form des gestrafften Lehrvortrags. Dazu gehören eine kurzgefaßte Darstellung der historischen Grundlagen des HRD (Entwicklung des HRD im Erkenntnisprozeß); Entwicklung des HRD zu Beginn des 20. Jahrhunderts im Rahmen eines großen Aufschwungs der Grundlagenforschung; Hinweise auf den Entwicklungsstand der Produktivkräfte in jener Zeit; Verbesserung der Forschungsmöglichkeiten durch hochentwickelte Geräte und ausgereifte Verfahren. Ausgehend von der konkreten Klassensituation können auch bestimmte Tatsachen erfragt werden, ohne daß sich ein langes Unterrichtsgespräch entwickelt. Die vorhandenen Anschauungsmittel (Klappfolie, Rollbilder, Dias) werden eingesetzt. Besonderes Augenmerk ist dann auf die vier direkt ablesbaren Größen zu verwenden, wobei man den Schülern verdeutlichen sollte, daß im Prinzip schon zwei Grö-

ßen zum Bestimmen der Lage eines Sterns im HRD genügen.

Unter Verwendung der Angaben aus Tabelle 10 des Lehrbuches werden dann auf der Klappfolie einige bekannte Sterne eingetragen, wobei man an erster Stelle unser Zentralgestirn einordnen sollte. Es folgen Ableseübungen bzw. Vergleiche der selbst ermittelten Werte mit den Angaben der Tabelle 10, wobei besonders auf eine möglichst exakte Ermittlung der Leuchtkraft Wert gelegt werden sollte.

Das Einordnen der wichtigsten Besetzungsgebiete erfolgt unmittelbar vor Ausgabe der Arbeitsblätter, die sofort zur Übung eingesetzt werden. (Jeder Schüler erhält ein A4-Blatt mit je zwei durch Stempelabdruck hergestellten HRD.) Der Lehrer informiert die Schüler darüber, daß die Arbeitsblätter für Übungen und auch für nachfolgende Kurzkontrollen Verwendung finden. Durch entsprechende Impulse ist die Erkenntnis zu erarbeiten, wie man mit Hilfe des HRD Aussagen über nicht direkt beobachtbare Größen machen kann. Die sich daraus ergebenden vielfältigen Möglichkeiten werden mit den Schülern unter Nutzung ihrer Vorkenntnisse aus anderen Fächern erarbeitet. Dabei werden die Schüler zu der Erkenntnis geführt, daß man mit Hilfe des HRD die Gültigkeit von Naturgesetzen nachweisen kann und daß dadurch die ständige Erweiterung unserer Kenntnisse über das Weltall gefördert und vervollkommen wird. Durch das selbständige Arbeiten mit dem HRD gelangen die Schüler zur Einsicht, daß sichere Vorkenntnisse aus anderen Fächern eine solide Grundlage für die Wissensaneignung sind.

Sind auf diese Weise die wesentlichen Merkmale des HRD erarbeitet worden, so bereitet die Vermittlung des Lehrplanabschnitts 2.2.3. „Die Sternentwicklung“ kaum noch Schwierigkeiten. Unter Verwendung der bekannten Anschauungsmittel kann man in relativ kurzer Zeit die im Lehrplan ausgewiesenen Fakten mit den Schülern erarbeiten und sie zu tieferen Einsichten über die Entwicklungsprozesse im Kosmos führen. So machte ich wiederholt die Erfahrung, daß der überwiegende Teil der Schüler nach einer kurzen Einführung aufgrund der sorgfältigen Erarbeitung der Grundlagen selbständig den Entwicklungsweg eines Sterns im HRD interpretieren konnte.

Es soll noch ein Problem genannt werden, das sich in vielen Unterrichtsstunden immer wieder stellt. Aufmerksame Schüler stellen im Rahmen der Interpretation des Entwicklungsweges eines Sterns sofort die Frage, wie denn das nun mit der Sonne sei. Sie wollen wissen, was mit der Sonne, und den sie umkreisenden Planeten geschieht, wenn sich diese immer mehr aufheizt. Es ist hier besonders wichtig, daß der Lehrer die Fragen der Schüler entsprechend dem heutigen Stand der astronomischen Wissenschaft beantwortet und darauf verweist,

daß es auch hier noch nicht eindeutig geklärte Fragen gibt. Die Schüler erkennen die Problematik, wenn der Lehrer in allgemeinverständlicher Form auf die Bedeutung des Zeitfaktors hinweist. Den Schülern muß erläutert werden, daß die Lage unseres Zentralgestirns in der Hauptreihe des HRD in historisch überschaubarer Zeit praktisch unverändert geblieben ist und daß eine Veränderung bestimmter Zustandsgrößen nur in einem überaus langen Zeitraum erfolgen kann. Im Rahmen des fakultativen Unterrichts kann man dazu natürlich weiterführende Aussagen machen und entsprechende Darstellungen aus der populärwissenschaftlichen Literatur verwenden.

Im Rahmen der Abschlußprüfung ist bei mir das HRD Thema mehrerer Prüfungsfragen, wobei besonderer Wert auf eine den Lehrplanforderungen entsprechende Analyse des Entwicklungsweges eines Sterns gelegt wird. Hierbei werden alle im Verlauf des Schuljahres benutzten Unterrichtsmittel einschließlich der Arbeitsblätter (Stempel) einbezogen. Dadurch erfüllten fast alle Prüfungsteilnehmer die an sie gestellten Forderungen in guter Qualität.

Es sei betont, daß eine besonders sorgfältige Behandlung des HRD im Astronomieunterricht sich in vielfältiger Weise lohnt. Nicht nur der Astronomielehrer schafft sich ein solides Fundament für die Beantwortung kosmogonischer Fragen. Die Schüler können die so gewonnenen Erkenntnisse in vielfältiger Weise auch in anderen natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern anwenden, so z. B. als Bestätigung der universellen Gültigkeit des Entwicklungsprinzips. Jeder Astronomielehrer sollte sich bei der Behandlung des HRD stets von dem Grundgedanken leiten lassen, daß die von den Schülern gewonnenen Einsichten und Überzeugungen die wichtigsten Kriterien für die von ihm geleistete Bildungs- und Erziehungsarbeit sind.

Anschrift des Verfassers:  
**WOLFGANG VIETZE**  
Klienebergerplatz 5  
Zittau  
DDR - 8800

Rudi Schöft

## Zur Festigung im Astronomieunterricht

Die beträchtlich angespannte Stoff-Zeit-Relation in unserem Fach ist eine wesentliche Ursache für die vielerorts anzutreffende Vernachlässigung der Festigung. Erfahrungen langjährig tätiger Praktiker belegen jedoch, daß die Festigung effektiv gestaltet werden kann, wenn sich der Lehrer auf Wesentliches konzentriert und unter Nutzung vielfältiger Methoden sinnvolle Schülertätigkeiten organisiert.

### Zum Gegenstand der Festigung

Der neue Lehrplan fördert, zur Festigung des Wissens Wiederholungen zu planen und durchzuführen. Ausgehend von der Fragestellung nach dem grundlegenden astronomischen Wissen in seiner Bedeutung für das Weltbild der Schüler und für ihr Weiterlernen nach der Schulzeit, sind zunächst die Festigungsmöglichkeiten des Stoffes zu wichten. Festigung von Wissen und Können erfordert also eine Konzentration auf Schwerpunkte des Lehrplans, auf das Wesentliche. Daraus ergeben sich für den Lehrer folgende Forderungen: Er muß

- tief in die sachlogische Struktur des Lehrplans eindringen, um die Zielsetzung des Astronomielehrgangs im Rahmen der Zielsetzung unserer sozialistischen Schule zu erfassen
- die Möglichkeiten der Festigung des Stoffes in ihrer Bedeutung für die Zielstellung einer Unterrichtseinheit, einer Stoffeinheit, des gesamten Fachlehrgangs und für das spätere Leben der Schüler erkennen, entsprechend wichten und für die Schüler transparent und bedeutsam machen.

Ein durch Konzentration auf das Wesentliche gut strukturierter Stoff wird von den Schülern erfahrungsgemäß sicher eingepreßt und ist entsprechend verfügb- bzw. anwendbar.

### Pädagogische und didaktisch-methodische Bedingungen der Festigung

Schüler der 10. Klassen streben ihren alterstypischen Besonderheiten entsprechend verstärkt nach Selbständigkeit, wollen Verantwortung übernehmen und gefordert sein. Jedoch gibt es mitunter von Klasse zu Klasse beträchtliche Unterschiede in der Lernhaltung, in Arbeitsstil und -tempo, in der Disziplin und infolge all dessen in den Lernergebnissen. Deshalb ist der Lehrer gut beraten, in der Planung und Gestaltung der Festigung die jeweils gegebene konkrete Klassensituation zu berücksichtigen. Er wird sich dabei solche oder ähnliche Fragen stellen, wie:

- Welche Fakten, Begriffe, Erkenntnisse, Einsichten und Überzeugungen festige ich mit Hilfe welcher Methoden so, daß sich neue Zusammenhänge oder Einsichten für die Schüler folgerichtig und einsichtig ergeben?
- Wie löse ich beim Festigen sinnvolle Schülertätigkeiten aus?
- Wie erreiche ich jeden Schüler, fördere ich leistungsschwache und fordere leistungsstarke Schüler?

### Methodische Formen der Festigung

Eine unverzichtbare Voraussetzung für die ergebnisorientierte Nutzung der verschiedenen festigenden Verfahren ist die gründliche Unterrichtsvorbereitung auf der Grundlage einer genauen Lehrplankenntnis. So wäre unter Beachtung der Linienführung des Lehrplans vorbereitend zu überlegen,

- in welcher Stunde der Stoffeinheit geübt, angewendet, systematisiert oder wiederholt werden soll;
- in welcher Stunde die Hausaufgabe zur Festigung herangezogen werden kann;
- in welcher Stunde der Schülervortrag eine festigende Funktion übernehmen kann;
- wie unter Einbeziehung festigender Verfahren die Arbeit am neuen Stoff gestaltet werden kann.

Da auf Grund des Stoff-Zeit-Verhältnisses die Festigung kaum eigenständig in Erscheinung treten kann, muß sie in die Arbeit am neuen Stoff integriert werden. Reserven liegen unter diesem Aspekt in der Berücksichtigung solcher didaktischer Funktionen wie Zielstellung/Motivation, Arbeit am neuen Stoff oder Kontrolle. Geschickte Motivation und Zielstellung sind geeignet, das Interesse der Schüler zu wecken sowie deren Problemsicht zu schärfen. Ein für den Schüler bedeutsamer Stoff ist zweifelsohne wirksam zu festigen. Die vorbereitende und zum neuen Stoff hinführende Phase aktiviert das Wissen, das zum Verständnis des neuen Stoffes notwendig ist.

Das Wesen der Arbeit am neuen Stoff besteht darin, daß in diesem Prozeß ständig Neues mit Bekanntem verknüpft wird. Beachtliche Festigungspotenzen beinhaltet auch der Prozeß der Begriffsbildung. So wird der Begriff „Leuchtkraft“ in der Unterrichtseinheit 2.1.2. definiert als „Strahlungsleistung“. Im Verlauf der Behandlung der Stoffeinheiten 2.1. und 2.2. wird der Inhalt des Begriffes „Leuchtkraft“ erweitert. Dabei wird stets Neues mit bereits Bekanntem verknüpft, was dadurch gefestigt wird. Die Begriffsbildung als Teil des Erkenntnisprozesses besitzt damit Elemente sowohl der Aneignung als auch der Festigung und Anwendung von Wissen.

### **Festigung am Beispiel der Unterrichtseinheit „Sternentwicklung“**

Eine Grundvoraussetzung für die Festigung von Wissen, Können, Einstellungen und Überzeugungen aus früheren Stoffeinheiten ist die klare Zielstellung des Lehrers. Er muß sie für die Schüler so einseitig, überschaubar und abrechenbar darstellen, daß sie sich mit ihr identifizieren können.

An die Beobachtung des Wintersternhimmels anknüpfend, könnte die Frage gestellt werden: „Leuchten die Sterne ewig?“ Bei der Beantwortung der Frage nutzen die Schüler ihre Kenntnisse über die Energiefreisetzung im Inneren der Sonne und schließen auf die Veränderung des inneren Aufbaus. Um bei der Wiederholung Zeit zu sparen, sollte auf eine Hausaufgabe zurückgegriffen werden, mit der durch Aktivierung der Kenntnisse über die Bedingungen und den Prozeß der Energiefreisetzung in der Sonne sowie über die Konsequenzen für die Veränderung der chemischen

Zusammensetzung das Ausgangsniveau für die Behandlung der Sternentwicklung geschaffen wird. In diesem Zusammenhang sollte den Schülern vertiefend bewußt gemacht werden, daß einerseits die Sonne ein Stern von vielen ist und andererseits die auf Grund der günstigen Beobachtungsmöglichkeiten gesicherten Erkenntnisse über die Sonne eine wichtige Voraussetzung für die Erforschung anderer Sterne darstellen.

In der durch ein Unterrichtsgespräch geprägten anschließenden Phase wird ein Schema der irreversiblen Veränderungen im Stern erarbeitet, die von den Schülern als ein Ausdruck seiner Entwicklung erkannt werden. Damit wird der Begriff „Hauptreihenstern“ gefestigt und um eine wesentliche Komponente erweitert. Die Schüler erkennen: 1. Die von den Zustandsgrößen abhängige Stellung eines Hauptreihensterns im HRD ist sowohl „Standort“ als auch Entwicklungsphase. 2. Die Sonne befindet sich im Hauptreihenstadium.

Zur Darstellung des weiteren Verlaufs der Sternentwicklung über das Riesenstadium bis zu den Endstadien eignen sich gleichermaßen der Lehrvortrag als auch der partielle Einsatz des Films „Werdegang eines Sterns“. Beim Einsatz des Films kann gezeigt werden, wie sich in wenigen Jahren Vermutungen über die Endstadien der Sternentwicklung zu wissenschaftlich gesicherten Tatsachen entwickelten. Dies festigt die Überzeugung von der Erkennbarkeit der Welt und die Einsicht in die Wechselwirkung zwischen Technik und Naturwissenschaft. Bei der Erläuterung des Riesenstadiums werden charakteristische Zustandsgrößen wiederholend und anwendend gefestigt.

Die Schüler finden selbst, daß das Riesenstadium eine „Momentaufnahme“ der Sternentwicklung ist, wobei der Begriff „Stern“ erweitert wird. Nach der Darstellung der Endstadien der Sterne läßt sich als Teilzusammenfassung zur Sternentwicklung folgende Frage stellen: „Warum kann aus der beobachteten Existenz von Hauptreihen-, Riesensternen und Weißen Zwergen auf die Entwicklung der Sterne geschlossen werden, obwohl sich diese über einen äußerst langen Zeitraum erstreckt?“ Diese Aufgabe zwingt die Schüler, die neu erworbenen Kenntnisse über die Merkmale der Sternentwicklung mit bereits bekannten Kenntnissen über die Vorgänge im Sonneninneren zu kombinieren, wobei Bekanntes und Neues gleichermaßen gefestigt wird. Die Schüler erkennen: 1. Der aus dem HRD bestimmbare physikalische Zustand eines Sterns ist als Entwicklungsphase in die Dynamik der Sternentwicklung einzuordnen, die sich in einem äußerst langen Zeitraum vollzieht. 2. In Kenntnis der Vorgänge im Sterninneren läßt sich aus dem räumlichen Nebeneinander verschiedener Entwicklungsphasen auf deren zeitliches Nacheinander schließen.

Nachdem die Ursachen und Folgen der physikalischen Veränderung eines Sterns geklärt sind, wird die Analyse seines Entwicklungsweges im HRD vorgenommen. Hierbei erfassen die Schüler das HRD als Entwicklungsdiagramm. Anhand der Projektionsfolie „Hertzsprung-Russell-Diagramm“ und durch Lehrerfragen gelenkt, erläutern und begründen die Schüler in einem Unterrichtsgespräch die Entwicklung eines Sterns im HRD. Dabei werden die Zustandsgrößen durch Einordnung in die neuen Zusammenhänge der Sternentwicklung gefestigt und begrifflich erweitert. Hierbei erfährt auch der Begriff „Stern“ eine Festigung und durch Einbeziehung des Entwicklungselements eine Erweiterung.

Die Schüler verfügen damit über eine anschauliche und über eine abstrakte Darstellung der Sternentwicklung, was sie befähigt, die gegenwärtige Entwicklungsphase und den weiteren Entwicklungsweg der Sonne im HRD zu bestimmen. Bekannte Kenntnisse über die Sonne und neue Erkenntnisse über die Sternentwicklung werden kombinierend und systematisierend gefestigt. Durch die Erweiterung der Begriffsinhalte „Zustandsgröße“ und „Sterne“ wird das Erkennen auf ein höheres Niveau gehoben.

Zum Abschluß der Stunde und zur festigenden Zusammenfassung kann folgende weltanschaulich bedeutsame Frage gestellt werden: „Was berechtigt uns zu der Feststellung, daß der gegenwärtig überschaubare Teil des Weltalls nicht nur räumlich, sondern auch im Hinblick auf zeitliche Abläufe erkennbar ist?“

Anschrift des Verfassers:

**RUDI SCHOFT**

Goethe-Oberschule, Amalienstraße

Weimar

DDR - 5300

**Rolf Pfisterer**

## Zur Gestaltung fakultativer Kurse im Hinblick auf die Entwicklung jedes Schülers

Ob es uns gelingt, jedem Schüler einen guten Start ins Leben zu ermöglichen, hängt davon ab, wie wir die individuellen Anlagen eines jeden Schülers entfalten und seine Fähigkeiten fordern.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe leistet der Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ einen bedeutsamen Beitrag. Die hohe Beteiligung unterstreicht das große Interesse unserer Schüler an der Aneignung von astronomischem und raumfahrttechnischem Wissen. Da der fakultative Kurs nicht eine bloße Vorwegnahme oder Fortsetzung des obligatori-

schen Unterrichts sein kann, gilt es, bei aller Einheitlichkeit eine stärkere Differenzierung zu beachten.

Den Schülern sind Lernhilfen zu vermitteln, wie z. B.

- das Aufgliedern von komplexen Zielen in überschaubare Teilziele;

- die Sicherung einer ständigen immanenten Zielorientierung;

- die didaktische Vereinfachung des Stoffes bzw. seine didaktische und methodische Aufbereitung.

Dies darf allerdings nicht so weit führen, daß die Wissenschaftlichkeit des Unterrichts gefährdet ist und daß sich Aktivität und Selbständigkeit der Schüler nicht genügend entwickeln.

Wir kamen zu der Erkenntnis, daß es keinen anderen Weg gibt, Schüler zu fördern, als sie angemessen und differenziert zu fordern. Das geschieht durch

- im Anforderungsgrad differenzierte Aufgaben;

- Selbstwahl inhaltlich differenzierter Aufgaben;

- Zusatz- oder Sonderaufgaben;

- Gruppen- und Partnerarbeit.

Auch Exkursionen, Konsultationen, Lehrer- und Schülervorträge, Beobachtungspraktika, langfristige Schüleraufträge usw. tragen zur Differenzierung des Unterrichts bei.

Es wirkt sich positiv und stimulierend aus, wenn bereits vor Eröffnung des Kurses die interessierten Schüler in einer Gruppendiskussion ihre Vorstellungen, Wünsche und Meinungen zum Inhalt des Programms darlegen. Der zukünftige Kursleiter faßt zusammen und erläutert dann das Programm. Viele der durch Schüler aufgeworfenen Problemkreise finden sich darin wieder; dabei ist die Untergliederung des Rahmenprogramms in einen Grund- und drei Wahlkurse von Vorteil. Da die Jugendlichen merken, daß ihre Interessen und Neigungen berücksichtigt werden, ist ihre Einstellung zum Kurs positiv. Dies vermindert die spätere Fluktuation erheblich.

Im Rahmen des Beobachtungspraktikums des fakultativen Kurses werden mit den Teilnehmern alle obligatorischen Beobachtungen des Lehrplanes gründlich vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet. Dabei wird einzeln, mit Partner und in der Gruppe gearbeitet. Das Maß der Verantwortung und Selbständigkeit der Schüler in diesem Prozeß hängt von den Fähigkeiten und Fertigkeiten, aber auch von der Persönlichkeitsentwicklung aller Kursteilnehmer und vom Stand der Kollektiventwicklung des Kurses ab. Die Schüler sammeln dabei wertvolle Erfahrungen für die Tätigkeit in Kollektiven, wobei ihre Selbständigkeit, Antriebe und Aktivitäten wachsen. So wird den Kursteilnehmern – vom leistungsstärksten bis zum leistungsschwächeren Schüler in differenzierterem Maße – das Wissen vermittelt, und sie eignen sich das Können an, als Arbeitsgruppenleiter zur Vorbereitung, Durchfüh-

rung und Auswertung der obligatorischen Beobachtungen der gesamten Klasse – einschließlich der Auswertung der Protokolle – zu fungieren. Durch die ausgiebige und zielgerichtete Nutzung der Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit im Beobachtungspraktikum des fakultativen Kurses werden die Schüler stimuliert und handeln aktiv während der Beobachtungsabende der Klasse. Durch die mehrfache und aktive Auseinandersetzung mit den Beobachtungsobjekten durch

- die Selbsteignung im Rahmen des fakultativen Kurses,
  - die Hilfe und Kontrolle der Mitschüler im Klassenverband und
  - Wiederholungen in den Arbeitsgruppen
- festigt sich in starkem Maße das Wissen und Können dieser Schüler. Leiter einer Arbeitsgruppe sind immer zwei Schüler: mitunter ein leistungsstarker und ein leistungsschwacher Schüler, aber auch Schüler, die in ihren Leistungen gleich stark sind. Durch die differenzierte Einordnung der Schüler erhöht sich auch ihre Sicherheit. Sehr positiv ist der Fakt zu werten, daß auch leistungsschwächere Schüler im Rahmen des obligatorischen Astronomieunterrichts vor ihren Mitschülern auftreten. Solche wiederholten Erfolgserlebnisse haben sich auch positiv auf den Unterricht in anderen Fächern übertragen.

Diese Methode hat noch den „Nebenbei-Effekt“, daß der Lehrer am obligatorischen Beobachtungsabend entlastet wird; folglich

- kann die gesamte Klasse durch den Stationsbetrieb gleichzeitig arbeiten,
- kann der Lehrer mit einzelnen Schülern fachliche Gespräche führen, was zu einer größeren Differenzierung während der Beobachtungsabende führt,
- kann er jederzeit in das Geschehen einer Arbeitsgruppe eingreifen bzw. aus gegebenem Anlaß die gesamte Klasse frontal zusammenfassen und
- muß die vom Lehrplan vorgegebene Zeit für die Beobachtungsabende nicht überschreiten, um qualitativ und quantitativ das Lehrplanziel zu erreichen.

Hinzu kommt noch, daß die Arbeitsgruppenleiter jede Arbeitsgruppe kurz und kritisch einschätzen sollen und die Protokolle ihrer Mitschüler, an Hand ihrer eigenen und ausführlich angefertigten, auswerten. Natürlich geschieht das alles unter der führenden Hand des Lehrers.

So vorbereitete und in den Unterrichtsprozeß aktiv integrierte Schüler sind in der Abschlußprüfung gelöst und sicherer. Hinzu kommt, daß die Prüfung besonders erfolgreich ist, wenn die Prüfungsfragen so ausgewählt sind, daß die Schüler vielfältig tätig sein können (z. B. eigene Beobachtungen schildern, an der Tafel skizzieren, an Unter-

richtsmitteln – wie Schülfernrohr oder Tellurium – demonstrieren). Die Kursteilnehmer sind auch aufgrund ihrer Kursvorbildung in der Prüfung sprachlich sicherer und können besser frei sprechen. Sie sind leistungsmäßig vergleichbaren Schülern, die nicht Mitglied des Kurses sind, in der Regel überlegen. Das dargestellte Verfahren ist nur ein Weg des differenzierten Arbeitens, das zu höherer Solidität des Wissens und Könnens der Schüler im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ führt. Allerdings gilt es zu beachten, daß „... bei aller Differenziertheit doch ein einheitlicher Stand im Grundwissen und -können sowie in grundlegenden Einstellungen und allgemeinen Leistungsvoraussetzungen erreicht wird“ (DREFENSTEDT). Der pädagogische Prozeß ist eben ein komplexer Prozeß, in dem es immer wieder gilt, sich altbewährter Wege zu erinnern und neue Pfade zu finden, die die schulpolitischen Grundpositionen mit Leben erfüllen, um den gesellschaftlichen Auftrag an uns Lehrer, für jeden Schüler den besten Start ins Leben zu sichern, in die Tat umzusetzen.

Anschrift des Verfassers:

**ROLF PFISTERER**  
Juri-Gagarin-Straße 3  
Köthen/Anh.  
DDR - 4370

Forum

## Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup>

**ERHARD WEIDNER, Gotha**

Erfahrene Astronomielehrer arbeiten schon von der ersten Astronomiestunde an mit Beobachtungsbzw. Forschungsaufträgen und langfristigen Hausaufgabenstellungen, um Schüleraktivitäten auszulösen. Sie steigern allmählich ihre Anforderungen an die Beobachtungsfähigkeiten der Schüler. Zuerst werden Erscheinungen und Vorgänge am Himmel beobachtet, die unter Verwendung bereits vorhandener Kenntnisse ausgewertet werden können. Hierbei ist es unbedeutend, ob mit bloßem Auge oder mit optischen Geräten beobachtet wird. Zu diesen einfachen Beobachtungen gehören

- Beschreibung eines Sonnenauf- bzw. -unterganges oder eines Mondauf- bzw. -unterganges,
- Erkennen der Veränderung der Auf- bzw. Untergangspunkte der Sonne oder des Mondes innerhalb eines Jahres,
- Erfassen der unterschiedlichen Positionen des

<sup>1</sup> s. KLEIN, P.: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde. In: *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 6.



- Mondes zu bestimmten Zeitpunkten an verschiedenen Tagen, Erkennen der unterschiedlichen Mondphasen und Eintragen der Bilder in eine Silhouette des Beobachtungsortes,
- Erkennen der Lageveränderung von Sternen und Sternbildern in einer bestimmten Zeit,
- Anschauen, Auswerten und Beschreiben von astronomischen Bildern,
- Erklären von Modellen (z. B. Doppelsternmodell oder Modell zur Demonstration der Parallaxen unterschiedlich weit entfernter Sterne).

Diese einfachen Beobachtungen fördern bei den Schülern die Selbständigkeit, die Freude am Beobachten und am Lernen und lösen weitere Aktivitäten aus. Der Lehrer gibt zur Lösung des zu beobachtenden Sachverhaltes Hinweise auf ergänzende Literatur, weitere Anleitungen, Anregungen und Hinweise. Durch den Einsatz von optischen Geräten bei den Beobachtungen wird das Verantwortungsbewußtsein der Schüler weiter gesteigert. Bei allen Beobachtungen und Auswertungen ist jedoch die Schreibearbeit auf ein Minimum zu senken. Daher haben sich vorgegebene Protokolle, die nur Wesentliches erfassen, bewährt. Wertungen, Veröffentlichungen an Wandzeitungen, Einarbeitung der Protokolle im Unterricht sind ebenfalls wichtige Faktoren, die weitere Initiativen bei den Schülern auslösen. Durch geeignete Problemstellungen kann der Unterrichtsprozeß so aktiviert werden, daß die Schülerleistungen erheblich ansteigen. Auch die Ergebnisse leistungsschwächerer Schüler werden durch entsprechende Auswahl von Aufgaben und Methoden verbessert.

**Forschendes Lernen gibt den Schülern Anreiz zum Suchen von Lösungswegen, hat hohen Motivationswert und ist zugleich Bewährungssituation.** Durch vielseitiges Anwenden wird Gelerntes gefestigt und wiederholt.

An einer Reihe von Schulen im Kreis Gotha ist in den letzten Jahren die Anzahl der festen Beobachtungsplätze gestiegen. Einen hohen Anteil daran haben die 10 an den Schulen bestehenden FKR im Kreis. Sie veröffentlichen ihre Arbeiten und Forschungsergebnisse in den Schulfluren; bringen zunehmend Ausstellungsstücke zur MMM, beleben den Astronomieunterricht mit selbstgefertigten Lehrmitteln und helfen bei der Ausgestaltung der Klassenräume und der Einrichtung von Beobachtungsplätzen. Bei ihren öffentlichen Beobachtungen locken sie immer wieder neue Schüler an. Es gibt keine Nachwuchssorgen für die FKR „Astronomie und Raumfahrt“.

Kollege **HORST KRIEG** von der **Theodor-Neubauer-Oberschule in Hörselgau** entwickelt seit Jahren hohe Schüleraktivitäten im Unterricht durch

- langfristige Beobachtungsaufträge mit vorgegebenen Zielstellungen,
- Selbstbau von Lehrmitteln und Modellen und deren Einsatz im Unterricht,

- Auswerten der von Schülern angefertigten fotografischen Himmelsaufnahmen,
- räumliche Darstellung von Sternbildern,
- Nutzung fachübergreifender Aspekte, vor allem zu Physik und Mathematik,
- Einbeziehung von Morgenbeobachtungen in den Unterricht,
- Schülervorträge und Stellungnahmen zu aktuellen astronomischen Ereignissen und Ergebnissen der Raumfahrt,
- Schülerjahresarbeiten.

Persönliche und parteiiche Stellungnahmen der Schüler sind stets wichtiger Bestandteil der Darlegungen.

Kollege **HERMANN GABLER** von der **POS VI in Gotha** ließ durch seine Schüler einen besonderen Schaukasten zum Thema „Halley“ gestalten. Seine Schüler stellten besonders den historischen Aspekt der Kometenbeobachtungen heraus und würdigten Leistungen der Kometenforschung. Sie entwickelten eigene Texte zu Bildern und legten fest, welche Artikel veröffentlicht werden. Neben hoher Verantwortung förderte der Kollege so auch selbständige Gruppenarbeit.

Selbstgefertigte Anschauungstafeln, wie

- Größenvergleich Planeten – Sonne,
- Reihenfolge der Planeten,
- Größenvergleiche zwischen den Planeten Merkur – Mars – Neptun, dem Erdmond und den 4 großen Jupitermonden

verwendet Kollege **GABLER**. Die Schüler leiten aus den Abbildungen Vermutungen zum Vorhandensein von Atmosphären ab und stellen Beziehungen zu den Tabellen im Lehrbuch her.

Auch Kollege **HANS-GEORG CALSOW** von der **Walter-Wolf-Oberschule Gotha** führt seine Schüler schon frühzeitig im Geographieunterricht an astronomische Probleme heran. Ihre Vorkenntnisse schlagen sich in Klasse 10 sehr positiv nieder.

Wichtig erscheint mir die offensive ideologische Arbeit mit den Schülern. Die politisch-weltanschaulichen Aspekte des Unterrichts müssen voll genutzt werden. Sprechen z. B. die Schüler über die Erfolge der sowjetischen Raumfahrt, so bietet es sich an, auch die Beiträge der DDR zur Erforschung des Weltalls einzubeziehen. Viele Schüler unseres Kreises kennen durch Wandertage den VEB Carl Zeiss JENA und den VEB Funkwerk Erfurt, die wichtige Betriebe für astronomische Instrumente und die Mikroelektronik sind. – Wir können auf diesem Wege Gefühle des Stolzes auf unsere Errungenschaften anziehen.

Wie bringen die Kollegen unseres Kreises die Schüler zu selbständigem Handeln? Das Lehrbuch wird zur selbständigen Aneignung von Wissen genutzt. Anhand von Folien und Tafelbildern erarbeiten sich die Schüler Teilziele des Stoffes. Schüler kommentieren Bilder und Vorgänge; sie erhalten in vielen Formen Gelegenheit, sich schriftlich oder

mündlich zu Problemen zu äußern. Sie werden befähigt,

- Probleme aus den Aufgabenstellungen exakt zu formulieren,
- Beobachtungsziele genau festzulegen,
- den Beobachtungsablauf selbständig zu planen und entsprechende Hilfsmittel auszuwählen,
- Beobachtungsergebnisse in geeigneter Form zu erfassen, zu sammeln und evtl. in maßstäblicher Zeichnung darzustellen,
- Vermutungen zu Vorgängen und Sachverhalten zu äußern und zu Erkenntnissen vorzudringen,
- Wesentliches zusammenzufassen sowie Beobachtungsergebnisse zu formulieren und zu begründen.

Die Fachkommission Astronomie des Kreises Gotha beschäftigte sich mehrfach mit der Entwicklung von Schüleraktivitäten. Wir sehen große Reserven in der Durchführung der astronomischen Beobachtungsabende. Mehrere Weiterbildungsveranstaltungen zu dieser Thematik wurden durchgeführt, negative Einstellungen zu den Beobachtungen mit Schülern mußten überwunden werden. Jetzt besteht Klarheit, daß astronomische Beobachtungen die gleiche Bedeutung wie Schülerexperimente in anderen naturwissenschaftlichen Fächern haben.

Seit 1980 wird zur Ausbildung von Fach Helfern ein Spezialistenlager Astronomie regelmäßig alle zwei Jahre an der POS in Catterfeld durchgeführt. Hier erhalten in einem Durchgang jeweils 48 Jungen und Mädchen aus den Klassen 8 bis 10 aller Schulen des Kreises Gotha eine Grundausbildung im Umgang mit dem Schulfernrohr „Telemotor“ und der drehbaren Sternkarte. Zur Ausbildung der Fach Helfer im Spezialistenlager setzte der Fachberater auch Mitglieder seiner eigenen FKR „Astronomie und Raumfahrt“ ein. Sie meisterten ihre Aufgaben mit bestem Erfolg, und diese Tätigkeit wirkte sich sehr aktivierend und persönlichkeitsfördernd auf die Jugendlichen aus.

## B Beobachtung

### Zum Merkurdurchgang am 13. November 1986

Bei der Behandlung der Sichtbarkeitsbedingungen der inneren Planeten taucht immer wieder die Frage auf, ob nicht in der im Bild 1 mit (1) bezeichneten Stellung eine Art „kleine Sonnenfinsternis“ auftreten müsse. Der Lehrer verweist dann in der Regel zunächst auf die wahren Größenverhältnisse, die sich in einer Folie oder im Tafelbild nicht wiedergeben lassen, und er muß seinen Schülern auch sagen, daß *normalerweise* der Planet „über“ bzw. „unter“ der Sonne vorbeizieht, so daß es nicht möglich ist, ihn vor der Sonne als dunklen Punkt zu sehen.

Aber was heißt „normalerweise“? In der Tat sind Merkur und Venus in ihren unteren Konjunktionen, denn darum handelt es sich bei der Stellung (1), meist so weit südlich oder nördlich der Sonnenmitte, daß von einem Vorbeigang

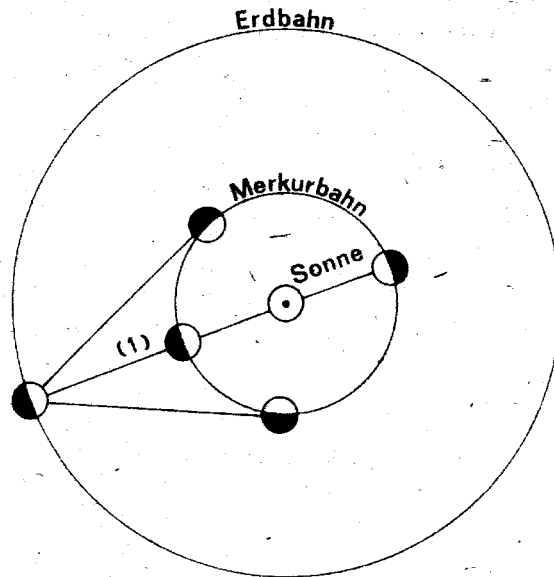


Bild 1

vor der Sonne keine Rede sein kann. Das liegt daran, daß die Bahnen dieser Planeten um  $7^\circ$  bzw.  $3\frac{1}{4}^\circ$  gegen die Erdbahnebene geneigt sind. Nur wenn die untere Konjunktion des Planeten zeitlich mit dem Durchgang durch die Erdbahnebene zusammentrifft, kommt es zu einem Merkur- oder Venus„durchgang“; so heißt der Vorbeigang vor der Sonne. Bei Merkur tritt dieses Ereignis im Mittel alle 7 Jahre, bei Venus im Mittel alle 71 Jahre auf. Merkurdurchgänge können nur im Mai oder im November auftreten, Venusdurchgänge nur im Juni oder im Dezember. Am 13. November 1986 wird sich ein Merkurdurchgang ereignen. Leider kann er für uns nur von theoretischem Interesse sein, da zur Zeit des Eintritts des Merkurs vor die Sonne um 2h 44 min MEZ bei uns noch Nacht ist und der Planet die Sonne bereits 9 Minuten nach Sonnenaufgang (für Berlin berechnet) wieder verläßt. Weiter östlich befindliche Beobachter sind in einer geringfügig günstigeren Lage; von Cottbus aus gesehen befindet sich Merkur noch bis 15 Minuten nach Sonnenaufgang vor der Sonnen-

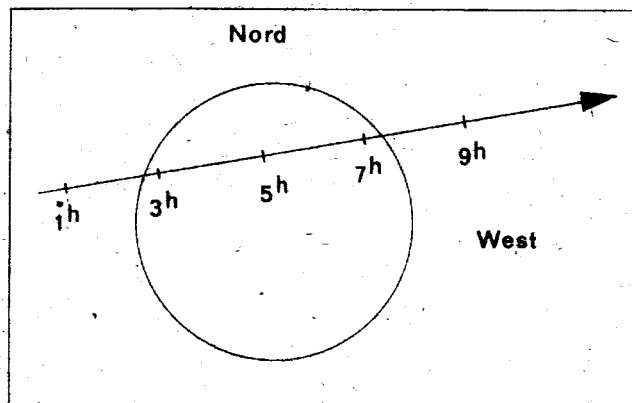


Bild 2

„scheibe“. Viel ist auch das nicht, und für eine Beobachtung wird es in Anbetracht des Horizontdunstes sicher nicht ausreichen.

Dennoch möchten wir dazu auffordern, den Merkurdurchgang vom 13. November 1986 als aktuelles astronomisches Ereignis in das Unterrichtsgespräch über die Planetensichtbarkeit einzubeziehen. Sein Verlauf geht aus Bild 2 hervor. Die nächsten Merkurdurchgänge finden am 6. November 1993, am 15. November 1999 und am 7. Mai 2003 statt. Nur der letztere wird von uns aus zu beobachten sein; sowohl

1993 als auch 1999 zieht Merkur für uns in den Nachtstunden vor der Sonne vorüber. Die nächsten Venusdurchgänge werden sich am 8. Juni 2004 und in der Nacht vom 5. zum 6. Juni 2012 ereignen.

KLAUS LINDNER

## Totale Mondfinsternis am 17. Oktober 1986

Am Freitag, dem 17. Oktober 1986, kann – eine günstige Wetterlage vorausgesetzt – eine totale Mondfinsternis beobachtet werden, die hinsichtlich der Ereigniszeit außerordentlich günstig, nämlich knapp eineinhalb Stunden nach Mondaufgang, beginnt.

Für die Vorbereitung der Beobachtung mit Schülern seien im folgenden die wichtigsten Ausgangsdaten gegeben:

### Freitag, 17. Oktober 1986

Eintritt in den Halbschatten	17 h 20 min MEZ
Eintritt in den Kernschatten	18 h 29 min MEZ
Beginn der Totalität	19 h 41 min MEZ
Mitte der Finsternis	20 h 18 min MEZ
Ende der Totalität	20 h 55 min MEZ
Austritt aus dem Kernschatten	22 h 07 min MEZ
Austritt aus dem Halbschatten	23 h 16 min MEZ
Dauer der Finsternis (Kernschatten)	3 h 38 min
Dauer der Finsternis (Totalität)	1 h 14 min
Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers	1,25
Positionswinkel des Eintritts	81°
Positionswinkel des Austritts	224°
Positionswinkel der Mondachse	340°
Mondabstand von der Erde	393 000 km
Vollmond	20 h 22 min MEZ

Aus den gegebenen Ausgangsdaten läßt sich, wie in „Astronomie in der Schule“ wiederholt beschrieben, eine Ablaufskizze der Finsternis zeichnen. Daraus wird erkennbar, daß die erste Berührung des Mondrandes mit dem Kernschatten der Erde im Gebiet des Ringgebirges Grimaldi erfolgt. Der Austritt aus dem Kernschatten ist in Höhe des Ringgebirges Petavius zu beobachten. Da es sich nicht um eine zentrale Finsternis handelt, werden die nördlichen Gebiete des Mondes eine deutliche Aufhellung zeigen.

HANS JOACHIM NITSCHMANN

## Wir gratulieren

Am Tag des Lehrers 1986 wurde Oberstudienrat EHRENFRIED SCHENDERLEIN, Leiter der Sektion Zeitschriften beim Verlag Volk und Wissen Berlin, mit der „Dr.-Theodor-Neubauer-Medaille“ in Gold ausgezeichnet.

Die „Dr.-Theodor-Neubauer-Medaille“ in Bronze erhielten HELMUT SCHMIDT, Hauptreferent in der Abteilung Mathematik/Naturwissenschaften beim Ministerium für Volksbildung der DDR; Oberlehrer Dr. HORST BIENIOSCHEK, Leiter der Forschungsgemeinschaft Physik/Astronomie am Institut für Mathematik und Naturwissenschaften der APW der DDR, Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“.

Zum Oberstudienrat wurden befördert: Studienrat HANS GREISER, pädagogischer Mitarbeiter am Bezirkskabinett für Unterricht und Weiterbildung in Potsdam, Korrespondent von „Astronomie in der Schule“; Studienrat KARL KOCKEL, Direktor des Raumflugplanetariums „Sigmund Jähn“ in Halle.

Zum Studienrat wurden befördert: Oberlehrer RÜDIGER KOLLAR, Direktor der Adolph-Diesterweg-Sternwarte in Radebeul; Oberlehrer ILSE KRÖSCHE, Fachberater im Stadtbezirk Berlin-Treptow, Korrespondent von „Astronomie in der Schule“; Oberlehrer JOACHIM STIER, Leiter der Schulsternwarte „Roter Oktober“ in Mylau, Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“; Oberlehrer KLAUS ULLERICH, Leiter des Astronomischen Zentrums in Burg bei Magdeburg, Korrespondent von „Astronomie in der Schule“.

Zum Oberlehrer wurde befördert: MONIKA KOHLHAGEN, Astronomielehrer an der 20. Oberschule „Karl Marx“ in Rostock, Mitarbeiter im Redaktionskollegium von „Astronomie in der Schule“.

# W

# Wissenswertes

## Kosmische Erdfernerkundung in der UdSSR

Die Erdfernerkundung aus dem Weltall basiert in der UdSSR auf drei kosmischen Komplexen:

1. Satelliten der KOSMOS-Serie
2. Satelliten der METEOR-Serie
3. SALUT-Raumstationen.

KOSMOS-Satelliten dienen vor allem der Erforschung der Erdoberfläche, der Suche nach Bodenschätzen, der Überwachung land- und forstwirtschaftlicher Kulturen sowie des Festlandssockels. Zu ihrer Ausstattung gehören vor allem Apparaturen, die Multispektralaufnahmen höher räumlicher Auflösung ermöglichen. Speziell ausgerüstete Satelliten dieser Serie dienen der Erforschung und Überwachung der Weltmeere, wofür auch Mikrowellen-Radargeräte eingesetzt werden.

Die bemannten SALUT-Stationen dienen sowohl visuellen als auch fotografischen Erdbeobachtungen aller Einsatzbereiche. Eingesetzt werden hier die Fotokamera KATE 140 und die Multispektralkamera MKF-6 M.

METEOR-Satelliten werden vorrangig für operative Aufgaben eingesetzt im Rahmen des Gesamtprojektes METEOR-PRIRODA. Der erste Satellit dieses Projektes wurde 1974 gestartet. Seit 1980 kommen METEOR-PRIRODA-Satelliten mit verbesserten Ausrüstungen und Eigenschaften zum Einsatz. Sie sind imstande, gleichzeitig Scanneraufnahmen in 10 verschiedenen Spektralbereichen zwischen 0,4 und 2,4  $\mu\text{m}$  Wellenlänge mit einem Auflösungsvermögen zwischen 30 und 800 m zu erstellen. Der erfaßte Erdsektor hat eine Breite zwischen 30 km und 2000 km.

Seit Indienstellung des Systems METEOR-PRIRODA vor 11 Jahren wurde das Territorium der UdSSR mehr als 400mal fotografiert. Im Ergebnis entstanden u. a. kosmotektonische Karten der UdSSR in den Maßstäben 1 : 5 000 000 und 1 : 2 500 000. Sowjetische Experten schätzen den Nutzen, der sich aus der Anwendung kosmischer Aufnahmen zur Untersuchung geologischer Strukturen ergibt, auf 3 Mio Rubel pro 1 Mio Quadratkilometer untersuchter Fläche ein.

Lit.: ASTASCHKIN, A., u. a.: *Kosmos für die Volkswirtschaft*. APN-Verlag Moskau, 1985.

HANS-DIETER NAUMANN

## Planetoiden repräsentieren DDR-Astronomie

Das Minor Planet Center der Internationalen Astronomischen Union hat kürzlich vier neuentdeckten Planetoiden Namen aus der Astronomie der DDR verliehen. Es handelt sich um die Planetoiden TAUTENBURG, LAMBRECHT, AHNERT und JENSCH.

Der Planetoid TAUTENBURG wurde auf einer 1973 am Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg gewonnenen Schmidt-Aufnahme entdeckt. Mit der Verleihung des Namens LAMBRECHT an einen 1981 ebenfalls am KSO Tautenburg entdeckten Kleinplaneten wird das wissenschaftliche Werk des langjährigen Direktors der Universitätssternwarte Jena, Prof. Dr. Hermann Lambrecht (1908–1983), gewürdigt. Der Planetoidenname AHNERT ehrt den weit über die Grenzen unseres Landes hinaus bekannten Sonneberger Astronomen Dr. h. c. Paul Ahnert (geb. 1897), dessen Name auch als Synonym für den seit 1949 erscheinenden „Kalender für Sternfreunde“ steht. Alfred Jensch (geb. 1912) wurde als Astro-Konstrukteur beim VEB Carl Zeiss JENA international bekannt. Eines seiner bedeutendsten Werke war das 2-m-Universal-Spiegelteleskop des KSO Tautenburg.

KLAUS LINDNER

## Ehrenkolloquium anlässlich des 50. Todestages von Bernhard Schmidt (1879–1935)

„Der 50. Todestag von Bernhard Schmidt ist unserer Ingenieurhochschule Mittweida Verpflichtung, sein Leben und Werk mit einem Kolloquium zu würdigen. Seine epochale Erfindung des komafreien Spiegelteleskops stellt ihn in die Reihe der Pioniere der instrumentellen Astronomie und ehrt unsere Bildungseinrichtung, der er an der Schwelle dieses Jahrhunderts als Student angehörte, sowie auch die Stadt Mittweida, deren Bürger er jahrzehntelang war.“ Mit diesen Sätzen beginnt das Sonderheft der Wissenschaftlichen Zeitschrift der Ingenieurhochschule Mittweida aus Anlaß des Ehrenkolloquiums für den Mann, der eine ganze „Schmidt-Astronomie“ begründete und dessen astro-optisches Lebenswerk noch heute, ein halbes Jahrhundert nach seinem Tode, in einzigartiger Weise nahezu unverändert lebendig ist.

Der einleitende Vortrag „**Bernhard Schmidt – eine biographische Skizze**“ von Prof. Dr. A. WATZIG und Doz. Dr. G. ZEIGER machte deutlich, daß die Vorfahren von Schmidt wohl aus Schweden auf die zum estnischen Reval, heute Tallinn, gehörende Insel Naissaar gekommen waren. Dort wurde Bernhard Schmidt am 11. April 1879 geboren. Bekannt ist, daß er im Alter von 15 Jahren beim Experimentieren mit Explosivstoffen den rechten Arm verlor. Im Januar 1902 begann er ein Studium am damaligen Technikum in Mittweida. Diese Bildungsstätte verfügte – ein Novum in Deutschland – über technische Laborpraktika und war bereits weltbekannt.

Schmidt muß kein guter Student gewesen sein. Er betrieb nur die Fächer ernsthaft, die ihn interessierten, und er legte auch nach Abschluß des Studiums keine Examensarbeit vor. Seinen Lebensunterhalt verdiente er sich durch die Herstellung optischer Bauelemente. Im Jahre 1904 eröffnete er in Mittweida eine optische Werkstatt. Schon bald wurden seine Teleskopspiegel weithin gerühmt.

Nach dreiundzwanzigjähriger Tätigkeit ging Schmidt als freier Mitarbeiter an die Sternwarte Hamburg-Bergedorf. Dort konstruierte und baute er 1930 das erste komafreie Spiegelteleskop, das Gerät, das in der Folgezeit seinen Namen bei allen Astronomen bekannt machte. Er selbst hat keinerlei Anerkennung oder Ehrung dafür erhalten und starb in Enttäuschung und Depression am 1. Dezember 1935. Ingenieur M. GRESSMANN legte in seinem Vortrag „**Zur klassischen Methode der Herstellung einer Korrekptionsplatte nach Bernhard Schmidt**“ dar, daß das Originalverfahren bis heute das einzige geblieben ist, das zwangsläufig zu der gewünschten Form der Korrekptionsplatte führt, ohne gleichzeitig die Gefahr von erheblichen Fehlern und lokalen Deformationen in sich zu bergen. Schmidt versuchte nicht, die bei Parabolspiegelteleskopen unvermeidlichen Fehler (Koma und Astigmatismus) durch Spiegelkorrekturen zu beheben. Vielmehr konstruierte er ein Teleskop, bei dem diese Fehler gar nicht erst auftraten, indem er einen kugelförmigen Hohlspiegel mit einer Blende im Krümmungsmittelpunkt kombinierte. Die sphärische Aberration, die diesem System noch anhaftet, konnte nun aber nicht durch parabolische Deformation des Hauptspiegels behoben werden, denn dadurch wären sofort neue Fehler aufgetreten. Schmidts geniale Idee bestand darin, Spiegel und Deformation zu entkoppeln und die Deformation auf eine im Krümmungsmittelpunkt, in der Blende angeordnete Korrekptionsplatte zu verlagern. Nach langem Suchen fand er für die Herstellung der kompliziert geformten Korrekptionsplatte ein sehr elegantes Verfahren, bei dem er sich eine an sich überaus lästige Unannehmlichkeit bei der Herstellung sehr dünner hochwertiger Optiken zunutze machte: die Durchbiegung. Eine dünne planparallele Platte wird auf den Rand eines gleichgroßen Gefäßes gelegt, aus dem man anschließend einen Teil der Luft absaugt. Die Platte biegt sich durch. Wird sie in diesem Zustand kugelförmig angeschliffen und anschließend poliert, so hat ihre Oberseite nach Einlassen der Luft in das Gefäß die erforderliche asphärische Form.

Ingenieur A. JENTSCH, Chefkonstrukteur des 2-m-Universal-Spiegelteleskops in Tautenburg, erläuterte die **Konzeption**

des größten Schmidt-Teleskops der Erde. Schon im Jahre 1948 gab es erste Festlegungen über die Dimensionen des Teleskops, und 1951 erfolgte die endgültige Entscheidung für ein in mehreren Varianten nutzbares Instrument. In den darauffolgenden Jahren entstanden Entwürfe und Konstruktionsarbeiten, neue Werkstätten und Einrichtungen (z. B. eine neue Spiegelschleifmaschine, eine Schneckenrad-Schneidmaschine und eine Montagehalle) und schließlich das Teleskop selbst. In einem Staatsakt wurde es am 19. Oktober 1960 an seine Nutzer übergeben.

Die astronomischen Anforderungen ließen sich im wesentlichen mit drei verschiedenen Typen von Spiegelteleskopen erfüllen: dem astrophotographischen System mit großer Lichtstärke und großem Gesichtsfeld (Schmidt-Teleskop), dem Teleskop mit großem Spiegeldurchmesser und langer Brennweite (Cassegrain-System) und dem extrem langbrennweitigen Teleskop mit ruhendem Bild des zu beobachtenden Sterns (Coudé-System). Diese drei Teleskope sind in dem Gerät vereinigt:

1. Schmidt-Teleskop mit sphärischem Hauptspiegel (2 m) und Korrekptionsplatte (1,34 m) in 8 m Abstand für ein Feld von 24 cm × 24 cm bei 4 m Brennweite;
2. Quasi-Cassegrain-Teleskop mit sphärischem Hauptspiegel (2 m), überdeformiertem Hilfsspiegel und 90°-Ablenkung in die Deklinationssachse bei 21 m Brennweite;
3. Quasi-Coudé-Teleskop mit sphärischem Hauptspiegel (2 m), überdeformiertem Hilfsspiegel und viermaliger 90°-Ablenkung in die Stundenachse bei 92 m Brennweite.

Aufwendige Lagerung der Achsen und ein ausgeklügeltes System der Entlastung und Kompensation, das die Eigen deformation des Spiegels (Masse: 2,35 t) sowie die Durchbiegung des 8,5 m langen Teleskoprohres und dessen temperaturbedingte Längenänderung auffängt, sorgen für eine punktgenaue und einwandfrei scharfe Abbildung der Objekte auf der in einer Spezialkassette leicht kugelförmig durchgebogenen, 24 cm × 24 cm großen Fotoplatte. Trotz der hohen Belastung der Lager mit etwa 610 000 N konnte der Feintrieb extrem genau ausgelegt werden: Bei der langsamsten Stufe der elektronischen Feinbewegung schwenkt das 8,5 m herausragende vordere Tubusende in einer Minute um 0,6 mm!

Daß das Schmidt-Teleskop den Wettbewerb zwischen Refraktor und Reflektor endgültig zugunsten des letzteren entschied, wurde in dem Vortrag „**Das Schmidt-Teleskop und seine Nachfolger**“ von Prof. Dr. S. MARX deutlich. Zwar ist der Refraktor in bezug auf die Größe des brauchbaren Gesichtsfeldes dem klassischen Reflektor mit parabolischem Hauptspiegel weit überlegen, da aber Reflektoren mit größerer Öffnung hergestellt werden können, haben sie um mehrere Größenklassen größere Reichweiten. Ein fotografischer Refraktor weist ein Gesichtsfeld von mehr als 10° Durchmesser (gegenüber dem Gesichtsfeld durchmesser von 3' bis 15' beim parabolischen Reflektor) auf, liegt aber hinsichtlich der Grenzgröße um 4 bis 6 Größenklassen unter dem Spiegelteleskop.

Das Schmidt-Teleskop verbindet ein großes nutzbares Gesichtsfeld mit der großen Reichweite des Reflektors. Nachteilig wirkt sich jedoch die Krümmung der Bildfläche aus, ferner die große Baulänge, die mindestens das Doppelte der Hauptspiegelbrennweite ausmacht. Daraus folgt eine große Masse (der Tautenburger Tubus hat eine Masse von 28 t), und es wird eine relativ große Kuppel benötigt. Da die Korrekptionsplatte eine Linse ist und Linsen mit Durchmessern wesentlich über 1 m nicht hergestellt werden können, bleibt die größte Öffnung von Schmidt-Teleskopen begrenzt. Das Tautenburger Instrument mit einer Korrekptionsplatte von 1,34 m Durchmesser ist deshalb trotz der erheblichen technischen Entwicklung seit 1960 nicht übertroffen worden.

Weiterentwicklungen, die die Nachteile des Schmidt-Teleskops vermeiden sollten, sind schon bald nach Bekanntwerden des Schmidtschen Konstruktionsprinzips eingeleitet worden. Keine von ihnen konnte die Einfachheit des Schmidt-Prinzips einhalten; das Schmidt-Cassegrain-System nicht, das Meniskus-System nicht und auch nicht das Super-Schmidt-System. Sie alle haben nur begrenzte Einsatzmöglichkeiten gefunden.

„Astronomie mit Schmidt-Teleskopen“ war das Thema des abschließenden Vortrages von Dr. F. BÖRNGEN. Man kann zwei Perioden der Schmidt-Astronomie unterscheiden, eine etwa von 1930 bis 1955 währende Periode der Untersuchung des Aufbaus unserer Galaxis und eine noch heute andauernde Periode, in der Schmidt-Teleskope vor allem für die extragalaktische Astronomie eingesetzt werden. In der ersten Periode hat sich besonders das Schmidt-Teleskop mit Objektivprisma oder, wie in Tautenburg, mit prismatischer Korrekionsplatte, zur Spektralklassifikation bewährt. Eine große Schmidt-Kamera kann auf einer einzigen Aufnahme bis zu 100 000 Spektren von Objekten bis zu 18<sup>m</sup> festhalten. Auch die Mehrfarbenphotometrie ist eine Domäne des Schmidt-Teleskops.

Der Beginn der zweiten Ära der Schmidt-Astronomie fällt mit dem sprunghaft ansteigenden Interesse an der extragalaktischen Forschung zusammen. Die Verteilung der Galaxien im Raum läßt sich auf Schmidt-Aufnahmen besonders effektiv untersuchen. Zudem gelang es, die Auswertung solcher Aufnahmen – noch immer übersteigt die Auswertzeit die eigentliche Aufnahmezeit um ein Vielfaches – zu rationalisieren. Die Einführung moderner automatischer Plattenmeßmaschinen in Verbindung mit großen Computern ist noch nicht abgeschlossen. Aber auch neue fotografische Labormethoden gestatten, den Informationsgehalt der Schmidt-Aufnahmen besser auszuschöpfen als bisher. Auch in diesem Bereich wurden in Tautenburg bedeutende Pionier- und Entwicklungsarbeiten geleistet.

Das gut besuchte Kolloquium erwies sich als eine durchdacht organisierte, informationsreiche Veranstaltung. Die Teilnehmer hatten Gelegenheit, in den Tagungspausen eine Ausstellung zur Biographie von Bernhard Schmidt zu besichtigen; ein Sonderpostamt war eingerichtet worden. Die – nach Prof. Dr. WÄTZIG – „kleinste Ingenieurhochschule der DDR“ hat sich mit dieser gelungenen Veranstaltung als guter Sachwalter ihrer eigenen Hochschulgeschichte erwiesen.

KLAUS LINDNER

### Konferenz über den Astronomieunterricht in der ČSSR

Im März fanden in Prag eine Konferenz über den Astronomieunterricht und ein Seminar über die Nutzung der Planetarien für Unterrichtszwecke statt. Dazu hatten die Sternwarte und das Planetarium Prag, die mathematisch-physikalischen Fakultäten der Karls-Universität Prag und der Komenský-Universität Bratislava, das Slowakische Zentrum der Amateurastronomie Hurbanovo und andere Institutionen eingeladen. Unter den rund 150 Teilnehmern befanden sich Fach- und Amateurastronomen, Mitarbeiter von Sternwarten, Lehrer allgemeinbildender Schulen, Hochschullehrer und andere Interessenten. Außerdem waren Vertreter aus der UdSSR, aus Bulgarien, Polen, Ungarn und der DDR eingeladen. 24 Vorträge mit anschließenden Diskussionen befaßten sich mit dem Stand der astronomischen Bildung an den Grund- und Mittelschulen der ČSSR. Astronomische Kenntnisse werden vor allem in den Fächern Physik, Geographie und Mathematik vermittelt. So beinhaltet der Physikunterricht des Gymnasiums z. B. auch einen Lehrgang Astrophysik. Die Lehrbücher dieses Faches enthalten ausführliche Darstellungen zur Astronomie. Referate und Aussprachen beschäftigten sich mit den bisherigen Ergebnissen der astronomischen Bildung und legten interessante Gedanken zu ihrer Weiterentwicklung dar. Deutlich zeigte sich das Bestreben, insbesondere den Anteil der Astrophysik bei der Vermittlung von astronomischem Wissen zu erhöhen.

Die Konferenz gab auch Einblick in Schülerleistungen, in die Ausbildung der Lehrerstudenten im Fach Astronomie sowie über die Nutzung der Planetarien als Unterrichtsmittel.

Die ausländischen Gäste berichteten, wie in ihren Ländern an allgemeinbildenden Schulen astronomische Kenntnisse vermittelt werden. So erläuterte Dr. BERNHARD Ziele und Inhalte des neuen Lehrplans für Astronomie, Dr. LINDNER sprach über den Einsatz physikalischer Experimente im

Astronomieunterricht und D. FÜRST informierte über die Nutzung der Archenhold-Sternwarte für den Astronomieunterricht.

Der Konferenz über den Astronomieunterricht schloß sich ein Seminar über den Einsatz der Planetarien für den Schulunterricht an. Ort der Veranstaltung war das Planetarium Prag, das unter Leitung von Ing. A. RÜKL wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse auf diesem Gebiet gesammelt hat. Ein reichhaltiges, interessantes, aber auch anstrengendes Programm informierte über vielseitige Einsatzmöglichkeiten des Planetariums für die astronomische Bildung von Schülern und Erwachsenen. Die dargebotenen Programme waren eindrucksvoll und gaben den Teilnehmern Einblick in den hohen Stand der Vermittlung von astronomischen Kenntnissen in der ČSSR.

Während der Konferenz fand eine Exkursion zu den astronomischen Sehenswürdigkeiten von Prag statt.

Die interessante einwöchige Beratung vermittelte den Anwesenden wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse. Dafür sei den Initiatoren der Tagung, insbesondere dem Direktor der Prager Sternwarte, Dr. O. HLAD, herzlich gedankt.

HELMUT BERNHARD; KLAUS LINDNER

### Schülerwettbewerb zur Raumfahrt

Die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR ruft die Schüler der oberen Klassen von Oberschulen und Berufsschulen der DDR zu einem Wettbewerb aus Anlaß des 25. Jahrestages des ersten bemannten Raumfluges durch JURI GAGARIN auf.

Der Schülerwettbewerb soll einen Beitrag dazu leisten, daß der Nutzen der friedlichen Raumfahrt zum Wohle der Menschheit verdeutlicht wird. Er ist geeignet, die Tätigkeit von außerschulischen Arbeitsgemeinschaften und besonders von fakultativen Kursen nach dem Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ zu unterstützen und wendet sich besonders an die dort erfaßten Schüler.

Gesucht sind Entwürfe, Modelle, Arbeits- und Anschauungsmittel zur Raumfahrt sowie Vorschläge für Experimente, die z. B. im Unterricht oder in der außerschulischen Arbeit (besonders in fakultativen Kursen) von Nutzen sein können.

Die Wettbewerbsbeiträge sind bis zum 12. April 1987 einzureichen: Pionierpalast „Ernst Thälmann“, Kennwort „Wettbewerb Raumfahrt“, Postfach 25, Berlin, 1170. Bei größeren Objekten können Fotos mit Beschreibungen eingereicht werden.

Die Auswertung des Wettbewerbs erfolgt zum 30. Jahrestag des Starts von Sputnik 1 im Oktober 1987.

EDGAR OTTO

### Wie arbeite ich mit der Fachzeitschrift?

Auch im Astronomieunterricht hat der Lehrer den gesellschaftlichen Auftrag, jeden Schüler optimal zu entwickeln, seine Anlagen und Fähigkeiten auszubilden und zu entwickeln sowie seine Individualität auszuprägen. Entscheidend für die Realisierung dieser hohen Zielstellung ist die Qualität jeder Unterrichtsstunde. Deshalb bereite ich meinen Unterricht immer wieder gründlich vor. An einigen Beispielen möchte ich zeigen, wie ich mit der Fachzeitschrift arbeite. Dabei beziehe ich mich auf Beiträge in der „Astronomie in der Schule“ Jahrgang 1985. Zunächst notiere ich mir die Beiträge in meiner Jahresplanung, die mir fachliche, pädagogische bzw. methodische Hilfen für den Unterricht geben. Neben den Karteikarten verwende ich Beiträge bei der direkten Vorbereitung der Unterrichtsstunde. Gerade die Beitragsreihe von M. REICHSTEIN war mir Hilfe für die Aktualisierung der Erkenntnisse über die Planeten, die der Lehrplan fordert (Hefte 1, 3, 5).

Die Erörterung eines aktuellen Beispiels der Forschung mit Hilfe der Raumfahrt durch die Sowjetunion und die sozialistischen Länder gelang mir sehr gut auf der Grundlage des Beitrages „Raumfahrtmissionen zum Kometen Halley“ (Heft 2).

Die aktuellen astronomischen Daten für das laufende Schuljahr (Heft 3) sowie die Beiträge „Beobachtungen“ verwende ich für die Planung der Schülerbeobachtungen.

Auch die Jubiläen aus der Geschichte der Astronomie, die Rubriken „Wissenswertes“, „Anekdoten“ und „Schülerfragen“ beziehe ich in den Unterricht zur Belebung und Aktualisierung mit ein.

Die Fachzeitschrift enthält auch Beiträge, die der *eigenen Weiterbildung* dienen. Ich denke z. B. an die Artikel „Zum fleißigen, angestregten und disziplinierten Lernen“ (Heft 5) und „Verantwortung des Lehrers für den Gebrauch der Fachsprache in der Raumfahrt“ (Heft 3), um hier nur einige zu nennen.

Auch Hinweise der Fachzeitschrift auf die *Veranstaltungen der Kurse und Lehrgänge* sowie zusätzliche Maßnahmen der Weiterbildung und das Vorstellen pädagogischer Lesungen macht eine langfristige Planung entsprechender Vorhaben möglich. Durch den „Blick auf den Büchermarkt“ konnte ich oft in den Besitz von Neuerscheinungen gelangen.

Mit großem Interesse lese ich auch die *Erfahrungsberichte*. Sie sind mir Bestätigung meiner Arbeit oder regen mich an, meine Unterrichtsplanung zu überdenken und Neues auszuprobieren. Der Beitrag „Planung für die Tätigkeit fakultativer Kurse“ (Heft 2) gab mir wertvolle Anregungen für meine Tätigkeit als Leiter eines solchen Kurses. Es kam zum brieflichen Erfahrungsaustausch, bei dem ich noch einige Details über die Realisierung der Assistententätigkeit erfragen konnte.

Erwähnen möchte ich noch, daß ich auch Beiträge der Zeitschrift sowie solche, auf die in der „Zeitschriftenschau“ aufmerksam gemacht wurde, an Schüler weitergebe, die sie zur Vorbereitung von Schülervorträgen nutzen, z. B. den Beitrag „Rettungssputnik Kosmos 1383“ (Heft 2).

An dieser Stelle möchte ich mich bei der Redaktion der Fachzeitschrift für die niveaulosen Beiträge bedanken, die mir stets Hilfe bei der Planung und Vorbereitung der Unterrichtsstunden sind. Ich erwarte, daß die Beiträge weiterhin so ausgewählt werden, daß sie die Lehrer über Entwicklung in der Astronomie, Politik und Pädagogik informieren und sie zum Erfahrungsaustausch anregen, vor allem bei der Umsetzung des neuen Lehrplanes.

MONIKA KOHLHAGEN

### Zweckmäßige Aufbewahrung von Schulfernrohren

In einen handelsüblichen Schrank werden 2 Kanthölzer mit halbrunden Vertiefungen für die Fernrohre montiert. Diese Vertiefungen werden mit Filz ausgelegt. Die Abstützungen aus Eisen können gleichzeitig als Ablage für kurze Karten genutzt werden. Auch die Holzstativ können noch im Schrank untergebracht werden. Ein drittes Fernrohr kann in der darunter befindlichen Kiste aufbewahrt werden (s. Bild 4. Umschlagseite).

Vorteile:

- Schnelles Aufstellen der Fernrohre auf dem Schulhof durch Fachhelfer
- Sehr übersichtlich
- Fast alle Astronomieunterrichtsmittel in einem Schrank.

CHRISTIAN SCHÖLZ

### Noch einmal: Scheinbare Durchmesser

Unser Beitrag „Zum Anblick der Sonne von den Planeten des Sonnensystems aus“ in „Astronomie in der Schule“ 21 (1984) 1, S. 19 und 3. Umschlagseite, hat bei zahlreichen, vor allem jugendlichen Lesern die Frage aufgeworfen, ob es möglich ist, von verschiedenen Planeten aus andere Planeten als flächenhafte Gebilde zu sehen. Legen wir als Auflösungsvermögen des guten menschlichen Auges den Wert von einer Bogenminute zugrunde, so müßte ein angenommener Beobachter von der Venus aus die Erde unter günstigsten Umständen als winziges Scheibchen erkennen können, da sie unter einem Winkel von etwas mehr als 60" erscheinen würde.

Wie sieht das nun bei den äußeren Planeten aus? Die folgende Tabelle mag verdeutlichen, daß wir hier unsere Erwartungen nicht zu hoch ansetzen dürfen. Unter günstigsten Gegebenheiten betragen die scheinbaren Durchmesser:

Jupiter, vom Mars aus gesehen	60"
Jupiter, vom Saturn aus gesehen	54"

Saturn, vom Jupiter aus gesehen 46"

Ring des Saturn, vom Jupiter aus gesehen 106"

So könnte ein angenommener Beobachter auf dem Mars den Jupiter gerade noch als winziges Scheibchen sehen. Lediglich der Saturn wäre vom Jupiter aus bei genügend großer Ringöffnung als kleines, elliptisches Gebilde zu erkennen. Er hat mit seinem Ringsystem sogar einen etwas größeren scheinbaren Durchmesser, als ihn die Sonne für einen angenommenen Beobachter auf dem Uranus zeigt.

HERBERT NIEMZ

HANS JOACHIM NITSCHMANN

### Zentralisierte Beobachtung an der Schulsternwarte Magdeburg-Nord

Zur Unterstützung der obligatorischen astronomischen Beobachtungen steht uns seit dem Schuljahr 1981/82 die neue Schulsternwarte Magdeburg-Nord zur Verfügung. Dort wird für alle Klassen, die im Astronomischen Zentrum Magdeburg unterrichtet werden, sowie für die Klassen von weiteren 7 Schulen Beobachtungsunterricht in zentralisierter Form erteilt. Im Schuljahr 1984/85 nahmen daran insgesamt 37 Klassen teil.

Nach einem für die Schulen verbindlichen Organisationsplan werden die Klassen in jährlich wechselnder Reihenfolge vom Sternwartenleiter zu bestimmten Wochentagen eingeladen. Die Dauer einer Beobachtungsstunde beträgt etwa 60 Minuten. **Der Astronomielehrer der Klasse ist verantwortlich für die Durchführung der Beobachtungen.** Er begleitet die Klasse und klärt alle organisatorischen Probleme, wie z. B. die Benachrichtigung der Schüler, der Eltern und der Schulleitung, die Anwesenheitskontrolle, die Einhaltung von Ordnung und Disziplin, die Vorbereitung der Schüler auf die mit dem Sternwartenleiter vereinbarten Aufgaben, die Auswertung der Beobachtungen und die Eintragung im Klassenbuch. Den Schülern und den Eltern wird mitgeteilt, daß der Beobachtungsabend nur stattfindet, wenn der Himmel 30 Minuten vor der angesetzten Zeit nicht nennenswert bewölkt ist. Ansonsten wird nach Absprache mit dem Sternwartenleiter ein neuer Termin mitgeteilt.

Die Schüler müssen über folgendes Wissen und Können verfügen:

- Fähigkeit zum Auffinden des Polarsterns und der Nordrichtung,
- Kenntnis des Großen Wagens, der Kassiopeia und des Sommerdreiecks bzw. des Wintersechsecks,
- Kenntnis der Koordinaten Azimut und Höhe,
- elementare Fähigkeiten zum Umgang mit dem Schulfernrohr.

Die technische Vorbereitung liegt in meiner Hand. Zwei bis drei Teilnehmer am FKR „Astronomie und Raumfahrt“ stellen auf der Plattform etwa 5 Schulfernrohre auf und justieren sie grob nach dem Polarstern. Dies geschieht vor Beginn der Beobachtungsstunde. An jedem Fernrohr arbeiten dann zwei Schülergruppen mit je zwei bis drei Schülern. Die Fernrohre werden azimutal montiert und die Achsen leicht schleifend geklemmt. Zur „Besichtigung“ von Himmelsobjekten (wobei Azimut und Höhe nicht gemessen werden sollen) montieren wir die Fernrohre wegen der bequemeren Nachführung parallelaktisch. Im Unterrichtsraum, der sich unter der Sternwarte befindet, werden 10 Protokollunterlagen sowie je Gruppe eine abgedunkelte Taschenlampe zum Umhängen ausgelegt. Der Coudé-Refraktor in der Kuppel wird mit stärkerer Vergrößerung auf ein zusätzliches Objekt eingestellt. Außerdem steht noch eine größere Stablampe zum „Zeigen“ der Objekte zur Verfügung.

In der Zeit von Mitte bis Ende September (also noch während der Gültigkeit der Sommerzeit!) wird an jedem Wochentag – außer Sonnabend und Sonntag – eine Klasse eingeladen, ab Oktober sind es meistens zwei. Die Klasse wird jeweils im Klassenraum (unter der Sternwarte) für die Durchführung der Aufgaben und die Anfertigung des Protokolls von mir bzw. dem begleitenden Fachlehrer eingewiesen. Diese Einweisung soll vom Schuljahr 1985/86 an möglichst nur noch der begleitende Fachlehrer übernehmen, da er am besten weiß, welches Wissen und Können er bei

seinen Schülern voraussetzen kann. Die Einweisung dauert maximal 10 Minuten. Danach gehen die Schüler geschlossen zur Plattform der Sternwarte. Dort ist der begleitende Lehrer für die Durchführung der Aufgaben, für Ordnung und Disziplin verantwortlich. Zwei oder drei Teilnehmer am FKR übernehmen zusätzlich die Betreuung der Fernrohre. Nach einer kurzen Orientierung am Sternhimmel unter Leitung des Fachlehrers arbeiten die Schüler in Zweiergruppen selbständig an der Lösung der gestellten Aufgaben. Nach etwa einer halben Stunde bittet der Sternwartenleiter die Gruppen, nacheinander zur Kuppel zu kommen, wo ein zusätzliches Objekt bei stärkerer Vergrößerung beobachtet werden kann. Die Schüler können darüber auf der Rückseite des Protokollbogens berichten. Am Ende des Beobachtungsunterrichts geben die Gruppen die Protokollunterlagen, die Protokollblätter und die Taschenlampen wieder im Unterrichtsraum ab. Die Klasse verläßt geschlossen die Sternwarte. Die bisher geplanten Beobachtungsabende konnten trotz mehrmaliger wetterbedingter Terminverschiebungen weitgehend durchgeführt werden.

ERHARD HENNIGES

## S Schülerfragen

### Woher wissen wir, daß die Metagalaxis expandiert?

Wir beobachten die Objekte im Weltall (Sterne, Galaxien und Galaxienhaufen) mit Hilfe der elektromagnetischen Strahlung, die sie aussenden, des Lichtes. Licht ist seinerseits nicht strukturlos: Die Struktur seines Spektrums läßt uns auf die Eigenschaften der Objekte schließen, die das Licht ausstrahlen. Strukturloses Licht entsteht nur im thermodynamischen Gleichgewicht (sogenannte schwarze Strahlung).

Beim Übergang des Lichts aus dem strahlenden Objekt in den umgebenden Raum liegt kein solches Gleichgewicht vor. Dem Spektrum der Strahlung prägen sich Absorptionslinien und – je nach dem Charakter der Aktivität des Objekts – Emissionslinien auf, die ihrerseits komplexe oder verwaschene Strukturen bilden können. Nach den Gesetzen der Quantenphysik haben diese Strukturen ihren festen Platz im Spektrum, der vom Bau der strahlenden Mikrosysteme (Elementarteilchen, Atome, Moleküle, Staubteilchen) abhängt. So hat jedes chemische Element seine charakteristischen „Fingerabdrücke“ in der elektromagnetischen Strahlung: Wir können heute die chemische Zusammensetzung der Sternatmosphären und sogar örtliche Variationen auf der Sternoberfläche mit der Spektralanalyse erschließen.

Die für die Vorstellung vom expandierenden Weltall entscheidende Entdeckung war, daß die Strukturen im Spektrum extragalaktischer Objekte systematisch und als Gesamtheit in Richtung auf das rote (niederfrequente) Ende des Spektrums verschoben sind. Schon vorher hatte man solche Verschiebungen an Sternen beobachtet, allerdings in beiden Richtungen, und sie als Dopplereffekt auf Grund einer Radialbewegung gedeutet.

Eine sich dem Beobachter nähernde Strahlungsquelle verkürzt die Wellenlänge  $\lambda$  durch ihre das Signal verfolgende Bewegung und wird deshalb mit höherer Frequenz  $\nu$  empfangen als im Ruhezustand:

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right), \quad \nu = \nu_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right)^{-1} \quad (1)$$

Die genauere relativistische Formel, die bei sehr hohen, der Lichtgeschwindigkeit nahekommenden Geschwindigkeiten angewandt werden muß, lautet:

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}}, \quad \nu = \nu_0 \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} \quad (2)$$

$v$  ist die Geschwindigkeit der Annäherung,  $c$  die Signalgeschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit).  $v$  ist negativ einzusetzen, wenn sich der Sender vom Beobachter entfernt. Der Dopplereffekt betrifft ausnahmslos alle Linien des strahlenden Objekts. Wären nur Teile der Spektralstruktur verschoben, käme die Deutung als Dopplereffekt nicht in Frage.

Es gibt keinen Hinweis gegen die Deutung, daß die Rotverschiebung im Spektrum der extragalaktischen Objekte durch Dopplereffekt zustande kommt, das heißt, daß sich diese Objekte von uns entfernen. Die nach Formel (2) berechnete Geschwindigkeit nimmt mit der Entfernung der Objekte zu. Dies hat E. HUBBLE als erster festgestellt, auch wenn die Eichung seiner Entfernungsmessung noch Fehler enthält. Wir schreiben

$$v = H r \quad (3)$$

$r$  ist der Abstand der Galaxis von uns,  $H$  die Hubble-Zahl, die gewöhnlich in  $\text{km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$  angegeben wird und einen Wert zwischen 50 und  $100 \text{ km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$  hat. Der reziproke Wert der Hubble-Zahl hat die Dimension einer Zeit (formales Weltalter,  $H^{-1} = 10 \dots 20 \text{ Mrd. Jahre}$ ).

Die Entfernungsbestimmung extragalaktischer Objekte ist eine komplizierte Aufgabe, weil man physikalisch verschiedene Methoden aneinander reihen muß, um die verschiedenen Größenordnungen der Entfernung zu überbrücken. Deshalb ist der Wert von  $H$  in gewissen Grenzen strittig, nicht aber der Zusammenhang, der in der „näheren“ Umgebung der Milchstraße ( $r \leq 5 \text{ Mrd. Lichtjahre}$ ) mit der Formel (3) beschrieben wird.

Das Expansionsgesetz nach Formel (3) beschreibt eine Expansion ohne Mittelpunkt. Dies heißt: Wählen wir ein beliebiges anderes Bezugsobjekt als die Erde, das an der Expansionsbewegung teilnimmt, so hat die Expansion nach Abzug der Eigengeschwindigkeit des Objekts wieder die von der Formel (3) beschriebene Eigenschaft, nur daß sich nun  $r$  und  $v$  auf dieses Objekt beziehen.

Die Expansion in größerer Entfernung (und tieferer Vergangenheit) wird durch die allgemeine Relativitätstheorie beschrieben. Wir können die Expansion zurückrechnen und haben aus der Vergangenheit Zeugen (Mikrowellenhintergrundstrahlung, Deuterium, Helium), die uns bestätigen, daß die Expansion bis in Zeiten weit jenseits der Grenze zurückverfolgt werden kann, wo die optisch beobachtbare Spätphase der kosmischen Entwicklung begann, wo das Weltall durchsichtig wurde, und die Kondensation der Galaxien einsetzte.

DIERCK-EKKEHARD LIEBSCHER

## Z Zeitschriftenschau

**DIE STERNE.** I. MEIER/J. REICHE: Ein neues Planetarium aus Jena. 62 (1986) 1, 3–13. Das neue Gerät für Großplanetarien wurde (unter Nutzung bewährter traditioneller Lösungen) völlig neu konzipiert. Dabei wurden neue mechanisch-optische Lösungen gefunden und Bedienung und Steuerung dem heutigen Stand der Elektronik und Mikrorechner-Technik angepaßt. Als erstes Gerät wird es völlig über Mikrorechner gesteuert. Das erste Planetarium dieser Serie steht seit Juli 1984 im Space Sciences Centre in Edmonton/Kanada. – F. W. JAGER: Der Einsteinturm in Potsdam und die Relativitätstheorie. 62 (1986) 1, 14–23. – Die geologische Entwicklung der Dione. 62 (1986) 1, 42–46. **ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT.** M. REICHSTEIN: Ab-

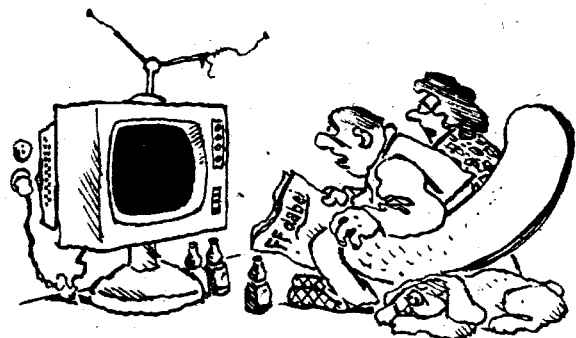
standsreihen und die Grenzen des Sonnensystems. 23 (1985) 6, 122–126 und 132. Autor gelangt zu dem Schluß, daß von einer einst erheblich größeren Anzahl planetarischer Objekte im Sonnensystem nach der Akkretionsphase bevorzugt diejenigen übrigblieben, die sich auf relativ stabilen Bahnen mit bestimmten, möglichst einfachen ganzzahligen Resonanzbeziehungen bewegten. Alles übrige ging im Laufe der Zeit durch Kollisionen verloren oder wurde gravitativ hinauskatapultiert. Er hält außerhalb der Saturnbahn eine z. T. noch unbekannte, aber evtl. erhalten gebliebene Raumbesetzung mit nicht allzu massereichen planetarischen Himmelskörpern für möglich. — S. JÄHN: Ein Vierteljahrhundert nach Juri Gagarins Weltraumflug. 24 (1986) 1, 2–5. — D. MÖHLMANN: Das Phobos-Projekt. 24 (1986) 1, 5–7. — U. SCHMALING: Raumfahrt-Atlas (2): Volksrepublik China. 24 (1986) 1, 13–17. — W. FISCHER: Die kleine Schmidt-Kamera-Station der Sternwarte Sohland. 24 (1986) 1, 20–22. — U. WITT: Beschreibung eines Vergleichssterphotometers. 24 (1986) 1, 24–27. — H. MEUSINGER: Die Welt als Friedmann-Kosmos. 24 (1986) 2, 34–42. — J. FLOHRER: Quellen kosmischer Gamma-Strahlungsausbrüche als mögliche Beobachtungsobjekte für Amateurastronomen. 24 (1986) 2, 42–45. — H. TIERSCH/D. STOLL: Ringsysteme um Planeten in unserem Sonnensystem (I). 24 (1986) 2, 45–51. — D. MÖHLMANN: Erste Giacobini-Zinner-Ergebnisse. 24 (1986) 2, 51–52. — H.-D. NAUMANN: Zwei Jahrzehnte Nutzung von Nachrichtensatelliten. 24 (1986) 2, 52–58. — A. GRÜNBERG: Das Spektrohelioskop – ein klassisches Instrument der Sonnenerkundung. 24 (1986) 2, 61–65.

URANIA. L. BUCHMANN/F. GEHLHAR: Ein Kosmos für die Ewigkeit? 61 (1985) 12, 24–29. Autoren entwickeln ein Szenarium der kosmischen Evolution in vier Etappen: 1. Phase des Auseinanderfallens einheitlicher Wechselwirkungen beim Unterschreiten bestimmter Schwellentemperaturen und Entstehung von Elementarteilchen (bis 1 s nach Expansionsbeginn). 2. Epoche der Bildung von H- und He-Kernen (1 s bis 3 min nach Expansionsbeginn). 3. Zeitalter der Strahlungsdominanz (bis einige  $10^5$  a nach Expansionsbeginn). 4. Epoche der Galaxien, Sterne, Planetensysteme (bis heute). — K. FRITZE: Kometenbombardement durch Sonnenzwilling? 61 (1985) 12, 30 f. In seriöser Weise trägt der Autor die sehr hypothetische, jedoch denkmögliche Auffassung vor, daß die Sonne von einem kleinen lichtschwachen Zwergstern vom Spektraltyp M in einer stark exzentrischen Bahn mit einer großen Halbachse von 90 000 AE in 26 Mill. Jahren umlaufen wird. Im Periastron soll er sich der Oortschen Kometenwolke soweit nähern, daß er eine größere Anzahl Kometen in ihrer Bahnbewegung stören kann, was zu einem periodisch wiederkehrenden Kometenbombardement der Erde mit allen ökologischen Konsequenzen führen würde. — M. SCHUKOWSKI: Astronomische Uhren an Rathäusern der DDR. 62 (1986) 3, 28–31. Vorgestellt werden die Kunstuhren von Görlitz, Leipzig und Plauen. — L. BUCHMANN: Astronomie für jedermann. 62 (1986) 4, 4–9. Aus der Arbeit der Schul- und Volkssternwarten der DDR. Dem Beitrag beigefügt ist ein Gespräch des Autors mit Doz. Dr. sc. D. B. Herrmann zum Thema Vom Anschauen des Weltalls zur Weltanschauung. — T. GEMSA: Die Vorgeschichte des ersten bemannten Weltraumfluges. 62 (1986) 5, 12–17. — K. ENGELHARDT: Technologieschub durch Weltraumrüstung? 62 (1986) 5, 20–23. Der Autor belegt aus ökonomischer und politischer Sicht, daß der Einsatz von Wissenschaft und Technik für militärische Zwecke eine gewaltige Vergeudung hochentwickelter Produktivkräfte darstellt. Es ist weder theoretisch noch praktisch zu belegen, daß die Konzentration auf die Rüstungstechnologien, die das zivile wissenschaftlich-technische Potential deformiert, die effektivste Methode sein soll, höchste Ergebnisse auf dem Gebiet der zivilen Forschung zu erzielen. Mit den Abrüstungsvorschlägen der UdSSR ist der Weg gewiesen, daß Wissenschaft und Technik ihrer eigenen Bestimmung gerecht werden können, dem Wohle des Menschen zu dienen.

WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT. D. MÖHLMANN: Marsmond Phobos. 35 (1985) 12, 321–324. Im Sommer 1988 sollen zwei sowjetische Sonden gestartet werden, um den

Marsmond Phobos, den Mars, die Sonne und den Sonnenwind zu untersuchen. Die sehr komplexen Meßplattformen des Phobos-Projekts entstehen in internationaler Kooperation der UdSSR mit Wissenschaftlern und Einrichtungen Bulgariens, der ČSSR, der DDR, Ungarns, Polens, Österreichs, der BRD, der ESA, Finnlands, Frankreichs und Schwedens. Autor stellt Charakteristika, Aufgaben und Ziele dieser im Rahmen der kosmischen Physik wesentlichsten Missionen Ende der 80er Jahre dar (s. Beitrag auf S. 56 dieses Heftes). **DEUTSCHE LEHRERZEITUNG.** D. MÖHLMANN: Weltraumforschung eröffnet ungeahnte Perspektiven. 33 (1986) 4, S. 9. Unter dieser nicht ganz eindeutigen Überschrift wird auf Forschungsschwerpunkte in bzw. von Raumflugkörpern aus eingegangen: Kosmische Materialwissenschaft, Fernerkundung der Erde, Nachrichtenwesen und Kommunikation, erdnaher Weltraum und Sonnensystem (einschl. Kleinkörper), extraterrestrische Astronomie. Bemerkenswert das folgende Zitat: „Die Welt, in der wir leben, (gibt) uns unendlich viele Rätsel auch in ihren physikalischen Grundeigenschaften auf. Zweifelsohne wird hier die Kosmosforschung einen großen Beitrag leisten, um unser Grundwissen weiter zu vertiefen. Übrigens liegt hier eine der politischen Motivationen für die Beteiligung unseres Landes an der Kosmosforschung.“

MANFRED SCHUKOWSKI



„Entweder ist das die Sendung URKNALL und SCHWARZE LÖCHER, oder unser Apparat ist wieder mal kaputt!“

Aus „Eulenspiegel“

R

## Rezensionen

MARK KOLTUN: Sonne und Menschheit. Übersetzung aus dem Russischen. VEB Fachbuch-Verlag, Leipzig 1985. 127 S. mit 125 überwiegend farbigen Bildern, Preis 9,50 Mark.

Der Autor befaßt sich mit den vielseitigen Wechselbeziehungen zwischen Sonne und Erde. Er geht auf die Erforschung der Sonnenstrahlung und ihre Bedeutung für das Leben auf der Erde ein. Ausführlich werden Möglichkeiten und Probleme der praktischen Nutzung der Sonnenenergie in der Volkswirtschaft und in der Raumfahrt erörtert. Dazu gehören Beispiele zur Anwendung von Sonnenkollektoren und Solarzellen. Bilder und Skizzen von außerordentlich guter Qualität veranschaulichen die interessanten und verständlichen Ausführungen.

HELGA und WILHELM STRÜBE: Den Mars bezwing' ich in acht Tagen. Kinderbuchverlag Berlin 1982. 176 Seiten, zahlreiche Illustrationen, Preis 5,90 Mark.

Das Kinderbuch enthält eine Erzählung über Johannes Kepler. Stets den geschichtlichen Hintergrund beachtend, wird mit Hilfe von Episoden Einblick in das Leben und Wirken dieses großen Gelehrten gegeben. An überzeugenden Beispielen werden moralische Eigenschaften Keplers, wie seine Wahrheitsliebe und sein konsequentes Eintreten für die Gerechtigkeit, dargestellt.



Das Buch, für Schüler ab 12 Jahren geeignet, kann besonders in den Arbeitsgemeinschaften „Junger Astronomen“ genutzt werden. Für interessierte Schüler ist es aber auch ein anregendes Geschenk.

HELMUT BERNHARD

**D. B. HERRMANN: Rätsel um Sirius** – Astronomische Bilder und Deutungen. Buchverlag Der Morgen Berlin, 1. Auflage 1985, 194 S., 14 Abbildungen. Bestellnummer 695 578 5, Preis 10,50 Mark.

Alle Astronomie beginnt mit dem Blick zum Himmel, ganz gleich ob den astronomisch Interessierten vorrangig die Sonne, der Mond, die Planeten, die Sterne oder sonstige Himmelsobjekte anziehen. Deswegen lauten auch von Laien immer wieder gestellte Fragen: Wie kann man Ordnung in das Wirrwarr der Gestirne bringen? Woher stammen die Sternbilder? Wer gab ihnen Namen? Der Untertitel dieses Buches „Astronomische Bilder und Deutungen“ macht neugierig und dürfte ein Grund für die starke Nachfrage sein, denn er verspricht die Auflösung von uralten Rätseln. Dabei geht es um mysteriöse Himmelsobjekte wie den hellen Sirius (Sternbild Großer Hund), der bei dem afrikanischen Stamm der Dogon schon als Doppelstern bekannt gewesen sein soll, lange bevor Fernrohre mit der entsprechenden Lichtstärke und dem nötigen Auflösungsvermögen konstruiert wurden. Auch der Stern von Bethlehem, der in der biblischen Weihnachtsgeschichte eine Rolle spielt, wird aus einem neuen Blickwinkel betrachtet.

In vier voneinander unabhängigen Beiträgen, von denen einige als selbständige Abhandlungen bereits in der „Schriftenreihe der Archenhold-Sternwarte“ Berlin-Treptow erschienen, äußert sich der Autor zu Fragen, welche kulturgeschichtlich und wissenschaftsgeschichtlich gleichermaßen bedeutsam sind.

Da die Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow ein Zentrum astronomiegeschichtlicher Forschung innerhalb der DDR darstellt, erfahren wir viel Neues aus der Feder des Direktors der Sternwarte und Dozenten für Geschichte der Astronomie und Astrophysik an der Humboldt-Universität Berlin.

Bemerkenswert an diesem äußerlich unscheinbaren Büchlein im Taschenbuchformat erscheint mir, daß nicht nur Fakten aus der jahrtausendalten Geschichte dieser Wissenschaft zusammengetragen wurden, sondern daß der Autor eigene Gedanken zu strittigen Fragen vorträgt, sei es zu politischen, weltanschaulichen oder gar utopischen Problemen. Dies geschieht in allgemeinverständlicher und spannender Form zugleich, „... mit der freimütig eingestandenen Absicht, Vergnügen an Rätseln, Bildern und Deutungen zu bewirken...“ (S. 187).

Im Nachwort wird überzeugend die Notwendigkeit wissenschaftshistorischer Forschung dargelegt. Da geschichtliche Aspekte gerade auch im Astronomieunterricht eine Rolle spielen, sollten Lehrer auf diese Neuerscheinung aufmerksam gemacht werden. Eine besondere Werbung hat HERRMANN'S „Rätsel um Sirius“ nicht nötig.

WOLFGANG KONIG

# A

## Anekdoten

### Richtige Motivation?

Während der Ferienzeit herrscht im Planetarium Potsdam Hochbetrieb. Besonders beliebt sind die Veranstaltungen für die „Kleinen“ der Unterstufe, wie der Mond beim Schneider, aus dem Bilderbuch des Sternhimmels oder unser Erdkarussell.

Viele Schüler kommen so zum ersten Male in das für sie fremde Planetarium. Ein Großteil der Lehrer und Erzieher versucht, die Schüler auf dieses Ereignis vorzubereiten und ihnen bewußt zu machen, was sie unter der großen Kuppel erwartet. Leider nimmt man sich nicht überall immer die Zeit, diese notwendige pädagogische Vorarbeit durchzuführen. Oft kommen Gruppen, gerade noch im letzten Augenblick, um rasch Platz zu nehmen und die neugierig Harrenden nicht länger warten zu lassen. So geschah es auch in den letzten Ferien, als flugs noch eine Gruppe des 2. Schuljahres in das Planetarium eilte und sich von dem Mitarbeiter in die noch freien Plätze einweisen ließ. Besagter Mitarbeiter trug einen weißen Kittel und wollte gerade mit der Veranstaltung beginnen, als plötzlich ein Kleiner in der ersten Reihe ganz verängstigt die Frage stellte: „Onkel, bekommen wir jetzt 'ne Spritze?“

ARNOLD ZENKERT

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Modell des zukünftigen Zeiss-Großplanetariums in der Hauptstadt der DDR – Prof. Dr. WOLFGANG BIERMANN, Mitglied des ZK der SED, Generaldirektor des Kombines VEB Carl Zeiss Jena, führte in seinem Diskussionsbeitrag auf dem XI. Parteitag der SED dazu folgendes aus: „In weiten Teilen der Welt wird der Name Carl Zeiss Jena aus unserer Republik mit Präzisionsmeßtechnik, Mikroskopen, Feldstechern, Planetarien und anderen Erzeugnissen in Verbindung gebracht, und wir wären schlecht beraten und es wäre wirtschaftlich nicht in Ordnung, wenn wir diese exporteffektiven Erzeugnisse bei uns dem Selbstlauf überlassen würden.“

Bei Planetarien können wir heute durch das Zusammenwirken von Hochleistungsoptik, Mikroelektronik und Präzisionsmechanik den ersten Platz im Weltexport international behaupten. Sie stehen in vielen Hauptstädten der Erde als Zeugen der Leistungskraft und Qualitätsarbeit der DDR und als Botschafter unserer Republik für Frieden und Völkerverständigung. Die schönste und modernste Einrichtung dieser Art werden wir zur 750-Jahr-Feier unserer Hauptstadt Berlin im Ernst-Thälmann-Park ihrer Bestimmung übergeben, und wir hoffen von vornherein sehr, daß alle Berliner und viele Gäste aus nah und fern darin Bildung, Entspannung und Erholung finden.“

Foto: Baudirektion Berlin

**2. Umschlagseite** – Bahnverlauf für das Annäherungsmanöver der PHOBOS-Raumsonde an den Marsatelliten Phobos. Zeichnung: PETER SCHRÖPFER, Zwönitz

**3. Umschlagseite** – Aufbauschema der PHOBOS-Raumsonden.

Zeichnung: PETER SCHRÖPFER, Zwönitz

**4. Umschlagseite** – Zweckmäßige Aufbewahrung zweier Schulfernrohre. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 92  
Foto: CHRISTIAN SCHOLZ, Weixdorf

# D

## Dokumentation

- Anzeige des Sachgebietes, in das die Veröffentlichung einzuordnen ist
  - Nennen des Verfassers und des Titels der Publikation
  - Orientierung zum Standort des Beitrages und über seine Beilagen (z. B. Anzahl der Literaturangaben)
  - Kurzinformationen über wesentlichen Inhalt des Artikels
- Zusammenstellung: ANNELORE MUSTER

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Planeten*  
SCHÄFER, KLAUS

#### Evolution der Planetenatmosphären

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 3, 52-56; 3 Tab.; 8 Lit.  
Nach einem kurzen Überblick über die Herkunft der Planetenatmosphären geht der Autor ausführlich auf die Entwicklung der Atmosphären der Planeten, des Erdmondes und der Satelliten Jo und Titan ein.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Fachwissenschaft · Planeten*  
REICHSTEIN, MANFRED

#### Jupiter und seine Begleiter (III)

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 77-79.  
Inhalt des Beitrages sind neueste Forschungsergebnisse über die Jupitermonde Io und Europa. Während Io eine von Schwefelvulkanismus geprägte Kruste aufweist, besteht die Oberfläche Europas aus einem von gewaltigen Spalten durchzogenen Eispanzer.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Sonnensystem*  
LINDNER, KLAUS

#### Astronomische Daten für das Schuljahr 1986/87

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 3, 56-59, 1 Abb.  
Zusammenstellung der wichtigsten astronomischen Daten, die den Astronomielehrern und Leitern von fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ Hilfen für die Beobachtungsplanung und Aktualisierung des Unterrichts bieten.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Raumfahrt*

NAUMANN, HANS-DIETER

#### Die Raumsonden-Mission PHOBOS – ein Beispiel friedlicher Kosmoskooperation

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 79-81; 1 Tab.  
Es wird über das bisher größte Kooperationsvorhaben der Raumfahrt informiert. Inhaltliche Schwerpunkte des Forschungsvorhabens werden genannt.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

MARX, EVA-MARIA

*Methodik AU · Geschichte der Astronomie*

#### Jubiläen in Astronomie und Raumfahrt im Schuljahr 1986/87

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 3, 59-60; 1 Tab.  
Kurze Informationen und weiterführende Hinweise zu wichtigen Jubiläen aus Astronomie und Raumfahrt.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Sterne*

VIETZE, WOLFGANG

#### Zur Behandlung des Hertzsprung-Russell-Diagramms im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 81-83.  
Es wird eine methodische Variante der Behandlung des HRD vorgestellt, die geeignet ist, bei allen Schülern das gewünschte Bildungs- und Erziehungsziel zu erreichen.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU*

FRISCH, DIETER

#### Einsatz einer Dia-Ton-Reihe in den ersten Astronomiestunden

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 3, 61-62; 9 Lit.  
Der Autor stellt die von ihm erarbeitete Dia-Ton-Reihe „Einführung in den AU Teil 1“, bestehend aus 25 Dias, dazugehörigen Textbeiträgen, und elektronischer Musik, vor. Mit ihrem Einsatz soll das Niveau der Einführungsstunden erhöht und die Schüler stärker für das Fach Astronomie motiviert werden.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Sterne*

SCHÖFT, RUDI

#### Zur Festigung im Astronomieunterricht

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 83-85.  
Autor nennt zunächst den Gegenstand und die Formen der Festigung und erläutert die Festigung am Beispiel der Unterrichtseinheit „Sternentwicklung“.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Politik · Schulpolitik*

KOCH, KLAUS-UWE

#### Zu einigen ausgewählten Grundfragen der Strategie des XI. Parteitages der SED in der neuen Etappe der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 74-77.  
Der Verfasser informiert über die Beschlüsse des XI. Parteitages der SED zur Verwirklichung des qualitativ neuen Abschnittes der Gesellschaftskonzeption der Partei und nennt die sich daraus ergebenden Schlußfolgerungen für das sozialistische Bildungswesen.

### ASTRONOMIE IN DER SCHULE

*Methodik AU · Fakultativer Kurs*

PFISTERER, ROLF

#### Zur Gestaltung fakultativer Kurse im Hinblick auf die Entwicklung jedes Schülers

Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 85-86.  
Der Autor teilt Erfahrungen mit, wie er seine Schüler durch differenziertes Arbeiten im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ befähigt hat, als Helfer bei den obligatorischen Beobachtungen zu arbeiten.

zur Sonne

Parabolantenne

zur Erde

wissensch. Nutzlasten

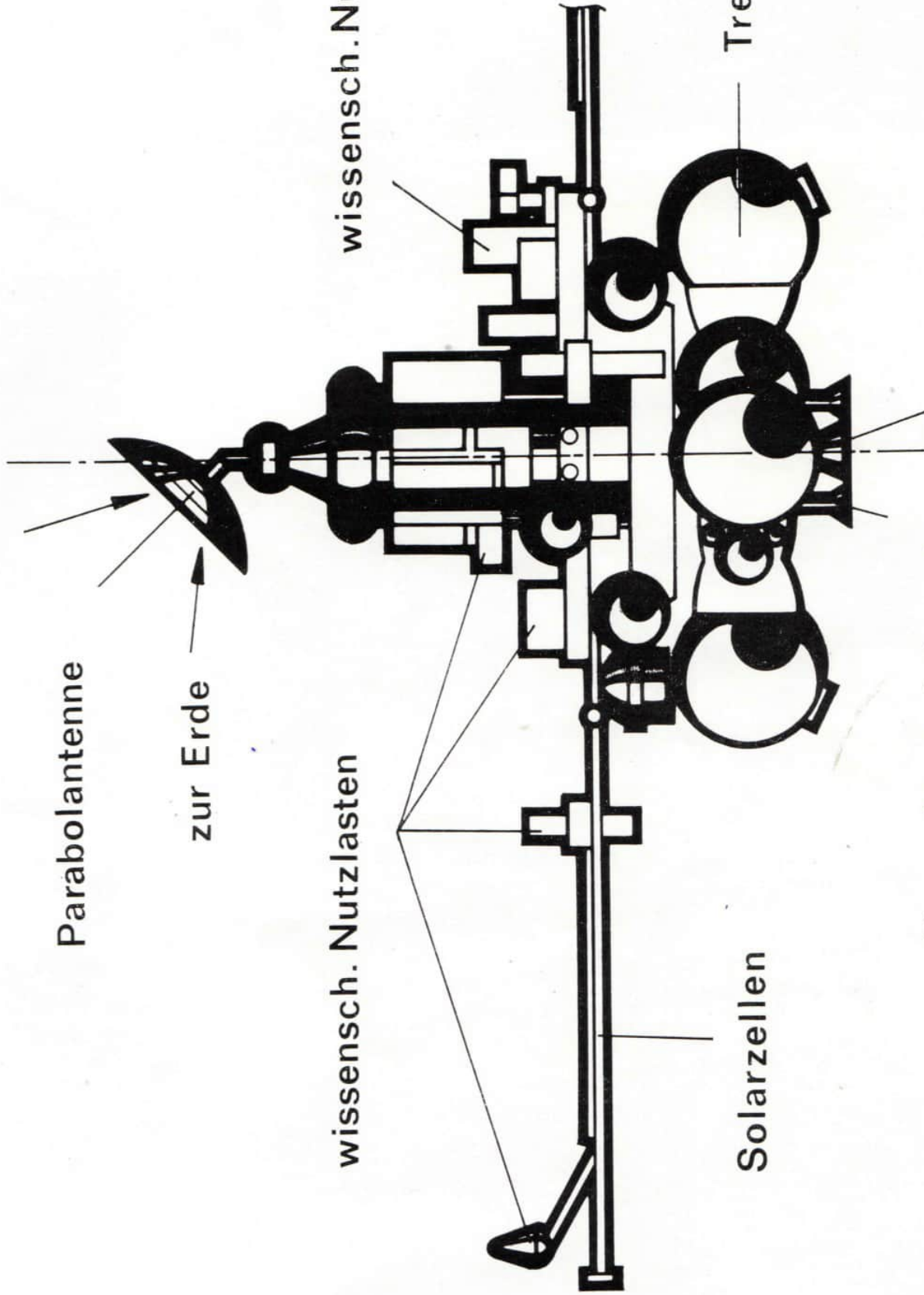
wissensch. Nutzlasten

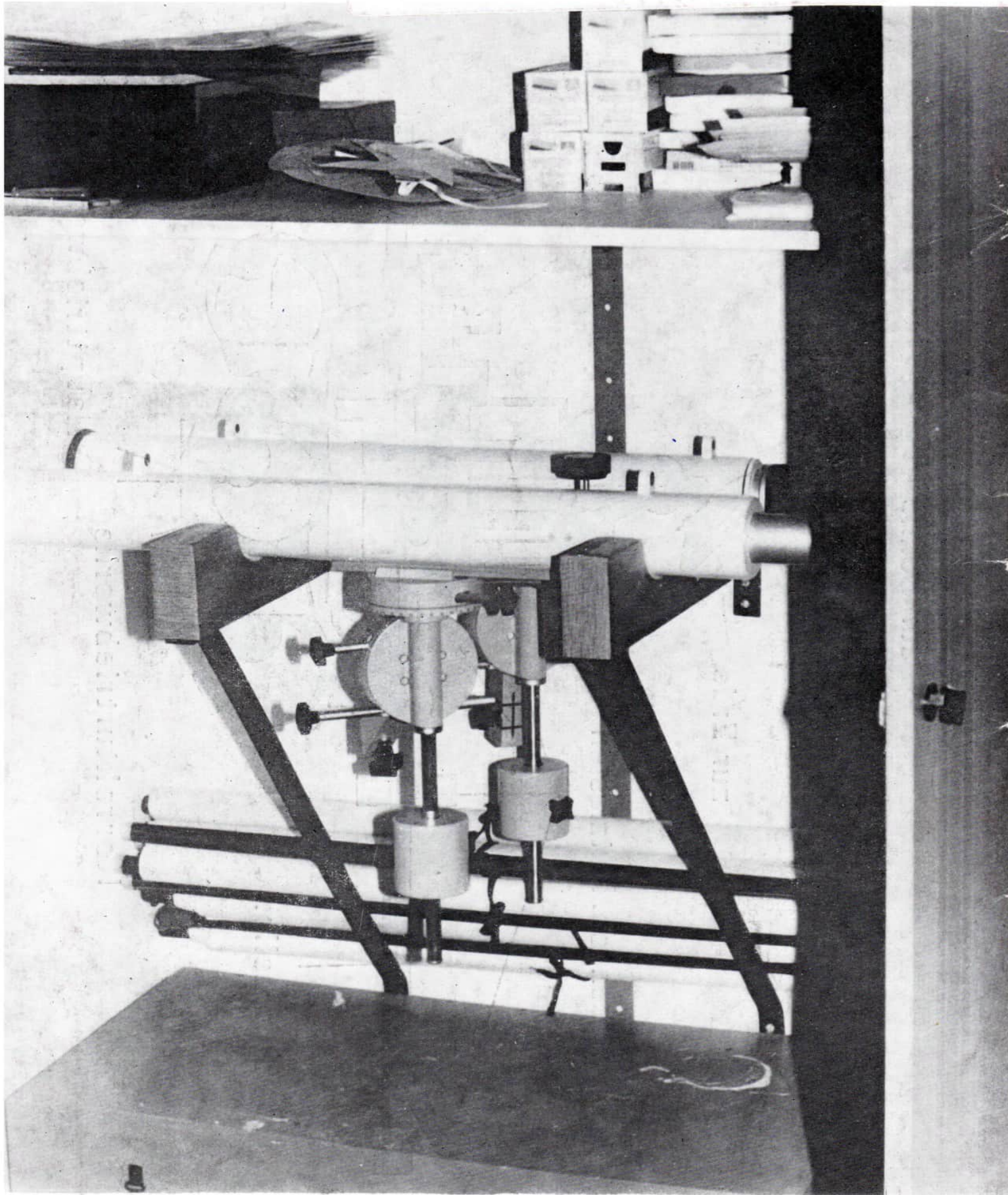
Solarzellen

Treibstofftanks

Korrekturtriebwerke

Haupttriebwerk





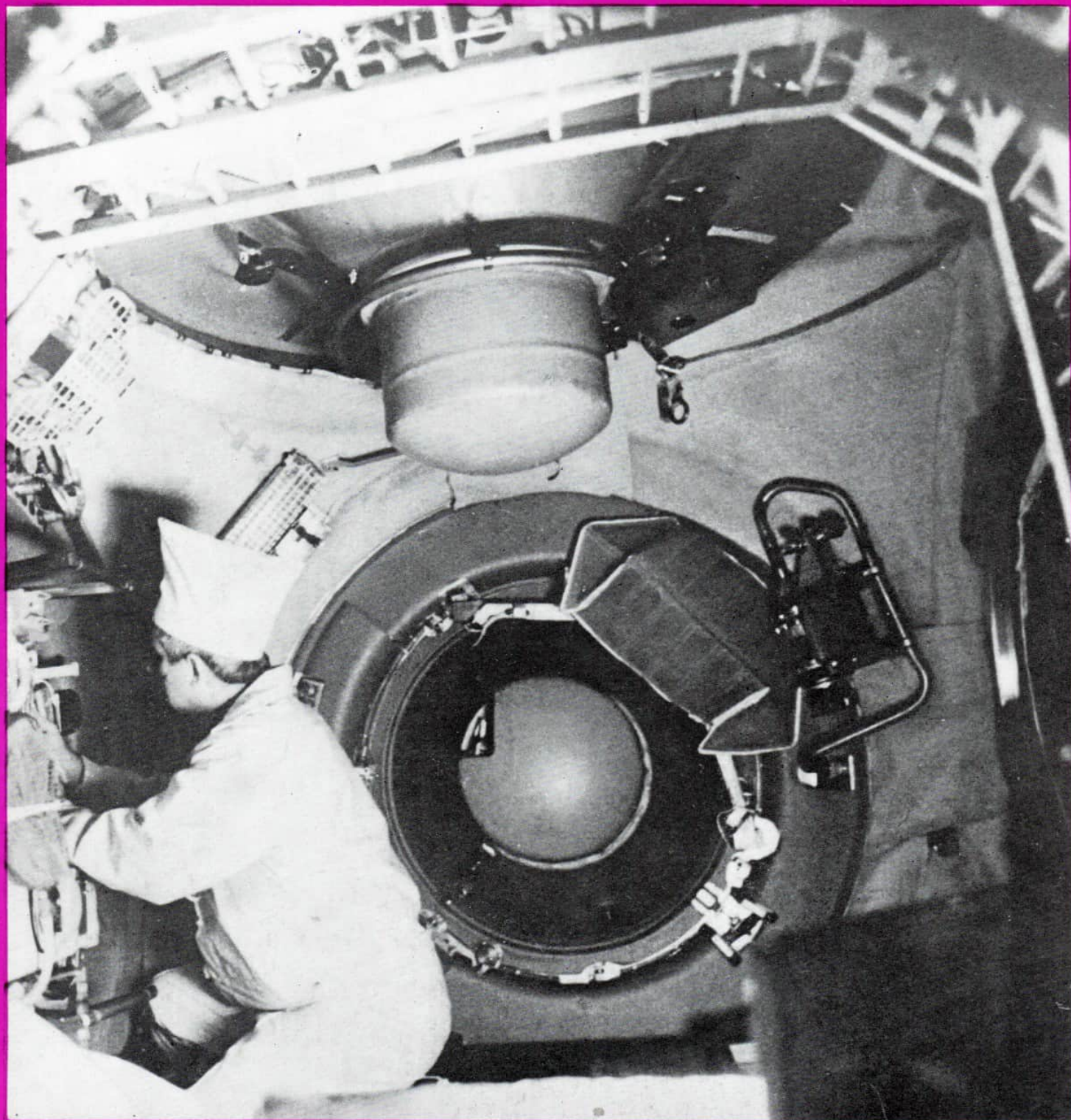
# ASTRONOMIE

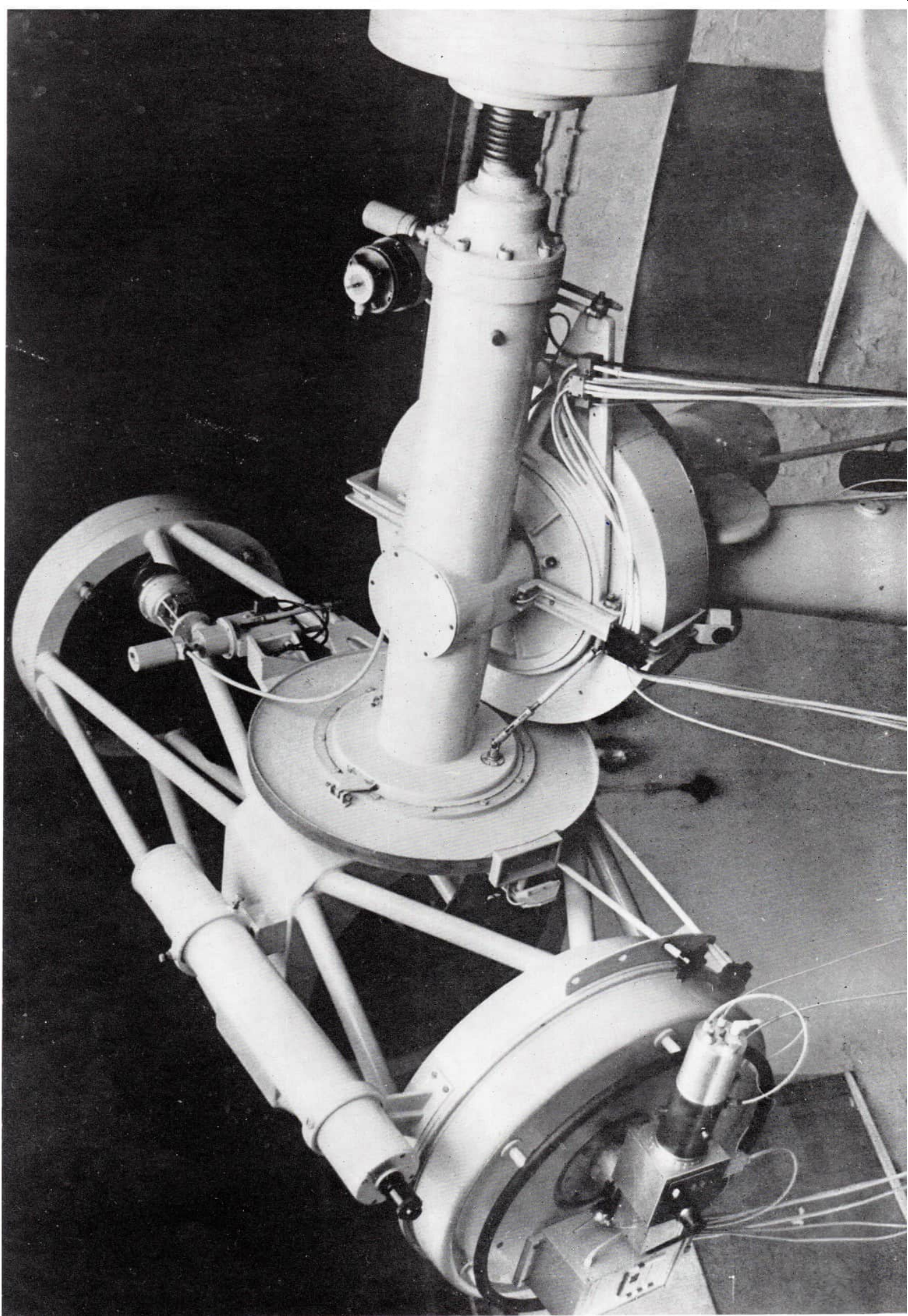
## 5

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1986  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





## Inhalt

### ● Das aktuelle Thema

O. MADER: Astronomische Bildung für alle Heranwachsenden — vierzig Jahre demokratische Schulreform . . . . . 98

### ● Astronomie und Raumfahrt

TH. HENNING: Einige Eigenschaften zirkumstellarer Hüllen . . . . . 100  
H. HOFFMANN: MIR — eine neue Generation von Orbitalstationen . . . . . 102  
H.-D. NAUMANN: Forschungsexperiment INTERBOL . . . . . 104

### ● Unterricht

M. SCHUKOWSKI; F. ZUBER-SEIFERT: Zur Arbeit in fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ . . . . . 105  
C. KRUSE: Vergleiche im Stoffgebiet „Astrophysik und Stellarastronomie“ . . . . . 111

### ● Forum

W. FUCHS; D. ROMMERT: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astro-  
nomiestunde . . . . . 113

### ● Beobachtung

K. LINDNER: Eine langfristige Beobachtungsaufgabe . . . . . 115

### ● Kurz berichtet

Wissenswertes . . . . . 115  
Vorbilder . . . . . 118  
Zeitschriftenschau . . . . . 119  
Anekdoten . . . . . 119  
Rezensionen . . . . . 120

### ● Abbildungen

Umschlagseiten . . . . . 120

### ● Karteikarte

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 5

Redaktionsschluß: 11. 8. 1986

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 13. 10. 1986

## Из содержания

O. MADER: Астрономическое образование для всех подрастающих — сорок лет демократической школьной реформы . . . . . 98

X. ХЕННИНГ: Некоторые особенности околозвездных оболочек . . . . . 100

M. ШУКОВСКИ; Ф. ЦУБЕР-СЕЙФЕРТ: О работе на факультативных курсах по рамочной программе «Астрономия и космонавтика» . . . . . 105

## From the Contents

O. MADER: Astronomical Education for all the Youth — Forty Years of Educational Reform . . . . . 98

CH. HENNING: Some Properties of Circumstellar Envelopes . . . . . 100

M. SCHUKOWSKI; F. ZUBER-SEIFERT: Working within Optional Circles according to the Frame Programme "Astronomy and Space Flight" . . . . . 105

## En Résumé

O. MADER: De la culture astronomique pour tous les adolescents — la réforme scolaire démocratique il y a 40 années . . . . . 98

CH. HENNING: Quelques propriétés des voiles circumstellaires . . . . . 100

M. SCHUKOWSKI; F. ZUBER-SEIFERT: L'occupation dans les cours facultatifs en prenant le programme de base «L'astronomie et l'aviation interplanétaire» . . . . . 105

## Del Continido

O. MADER: La educación de astronomía para todos que se van creciendo — cuarenta años de la reforma democrática de educación . . . . . 98

CH. HENNING: Unas propiedades de envolturas circunstelares . . . . . 100

M. SCHUKOWSKI; F. ZUBER-SEIFERT: Al trabajo en cursos facultativos «Astronomía y el viaje al universo» . . . . . 105

# ASTRONOMIE IN DER SCHULE

Heft 5

23. Jahrgang 1986

### Herausgeber:

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-1326 26

### Anschrift der Redaktion:

8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Tel. 4 25 85

### Redaktionskollegium:

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

Lizenznummer und Lizenzgeber: 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

### Gesamtherstellung:

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
AN (EDV 427)  
III-4-9-1581-5

### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPOR zu entnehmen. — Bestellungen werden in der DDR von der Deutschen Post entgegengenommen. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPOR, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)

ISSN 0004-6310

## Astronomische Bildung für alle Heranwachsenden – vierzig Jahre demokratische Schulreform

Wissenschaftliche Erkenntnisse über die Bewegung und Veränderung in der Natur, auf der Erde und im Kosmos sind schon mit den Arbeiten der Klassiker des Marxismus-Leninismus zum Bestandteil des Weltbildes der revolutionären Arbeiterklasse geworden. Dementsprechend war mit der antifaschistisch-demokratischen Umwälzung im Schulwesen der sowjetischen Besatzungszone Deutschlands folgerichtig verbunden, daß in der für alle Kinder obligatorischen achtklassigen Grundschule naturwissenschaftlicher Fachunterricht eingeführt wurde.

Hatte der historische Befehl Nr. 40 der Sowjetischen Militäradministration in Deutschland (1) die Aufnahme der Arbeit der Schulen nach antifaschistischen und demokratischen Grundsätzen eingeleitet, sicherte das im Mai und Juni 1946 in den Ländern in Kraft tretende Gesetz zur Demokratisierung der deutschen Schule (2) das inzwischen Erreichte, fundierte Inhalt und Ziel der Schulreform und wies den Weg zum weiteren Aufbau mit sozialistischer Perspektive.

Schließlich war dieses Gesetz das erste Schulgesetz in Deutschland, das die Aufgabe stellte, die junge Generation zu selbständig denkenden und verantwortungsbewußt handelnden, dem Volke verpflichteten Menschen „frei von nazistischen und militaristischen Auffassungen im Geiste des friedlichen und freundschaftlichen Zusammenlebens der Völker und einer echten Demokratie zu wahrer Humanität zu erziehen“ (2; S. 14).

In das wissenschaftliche Weltbild, das den Schülern vermittelt wurde, waren auch kosmische Erscheinungen und Vorgänge einbezogen, ebenso das Streben der Menschen, diese zu erkennen und zu nutzen. So enthielten der Heimatkundeunterricht der Unterstufe und der Erdkundeunterricht der Oberstufe der Grundschule Themen über die Bewegungen der Gestirne, den Sternhimmel und die Orientierung auf der Erde nach dem Stand von Gestirnen; praktische Beobachtungen und Übungen waren empfohlen. In der zum Abitur führenden vierstufigen Oberschule dienten im Rahmen des Physikunterrichts Stoffe aus der Himmelsmechanik, der Astrophysik und der astronomischen Beobachtungstechnik als Beispiele für die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten und deren

Anwendung. Soweit im Mathematikunterricht sphärische Trigonometrie behandelt wurde, bildeten Aufgaben aus Astronomie und Navigation einen wichtigen Unterrichtsgegenstand.

Die Lehrpläne für Grund-, Zehnjahr- und Oberschulen vom Jahre 1951, das erste konsequent auf dem Marxismus-Leninismus und den Erkenntnissen der Sowjetpädagogik basierende einheitliche deutsche Lehrplanwerk, übernahmen im wesentlichen die bisher behandelten astronomischen Themen, brachten sie auf den neuesten wissenschaftlichen Stand und ergänzten sie, vor allem durch kernphysikalische und -energetische Vorgänge in den Sternen und durch die astronomische Beobachtungstechnik im Bereich Hertzscher Wellen. Die übernommene Verteilung des astronomischen Inhalts brachte mit sich, daß die neuen Inhalte hauptsächlich den künftigen Abiturienten zugute kamen.

Ein wesentlicher Entwicklungsschritt erfolgte beim weiteren Aufbau des Schulwesens nach den Beschlüssen der Schulkonferenz der SED im April 1958 (3). In den Schulen hatten sich die Bestrebungen verstärkt, die Erziehung zur Arbeit und die polytechnische Bildung durch neue, wirksame Maßnahmen zu realisieren, die politisch-moralische Erziehung zu verbessern und das Niveau des Unterrichts zu erhöhen.

In diese Zeit fiel als herausragendes Ereignis auf wissenschaftlichem und technischem Gebiet die Entsendung des ersten künstlichen Himmelskörpers in den erdnahen Raum durch die Sowjetunion, der Start von Sputnik 1 am 4. Oktober 1957. Es war also eindeutig die Zeit gekommen, allen Heranwachsenden – nicht nur den Abiturienten – astronomisches Wissen systematisch und auf hohem Niveau zu vermitteln und sie an die Arbeitsweise der Wissenschaft Astronomie heranzuführen. Ein Vorbild dafür war der Astronomieunterricht der sowjetischen (zehnklassigen) Mittelschule, und so wurde im Schuljahr 1958/59 ein in sich geschlossener 30stündiger Astronomielehrgang im Fach Erdkunde in der Mittelschule eingeführt.

Ein Jahr später war Astronomie in der neugeschaffenen zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule ein selbständiges Unterrichtsfach mit 1 Stunde wöchentlich in der Abschlußklasse. Der Lehrgang sah die Orientierung am Sternhimmel, den Aufbau des Sonnensystems, künstliche Himmelskörper, den Aufbau der Galaxis und spezielle astrophysikalische, kosmologische und kosmogonische Inhalte vor; einbezogen waren Arbeitsweisen der astronomischen Wissenschaft, historische Rückblicke und praktische astronomische Beobachtungen durch die Schüler. In der zwölfklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule (erweiterten Oberschule) wurde Astronomie in der Abiturklasse – mit ähnlicher Thematik wie in der 10. Klasse der Oberschule,



doch mit höherem theoretischem Anspruch – unterrichtet.

Der neueingeführte Astronomieunterricht stellte die Unterrichtenden – in der Mehrzahl Geographie- oder Physiklehrer – nicht selten vor komplizierte inhaltliche und methodische Probleme, und so ist es begreiflich, daß unter den methodischen Handbüchern für alle Fächer der „Astronomieunterricht“ (4) zu den ersten gehörte und sich die Zeitschrift „Astronomie in der Schule“ aus ihren Vorformen zu einem zentralen Periodikum entwickelte (5). Fachliche Orientierung gab u. a. ein Lehrbrief für das Fernstudium der Lehrer (6).

Die besonders betonten weltanschaulich-erzieherischen Aufgaben des Astronomieunterrichts und der Umstand, daß für ein gründliches Verständnis vor allem einiger kosmologischer und kosmogonischer Fragen bei Schülern der 10. Klasse noch Voraussetzungen fehlten, legten den Autoren der Lehrbücher für die Schüler nahe, eine vornehmlich populärwissenschaftliche Darstellungsweise zu wählen; das hat aber nicht voll befriedigt und wurde bald korrigiert. Für die 12. Klasse der erweiterten Oberschule konnte auf Texte aus dem Astronomielehrbuch der sowjetischen Mittelschule zurückgegriffen werden.

Eine weitere inhaltliche Veränderung des Astronomieunterrichts vollzog sich auf der Grundlage des Gesetzes über das einheitliche sozialistische Bildungssystem vom Jahre 1965 (7). Ihre Ergebnisse wirken noch heute. Das Hauptgewicht in diesem Fach – es wurde nur noch in der 10. Klasse der Oberschule erteilt, die nach Einführung des neuen Astronomielehrplans von 1971 von praktisch allen Schülern besucht wurde – verlagerte sich mit dem Lehrplan von 1971 auf die astrophysikalischen Themen innerhalb der im wesentlichen beibehaltenen Gesamthematik; besonders hervorgehoben wurde das Problem des Aufbaus und der Entwicklung der Sterne. Das theoretische Niveau des Unterrichts wurde beträchtlich erhöht, die praktische astronomische Beobachtungstätigkeit der Schüler – dank der Schaffung vieler Schulsternwarten und der Mitwirkung anderer örtlicher astronomischer Einrichtungen – qualitativ verbessert und materiell-organisatorisch gesichert.

Die Ausbildung und Weiterbildung der Astronomielehrer erreichte inhaltlich und organisatorisch eine höhere Stufe. Neue methodische Schriften – z. B. die „Unterrichtshilfen Astronomie“ (8) und die „Methodik Astronomieunterricht“ (9) – und neu entwickelte Lehrbücher für die Schüler erschienen. Die Ausrüstung der Schulen mit speziellen Unterrichtsmitteln – insbesondere mit dem Schulfernrohr „Telementor“ – wurde vervollkommenet.

Nach dem Lehrplan von 1971 wird seit nunmehr fünfzehn Jahren erfolgreich unterrichtet. – Die Beschlüsse des XI. Parteitagés der SED orientieren

auf die weitere inhaltliche Ausgestaltung des sozialistischen Bildungswesens (10). Diesem Anliegen ist auch der kürzlich veröffentlichte neue Lehrplan für den Astronomieunterricht verpflichtet, der am 1. September 1987 in Kraft treten wird (11). So wird die große Linie deutlich, in der sich die astronomische Bildung der Schüler von der demokratischen Schulreform 1946 bis zur Gegenwart in unserem Lande entwickelt hat und zu einem integrierenden Teil der geistigen und weltanschaulichen Bildung aller Heranwachsenden geworden ist.

#### Literatur:

- (1) **Befehl Nr. 40 der SMAD über die Vorbereitung der Schulen zum Schulbetrieb. Vom 25. August 1945.** In: Richtlinien der Deutschen Verwaltung für Volksbildung in der sowjetischen Besatzungszone Deutschlands. Stand vom 1. März 1948. Berlin, Leipzig, Volk und Wissen Verlags-GmbH, 1948, S. 7 f.
- (2) **Gesetz zur Demokratisierung der deutschen Schule. Von Mai und Juni 1946.** Ebenda. S. 14 ff.
- (3) **Schulkonferenz der SED. Erzieht aktive Erbauer des Sozialismus.** Herausgeber Abteilung Volksbildung beim ZK der SED. Berlin 1958.
- (4) **Autorenkollektiv: Astronomieunterricht.** Methodisches Handbuch für den Lehrer. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1960.
- (5) Zu den Vorformen dieser Zeitschrift gehören Beilagen zur „Zeitschrift für den Erdkundeunterricht“, die Einbeziehung in die Zeitschrift „Mathematik und Physik in der Schule“, die zeitweise unter dem Titel „Mathematik, Physik und Astronomie in der Schule“ erschien, sowie lokale periodische Publikationen mit verschiedenen Titeln.
- (6) **GÜNTHER, O.: Astronomie für die Hand des Lehrers.** Fernstudium der Lehrer, Geographie, Ergänzungsheft. Herausgeber Pädagogische Hochschule Potsdam in Zusammenarbeit mit dem Pädagogischen Bezirkskabinett Potsdam. Potsdam 1960.
- (7) **Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungssystem. Vom 25. Februar 1965.** In: Gesetzblatt der DDR. Teil I, Nr. 6. Berlin 1965.
- (8) **Autorenkollektiv: Unterrichtshilfen Astronomie 10. Klasse.** Zum Lehrplan 1971. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1971.
- (9) **Autorenkollektiv: Methodik Astronomieunterricht.** Herausgeber APW der DDR. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1977.
- (10) **KOCH, K.-U.: Zu einigen ausgewählten Grundfragen der Strategie des XI. Parteitages der SED in der neuen Etappe der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR.** In: Astronomie in der Schule 23 (1986) 4.
- (11) **Lehrplan Astronomie Klasse 10.** (Vorabdruck). In: Astronomie in der Schule 23 (1986) 2.

Anschrift des Verfassers:  
**Prof. Dr. OSKAR MADER**  
Doigenseestraße 55  
Berlin  
DDR - 1136

## Einige Eigenschaften zirkumstellarer Hüllen

Durch die Entwicklung geeigneter Detektoren sowie den Bau spezieller Teleskope in trockenen und hochgelegenen Gebieten der Erde – diese Standorte sind zur Herabsetzung des störenden Einflusses des Wasserdampfes in der Atmosphäre notwendig – kam es ab Ende der 60er Jahre zu einer stürmischen Entwicklung der Infrarotastronomie. Eines ihrer wichtigsten Ergebnisse besteht in der Entdeckung zahlreicher punktförmiger IR-Quellen. Bei den meisten von ihnen handelt es sich um Staubhüllen, die die Strahlung des jeweiligen Zentralobjekts absorbieren, sich dabei aufheizen und die aufgenommene Energie im nahen bis fernen IR-Gebiet abstrahlen. Diesen Prozeß bezeichnet man als Thermalisierung der Sternstrahlung. Die optischen Eigenschaften des Staubes, die durch dessen chemische und physikalische Beschaffenheit bestimmt werden, kontrollieren damit im wesentlichen die ausgesandte Strahlung und sind für die thermische Struktur der Gas-Staub-Hülle von großer Bedeutung. Da die optische Tiefe, die sich als Integral des Absorptionskoeffizienten über die Weglänge ergibt, für die IR-Strahlung erheblich geringer ist als im optischen oder im UV-Bereich, wirken die Staubteilchen als Kühlmittel für das System und beeinflussen so u. a. den Verlauf des protostellaren Wolkenkollaps. Die Staubteilchen in den zirkumstellaren Hüllen nehmen neben Energie auch in effektiver Weise Impuls aus der Sternstrahlung auf und übertragen diesen durch Stöße auf die Gasteilchen. Damit hat die Wechselwirkung von Strahlung und Staub wichtige hydrodynamische Konsequenzen. So hängt u. a. die Endmasse eines entstehenden Sterns wesentlich von dieser Wechselwirkung ab. Auch die Struktur eines entstehenden HII-Gebietes wird durch die Dichteverteilung des Staubes in der Hülle bestimmt.

Im IR-Gebiet wurden eine Reihe von Emissions- und Absorptionsbanden gefunden, denen aufgrund ihrer Breite und Strukturlosigkeit Festkörperschwingungen zugeordnet werden müssen. Sie enthalten mehr Informationen über die Natur der Staubteilchen als die relativ strukturlose Extinktionskurve im Visuellen. Allerdings erlauben die Banden keine definitiven Schlüsse über die mineralogische Struktur der Teilchen. Um diese zu bestimmen ist es insbesondere notwendig, die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte der zirkumstellaren Staubteilchen zu untersuchen.

Bei der Erforschung zirkumstellarer Staubhüllen

hat man es mit zwei Phasen der Sternentwicklung zu tun. In der einen sind es extrem junge Objekte wie die massereichen Becklin-Neugebauer-Quellen (BN-Objekte) und die T-Tauri-Sterne, die noch tief in die Gas-Staub-Mutterwolke eingebettet bzw. von einer zirkumstellaren Scheibe umgeben sind. Zum anderen sind es späte Entwicklungsstadien von Sternen (Riesen, Überriesen, OH/IR-Sterne), die durch einen intensiven Massenverlust gekennzeichnet sind. Wir wollen uns im nächsten Abschnitt zunächst mit dieser zweiten Gruppe von Objekten beschäftigen.

Es ist bekannt, daß ein großer Teil des Massenverlusts in relativ kurzen Zeitabschnitten der Entwicklung stattfindet, nämlich dann, wenn der Stern ein extrem kühler M-Stern oder Überriese wird bzw. sich zu einem Planetarischen Nebel entwickelt. Der Staub entsteht in diesen Phasen in den äußeren Schichten der Atmosphäre, da diese kühl genug sind, um ein hinreichend großes Übersättigungsverhältnis (Gasdruck/Sättigungsdampfdruck) zu gewährleisten, auf der anderen Seite aber noch eine ausreichend hohe Temperatur aufweisen, um die geforderten Reaktionsgeschwindigkeiten zu ermöglichen. Diese notwendigen Verhältnisse für die Entstehung der Staubteilchen sind auch in den Hüllen von langperiodischen Veränderlichen und im Massenabstrom von Nova- und Supernovaausbrüchen gewährleistet. Da die Riesen und Überriesen aber die größten Staublieferanten sind, wollen wir uns hier auf die Untersuchung dieser Objekte beschränken. Für die Art der entstehenden Staubteilchen hat das Verhältnis von Kohlenstoff zu Sauerstoff eine ausschlaggebende Bedeutung. Bei  $C/O < 1$  spricht man von sauerstoffreichen Sternen, bei  $C/O > 1$  von kohlenstoffreichen Sternen. Sauerstoffsterne sind viel verbreiteter als Kohlenstoffsterne (etwa um einen Faktor 10). Das jeweils unterhäufige Element in den Staubhüllen ist vollständig im zweiatomigen Molekül CO gebunden, das aufgrund seiner hohen Bindungsenergie von 11,2 eV sehr stabil ist und sich chemisch inert verhält. Auch andere Elemente wie z. B. der Stickstoff, der stabile  $N_2$ -Moleküle bildet, stehen nicht mehr zur Staubbildung zur Verfügung. In den kohlenstoffreichen Atmosphären können nur Kohlenwasserstoffe und Metallkarbide entstehen, während in den sauerstoffreichen Atmosphären hauptsächlich Verbindungen aus den Elementen O, Fe, Si und Mg in Frage kommen, das heißt insbesondere aber Magnesiumsilikate (z. B. Forsterit –  $Mg_2SiO_4$ ). Tatsächlich findet man im IR-Spektrum sauerstoffreicher Sterne die typischen Silikatbanden bei 10,0 und 18,5  $\mu m$ , die durch Si—O-Dehnungsschwingungen bzw. O—Si—O-Biegeschwingungen zustande kommen. Dagegen konnte man im Spektrum der Kohlenstoffsterne eine Bande bei 11,3  $\mu m$  finden, die auf SiC zurückgeführt wird.

Zusätzlich beobachtet man ein Kontinuum, das wahrscheinlich durch die Anwesenheit von amorphem Kohlenstoff erklärbar ist.

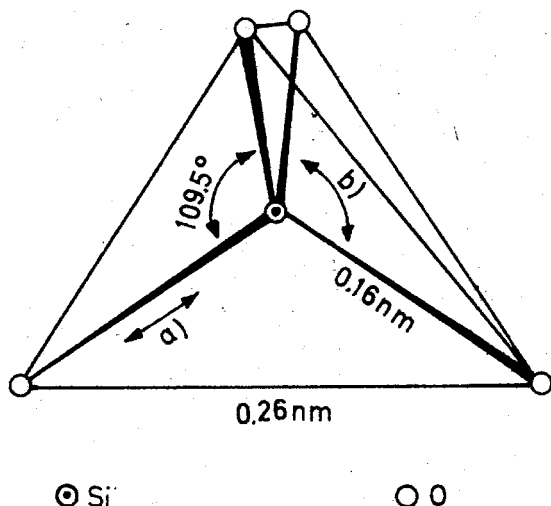


Bild 1  
 $\langle \text{SiO}_4 \rangle$ -Tetraeder mit charakteristischen Bindungslängen und -winkeln. a) Dehnungsschwingung, b) Biegeschwingung.

Wir wollen uns jetzt den Gas-Staub-Hüllen um sehr junge und massereiche Sterne (BN-Objekte) zuwenden. In Bild 2 ist schematisch ihre Struktur dargestellt. Im Spektrum fallen vor allem tiefe Banden bei  $9,5 \mu\text{m}$  und  $3,08 \mu\text{m}$  auf, die auf das Vorhandensein amorpher Silikate und von amorphen Eisteilchen hinweisen. Da es keine Korrelation zwischen der Stärke dieser beiden Banden gibt, und wir Hinweise für einen Temperaturgradienten in der Hülle besitzen, kann man daraus schließen, daß die Eisteilchen sich im Gegensatz zu den Silikateilchen in äußeren kühlen Gebieten befinden, was ja auch ihrer niedrigeren Sublimationstemperatur entspricht. Oft wird angenommen, daß sie in Form von Silikat-kern-Eismantel-Teilchen vorliegen. In diese Staubteilchenmäntel können sich weitere Moleküle wie z. B.  $\text{NH}_3$  und  $\text{CO}_2$  aus der Gasphase einlagern. Unter dem Einfluß der UV-Strahlung sind chemische Reaktionen im Mantel möglich. Hinweise für das Vorhandensein zusätzlicher Verbindungen neben den Silikaten und dem Wassereis liefern die Banden bei  $2,98 \mu\text{m}$ ,  $3,3-3,6 \mu\text{m}$ ,  $3,9 \mu\text{m}$ ,  $4,6 \mu\text{m}$ ,  $4,9 \mu\text{m}$ ,  $6,0 \mu\text{m}$  und  $6,8 \mu\text{m}$ , wobei insbesondere das tief eingebettete IR-Objekt W 33A eine Vielzahl dieser Banden aufweist (s. Bild 3 auf Seite 102).

Andere Charakteristika der BN-Objekte sind ihre Kompaktheit, die Existenz von  $\text{H}_2\text{O}$ -Masern (und z. T. OH-Masern) in ihrer weiteren Umgebung, beobachtete bipolare molekulare Ausströmvorgänge sowie ionisierte Sternwinde, die sich durch Wasserstoffrekombinationslinien im nahen IR und/oder ein schwaches Radiokontinuum bemerkbar machen.

Eine bemerkenswerte Eigenschaft der BN-Objekte besteht im relativ großen Polarisationsgrad im

nahen IR und in den Absorptionsbanden. So findet man beim Becklin-Neugebauer-Objekt eine lineare Polarisation im Bereich der  $10\text{-}\mu\text{m}$ -Bande von 13%, während die maximale Polarisation in den HKL-Bändern 38% (H:  $\lambda_{\text{eff}} = 1,62 \mu\text{m}$ ; K:  $\lambda_{\text{eff}} = 2,2 \mu\text{m}$ ; L:  $\lambda_{\text{eff}} = 3,5 \mu\text{m}$ ) beträgt.

Es gibt im wesentlichen zwei Mechanismen, die die Polarisation erklären können. Dies ist zum einen die Streuung des Lichtes an den Staubteilchen. Hierbei müssen die Staubteilchen, die durchaus kugelförmig sein können, in einer Scheibe oder in bipolaren Flügeln angeordnet sein. Das Licht der Zentralquelle wird an diesen Strukturen gestreut und gelangt dann zu uns. Auf diese Weise ist auch das Erscheinungsbild von Reflexionsnebeln zu erklären; hier befinden sich die beleuchtenden Quellen allerdings außerhalb der Wolke und sind nicht in sie eingebettet. Ein zweiter Mechanismus besteht darin, daß gestreckte Teilchen (z. B. Zylinder) ausgerichtet werden. Solche ausgerichteten Teilchen polarisieren die Strahlung durch richtungsabhängige Absorption und Emission. Als Ausrichtungsmechanismen wurden Magnetfelder (DAVIS-GREENSTEIN-Mechanismus) oder eine Ausrichtung durch den Eigendrehimpuls der Photonen der Strahlung diskutiert. Der DAVIS-GREENSTEIN-Mechanismus erscheint wenig wahrscheinlich für unsere Objekte, da als Voraus-

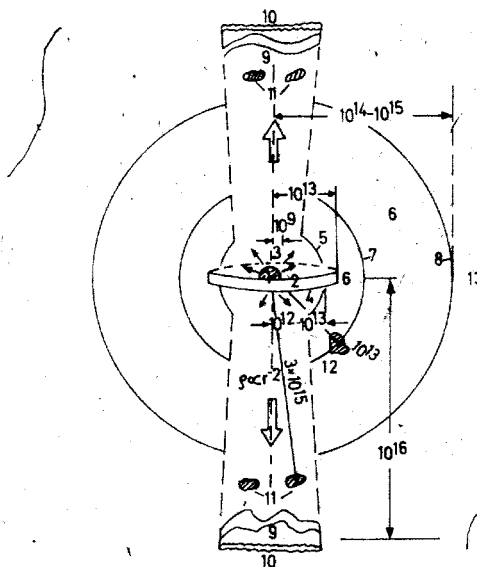


Bild 2

Schematische Struktur der BN-Objekte.

- |  |   |
|--|---|
| 1 = Stern                                      | 8 = Radius des Eisschmelzens                                    |
| 2 = Torus oder Scheibe                         | 9 = $\text{CO}$ -Emissionsgebiet                                |
| 3 = Ionisierter Sternwind                      | 10 = $\text{H}_2$ -Emissionsgebiet                              |
| 4 = Staubfreies Gebiet                         | 11 = Schwache $\text{H}_2\text{O}$ -Maser hoher Geschwindigkeit |
| 5 = Innere Grenze der Staubhülle               | 12 = Starke hüllenartige $\text{H}_2\text{O}$ -Maser            |
| 6 = Eisfreies Gebiet                           | 13 = Angrenzende Molekülwolke                                   |
| 7 = Schwarzkörperradius für MIR Farbtemperatur |   |
- (Alle Abmessungen in m)

setzung für ihn gefordert werden muß, daß ein Unterschied in der Rotationstemperatur des Staubes und der Staubtemperatur besteht.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, zwischen der Polarisation durch Streuung und der Polarisation durch ausgerichtete Teilchen zu unterscheiden. So würde der letzte Mechanismus zusätzlich im Gegensatz zum Streuprozess auch eine zirkulare Polarisation hervorrufen. Während man im Bandenbereich eine Korrelation zwischen optischer Tiefe und Polarisationsgrad findet, sind die Polarisation im nahen IR und die optische Tiefe im Bandenzentrum nicht korreliert. Dies weist darauf hin, daß die Polarisation im nahen IR durch Streuung und in den Banden durch ausgerichtete Staubteilchen zustande kommt. Man hat jedoch diese Vermutung stets am konkreten Objekt zu überprüfen.

Die Untersuchung von sehr jungen T-Tauri-Sternen – das sind Niedrigmassensterne im Vorhauptreihenstadium – kann Hinweise auf die Entstehung unserer Sonne und des Planetensystems geben. Hierbei ist insbesondere die Suche nach zirkumstellaren präplanetaren Scheiben von Bedeutung. Erste Hinweise auf die Existenz solcher Scheiben erbrachte die Beobachtung von gebündelten Jets. Eine ernsthaft diskutierte Möglichkeit zur Erzeugung dieser Jets ist die Bündelung der Sternwinde durch zirkumstellare Scheiben. Vereinfacht ausgedrückt verhindert eine solche Scheibe das Ausbreiten des Sternwindes nach allen Richtungen, nur an den Polen kann er durchbrechen. Der Dichtegradient im umgebenden interstellaren Medium führt dann ähnlich wie bei extragalaktischen Jets zu ihrer Fokussierung. Die Entstehung von Tori

oder Scheiben läßt sich verstehen, wenn man bedenkt, daß der protostellare Kollaps einer Wolke bevorzugt parallel zur Rotationsachse verläuft, während senkrecht dazu die Fliehkräfte der Gravitationskraft entgegenwirken. Mit Hilfe räumlich hochauflösender IR-Beobachtungen (z. B. durch Speckle-Interferometrie) kam es zur Entdeckung von Staubscheiben um HL Tau, R Mon und DG Tau, die eine Ausdehnung von bis zu 1000 AE besitzen. Erwähnt werden soll, daß z. B. bei HL Tau auch eine Silikat- und eine Eisbande in Absorption beobachtet wurden, sowie die Strahlung durch Streuung polarisiert ist. Es sei bemerkt, daß eine notwendige Voraussetzung, um die Staubhalos überhaupt sehen zu können, darin besteht, daß sie direkt von der Kante der Scheibe beobachtet werden.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Untersuchung von zirkumstellaren Gas-Staub-Hüllen sowohl Aussagen über die Natur und Entstehung des Staubes erlaubt aber auch für die Erforschung der Entwicklung alter (entwicklungsmäßig) und sehr junger Sterne von großer Bedeutung ist. Besonders in den nächsten Jahren kann man durch neue, von Satelliten getragene IR-Teleskope sowie die Erschließung des Submillimetergebietes weitere Aufschlüsse über diese interessanten Strukturen erwarten.

Anschrift des Verfassers:  
**Dr. rer. nat. THOMAS HENNING**  
 Friedrich-Schiller-Universität  
 Sternwarte  
 Jena  
 DDR - 6900

**Horst Hoffmann**

## MIR – eine neue Generation von Orbitalstationen

Am 20. Februar 1986 wurde die neue UdSSR-Raumstation MIR mit einer Trägerrakete vom Typ „Proton“ auf eine Erdumlaufbahn befördert. MIR gehört zur dritten Generation sowjetischer Orbitalstationen.

### Was sind die Neuheiten?

MIR steht im Russischen für Frieden und Eintracht ebenso wie für Weltall und Erde. Mit diesem Namen drückten die Erbauer der Station ein weiteres Mal aus, daß ihr Programm der friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums den „Sternenkriegs“-Plänen der SDI diametral entgegengesetzt ist. Die dem XXVII. Parteitag der KPdSU gewidmete Orbitalstation der dritten Generation nahm

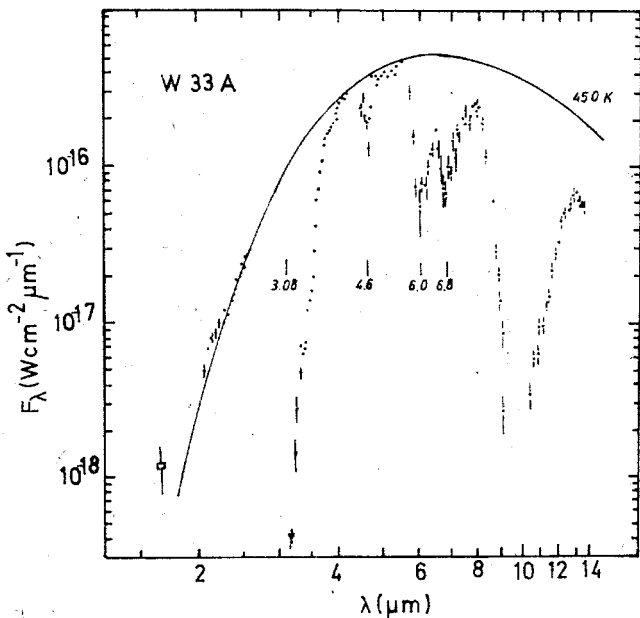


Bild 3

2–13  $\mu\text{m}$  Spektrum des BN-Objekts W 33A nach SOIFER und Mitarb. Zum Vergleich ist eine den Beobachtungen bei 2–2,5  $\mu\text{m}$  und 4–5  $\mu\text{m}$  angepaßte Schwarzkörperkurve gezeigt.

ihren Betrieb am Vorabend des 25. Jahrestages des Fluges von JURI GAGARIN auf. Ihre wichtigsten Neuheiten lassen sich in folgenden sechs Punkten zusammenfassen:

● Das **Hauptkopplungsaggregat** in Gestalt eines kugelförmigen Kopfes befindet sich am Bug der Station und verfügt über fünf Anlegestellen für Raumflugkörper. Genau genommen sind es wie bei einem Würfel sechs Stützen, zwei axial und vier radial, doch ist der eine ständig von MIR selbst besetzt. Wie schon die Orbitalstationen der zweiten Generation – Salut 6 und Salut 7 – besitzt auch der neue Basisblock einen Kopplungsstützen am Heck, wo vor allem die Tanker und Frachter aus der Progreß-Klasse sowie Großmodule des Typs Kosmos vor Anker gehen. Nunmehr lassen sich also mindestens sieben Raumflugkörper zu einem Orbitalkomplex miteinander verbinden – z. B. Sojus T – MIR – Progreß linear und vier Kosmosmodule kreuzförmig. Mit einer Masse von etwa 100 Tonnen und einem Volumen von 300 Kubikmetern entspricht die MIR-Station von morgen der zweiten Ausbaustufe der geplanten amerikanischen Space Station, mit der nicht vor Mitte des nächsten Jahrzehntes gerechnet wird.

● Der **Umsetzmanipulator**, eine Art Roboterarm, wird ebenfalls am Bug von MIR arbeiten. Seine Hauptaufgabe besteht darin, einlaufende Anbaumodule zu dem vorgesehenen seitlichen Dock zu geleiten. Zunächst koppeln nämlich alle vorn ankommenden Raumflugkörper in Übereinstimmung mit der Längsachse des Komplexes und werden erst dann von dem Manipulator behutsam umgesetzt. Auf diese Weise reicht ein System von Such- und Richtantennen, Markierungs- und Visieranlagen an der Station aus, statt zusätzlich vier weiterer für seitliche Anlegemanöver. Außerdem würde ein im rechten Winkel zur Hauptachse des Orbitalkomplexes wirkender Begegnungsstoß zu unerwünschten Drehmomenten führen, die durch komplizierte Steueranforderungen ausgeglichen werden müßten.

● Der **Autopilot** besteht aus dem Bordcomputer einer neuen Rechnergeneration sowie automatisierten Geräten und gewährleistet den gesamten unbemannten Betrieb. Während des bemannten Fluges der Station übernimmt er die Routinearbeit, die die Kosmonauten bisher viel Zeit kostete: Steuerung des Orbitalkomplexes, Überwachung aller Betriebs- und Forschungssysteme sowie Einhaltung des Arbeitsregimes. Alle Informationen, Diagnosen und Prognosen des Elektronengehirnes laufen auf den Monitoren des Steuerpults in der Übergangssektion unmittelbar hinter dem Hauptkopplungsaggregat zusammen.

● Die **Sonnensegel** wurden auf eine Fläche von 76 Quadratmeter vergrößert, was zu einer höheren Leistung der Energieversorgung an Bord von MIR führte. Demgegenüber beträgt die Abmessung der

drei Solarzellenausleger von Salut 7, an denen die Kosmonauten jeweils zwei zusätzliche Tafeln montierten, etwa 60 Quadratmeter. Mehr Energie aber bedeutet für die Besatzung der Station, daß sie größere oder mehr Experimente gleichzeitig ausführen kann.

● Die **Kajüten** für jedes Mitglied der Mannschaft haben den Komfort enorm verbessert. Diese Einzelzimmer des Kos-Motel verfügen jeweils über ein eigenes Bullauge, einen Klappstuhl, einen Schlafsack und einen schalldämpfenden Vorhang. Sie sind im Hauptteil von MIR untergebracht, der nunmehr frei von Forschungsgeräten ist, die in die Spezialmodule montiert werden.

● Das **Waschbecken** im Hygienetrakt am Heck stellt ebenfalls eine erfreuliche Neuerung für die Kosmonauten dar. Es hat die elegante Form einer durchsichtigen Kugel mit drei ovalen Öffnungen. Eine etwas größere bietet oben Platz für den Kopf des Menschen, zwei kleinere an den Seiten erlauben es, die Hände hineinzustecken. Durch einen Knopfdruck wird der Wasserstrahl ausgelöst, der das Gesicht trifft. Die Sportgeräte für das tägliche Körpertraining – ein Fahrrad-Ergometer und ein unendliches Laufband lassen sich im Boden der Station versenken.

### Durch den Kreuzgang in die Labors

Der zu erwartende Anbau von vier Spezialmodulen am Bug würde es einer sechsköpfigen Besatzung erlauben, gleichzeitig in allen Hauptforschungsrichtungen tätig zu werden. Der Kommandant und der Bordingenieur könnten sich mit der Erprobung neuer Raumfahrttechnologien beschäftigen. Die vier Forschungskosmonauten wiederum begeben sich durch den inneren Kreuzgang des Hauptkopplungsaggregats zu ihren Arbeitsplätzen: der Metallurge in seine Werkstatt zur Herstellung von Halbleitermaterialien; die Astronomin in ihr Observatorium zur Beobachtung von Röntgenstrahlungsquellen; der Geophysiker an seine Multispektralkameras zur Fernerkundung der Erde; die Biologin in ihr Laboratorium zur Gewinnung von Impfstoffen. Der Basisblock selbst erinnert in seiner Grundkonfiguration und den Hauptparametern an die Vorgängerinnen aus der Salut-Klasse. Darin kommt die Entwurfskonzeption der sowjetischen Raumschiffkonstrukteure zum Ausdruck, die bewährte technologische Lösungen in Serienproduktion fertigen, nach dem Baukastenprinzip verwenden und durch revolutionäre Neukonstruktionen auf eine höhere Qualitätsstufe heben. Mit MIR beginnt ein neues Kapitel der bemannten Raumfahrt, die Ära der ständig besetzten Orbitalstationen, die ein Akademgorodok im All ebenso sind wie ein Kombinat im Kosmos. Das erhöht auch die Chancen für die Teilnahme weiterer Interkosmonauten am Programm; denn MIR läßt sich auch mit „Mannschaften Internationaler Raumfahrer“ übersetzen.

## Erste Erfolge

In der Zwischenzeit wurden die Konstruktionselemente und Bordsysteme der neuen Station von den sowjetischen Kosmonauten LEONID KISIM und WLADIMIR SOLOWJOW erprobt und die Bordapparaturen in Funktion gesetzt. Erstmals in der Geschichte der Raumfahrt flogen die beiden Kosmonauten bei 125tägigem Raumaufenthalt gleichzeitig in zwei Orbitalstationen, nämlich im Komplex MIR/Sojus T 15.

Mit 375 bzw. 362 Tagen Aufenthalt im Weltraum bei 3 bzw. 2 Einsätzen sind KISIM und SOLOWJOW die erfahrensten unter den 199 Raumfahrern aus 19 Ländern. Ihre Flugleistungen von rund 250 Millionen Kilometer entsprechen der einer Marsmission. Spitzenreiter sind sie auch unter den „Außenseibern“ im All, stiegen sie doch achtmal in den freien Raum aus, wo sie insgesamt 31 Stunden und 40 Minuten arbeiteten.

Doch nicht um Rekorde ging es bei dem jüngsten Weltraumunternehmen der Sowjetunion, sondern um die Erprobung von Technologien, die weit bis ins 21. Jahrhundert hinein die Zukunft der Raumfahrt bestimmen.

Der jüngste Weltraumerfolg gliedert sich harmonisch in das sowjetische Sternfriedensprogramm ein. Es umfaßt die Ermittlung der nationalen Bedürfnisse an Kosmostechnik und die Bildung einer internationalen Weltraumorganisation und führt hin bis zu gemeinsamen Raumstationen und bemannten Planetenflügen. Sein humanistisches Anliegen ist es, daß die Menschheit unter einem friedlichen Himmel in das nächste Jahrtausend tritt.

Anschrift des Verfassers:  
**HORST HOFFMANN**  
Lindenallee 49  
Berlin-Weißensee  
DDR - 1120

**Hans-Dieter Naumann**

## Forschungsexperiment INTERBOL

Mit der Bezeichnung INTERBOL bereiten die INTERKOSMOS-Staaten UdSSR, CSSR, VRB, SRR und Kuba gemeinsam mit Wissenschaftlern aus Frankreich, Finnland und Schweden ein neues internationales Raumfahrtexperiment vor. Die an das englische „Fire bol“ angelehnte Bezeichnung deutet bereits auf das Hauptziel hin, die Erforschung des heißen Plasmas in der Magnetosphäre und seine Auswirkungen auf die Erde. Es handelt sich hierbei um einen Fragenkomplex, der von unmittel-

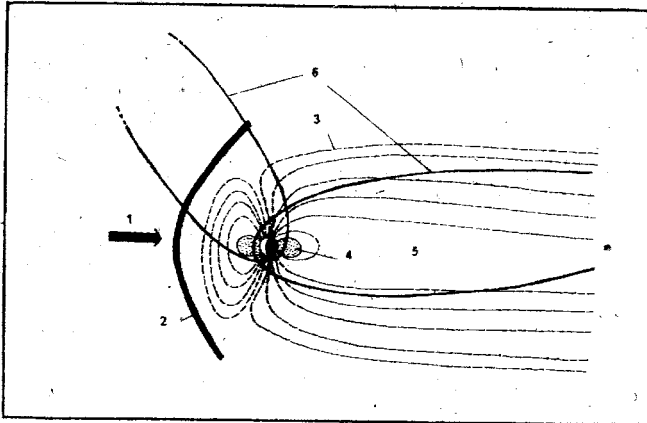
barer praktischer Bedeutung für zahlreiche terrestrische Prozesse ist.

Es gehört bekanntlich zu den in unmittelbarem Zusammenhang mit der Existenz der Strahlungsgürtel aus Satellitenmessungen gewonnenen Erkenntnissen, daß die Erde einen Plasmaschweif hinter sich herzieht, der viele Millionen Kilometer hinaus in den Weltraum reicht und in dem riesige Energiemengen gespeichert sind, deren Quelle die Sonne ist. Aufgrund ihres Magnetfeldes bildet die Erde in etwa 100 000 km Entfernung von ihrer Oberfläche gegen den hochenergetischen Sonnenwind eine Schutzhülle, die als Magnetopause bezeichnet wird. Das Erdmagnetfeld wird dadurch auf der der Sonne zugewandten Seite zusammengedrückt, während sich auf der abgewandten Seite ein langgezogener, plasmagefüllter Magnetschweif ausbildet. Die Schirmwirkung der Magnetopause ist jedoch nicht vollkommen, so daß ständig solares Plasma in die Magnetosphäre eindringt und hier gewaltige Turbulenzen erzeugt, die enorme Energien speichern.

Während dieser Sachverhalt heute weitgehend bekannt ist, sind zahlreiche Detailprozesse in diesem Wechselspiel heute noch ungeklärt. Dazu gehören die näheren Ursachen des Ausbruchs und des Mechanismus der Magnetosphärenstürme, bei denen explosionsartig riesige Mengen im Plasmaschweif gespeicherter Energien freigesetzt werden. Dabei kommt es zu einem massierten Auftreffen hochenergetischer Plasmateilchen auf die Erdatmosphäre, das die hinlänglich bekannten Folgeerscheinungen, wie Polarlichter und Unterbrechungen des Funkverkehrs auslöst. Auch Folgeerscheinungen in der Biosphäre unseres Planeten einschließlich des Menschen werden seit langem diskutiert, sind heute aber noch Gegenstand widersprüchlicher Meinungen. Unabhängig davon ist die gesicherte Vorhersage solcher Magnetosphärenstürme von weitreichender Bedeutung für zahlreiche Zweige. Nach einer von UdSSR- und DDR-Wissenschaftlern erarbeiteten Theorie werden sie dadurch ausgelöst, daß die wachsende Magnetfeldstärke im Schweif einem kritischen Wert zustrebt, bei dem die Bewegung der Plasmateilchen irregulären Charakter annimmt. Dadurch kommt es zur Energieabgabe des Magnetfeldes an das Plasma und zu einer Abschnürung des Plasmaschweifs. Die mit der Erde verbundenen Feldlinien schnellen auf die Erdatmosphäre peitschenartig zu und reißen dabei das Plasma des Schweifs mit sich.

Die Prüfung dieser und anderer Theorien und die Klärung der Zusammenhänge der genannten Prozesse mit dem Ziel, Grundlagen zur Vorhersage von Magnetosphärenstürmen zu schaffen, sind Inhalt des INTERBOL-Projektes. Vorgesehen ist dabei die Schaffung eines Satellitensystems aus vier

Satelliten, die die betreffenden Raumgebiete durchfliegen. Es umfaßt zwei sowjetische Satelliten der PROGNOS-Serie, die jeweils einen Subsatelliten mitführen. Der Start ist für 1990 geplant. Die Bahnen der beiden PROGNOS-Satelliten werden so gewählt, daß eine gleichzeitige Beobachtung der Prozesse im erdnahen Raum und im Plasmaschweif der Magnetosphäre gestartet. Sein Apogäum wird zwischen 100 000 und 200 000 km liegen. Der zweite Satellit wird ein Apogäum von 10 000 bis 15 000 km haben und in eine Bahn gebracht, die die Gebiete über den Polarlichtregionen überfliegt.



Magnetfeldstruktur im erdnahen Bereich und Lage der Bahnen der im INTERBOL-Programm zum Einsatz kommenden PROGNOS-Satelliten (schematisch, nicht maßstabsgetreu)

- 1 Sonnenwind
- 2 Stoßwelle
- 3 Magnetopause
- 4 Strahlungsgürtel
- 5 Plasmaschicht
- 6 Bahnen der beiden PROGNOS-Satelliten

PROGNOS-Satelliten werden in der Sowjetunion seit nahezu 15 Jahren eingesetzt. Ihr Aufgabenbereich umfaßt sonnenphysikalische und solarertrische Effekte und Beziehungen. PROGNOS 1 wurde am 14. Februar 1972 in eine Umlaufbahn gebracht. Seit 1976 beteiligen sich auch andere Staaten am PROGNOS-Programm, neben INTERKOSMOS-Ländern auch kapitalistische Staaten, wie Schweden und Frankreich. Insgesamt wurden bisher zehn PROGNOS-Satelliten gestartet, der letzte am 26. April 1985 im Rahmen des INTERKOSMOS-Programms als INTERKOSMOS 23.

Anschrift des Verfassers:  
**HANS-DIETER NAUMANN**  
 Straße der Thälmann-Pioniere 19  
 Radeberg  
 DDR - 8142

**Manfred Schukowski/Franz Zuber-Seifert**

## Zur Arbeit in fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“

Der XI. Parteitag der SED hat den Pädagogen zum Auftrag gemacht, das weiterentwickelte Gesamtkonzept der schulischen Allgemeinbildung im kommenden Jahrzehnt in allen Schulen in hoher Qualität zu realisieren (1; 65). Mit der inhaltlichen Ausgestaltung des sozialistischen Bildungswesens werden weitere Potenzen für die Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft erschlossen und damit gleichzeitig Bedingungen geschaffen, das einheitliche sozialistische Bildungssystem selbst auszubauen und weiterzuentwickeln. Im Erfassen dieser Dialektik liegt der Schlüssel für ein wirklich tiefgreifendes Verständnis für die vom XI. Parteitag der SED beschlossene schulpolitische Orientierung (2).

Entsprechend den wachsenden gesellschaftlichen Anforderungen besteht die objektive Notwendigkeit, die Allgemeinbildung der Schüler auf gesellschaftlich bedeutsamen Sachgebieten zu vertiefen und zu erweitern. Dabei wächst im Rahmen des Unterrichts die Bedeutung der differenzierten Arbeit mit älteren Schülern: „Es ist von Bedeutung, daß auch in der zehnklassigen Schule weitere Schritte zur Entwicklung des fakultativen Unterrichts gegangen werden. Er bietet Möglichkeiten der Differenzierung, der Vertiefung und der Erweiterung der Allgemeinbildung über den obligatorischen Unterricht hinaus. Damit wird der gerade in dieser Altersstufe erforderlichen Ausprägung spezifischer Neigungen, Interessen, Begabungen und Talente entsprechend den gesellschaftlichen Erfordernissen besser Rechnung getragen“ (1; 63). Insbesondere aus der Sicht der weltanschaulichen Erziehung der Schüler wird auch zukünftig eine vertiefende Beschäftigung mit Fragen der Astronomie und Raumfahrt in einem fakultativen Kurs für erforderlich gehalten (3; 70 f.).

Die fakultativen Kurse nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ haben in vielen Schulen unserer Republik ihren Platz gefunden. Ihre Zahl liegt seit Jahren konstant bei 700 bis 800, die Zahl der Teilnehmer bei etwa 10 000. Im Bezirk Rostock gab es im vergangenen Schuljahr 45 solcher Kurse mit 471 Teilnehmern, davon ein Drittel Mädchen.

Wir wollen im folgenden auf einige Ergebnisse und Aufgaben im fakultativen Kurs nach Rahmenpro-

gramm „Astronomie und Raumfahrt“ eingehen. Damit verfolgen wir die Absicht, Lehrer, die Unterricht in diesem fakultativen Kurs erteilen oder erteilen wollen, anzuregen, über die durch das Rahmenprogramm gesetzten Ansprüche, über Ergebnisse eigener Arbeit und dabei aufgetretene Probleme nachzudenken und im Erfahrungsaustausch mit anderen Leitern dieses Kurses weitere Fortschritte anzustreben. Gleichzeitig wenden wir uns an Direktoren und Fachberater, in ihrer vielseitigen und verantwortungsvollen Tätigkeit auch den Leitern fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ Berater zu sein und sie zu unterstützen.

### 1. Zur Situation

1970 betraten wir mit den Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm in vielerlei Hinsicht Neuland. Das betraf

- die Auswahl der Bereiche und der Programme,
- die Festlegung der Inhalte in den einzelnen Programmen,
- das Verhältnis von obligatorischen und wahlweise-obligatorischen Bildungsinhalten in den Rahmenprogrammen,
- die Einordnung der Arbeitsgemeinschaften nach Rahmenprogramm (AGR) in die Bildungs- und Erziehungsarbeit der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule,
- die Auswahl, Gewinnung und Unterstützung der Leiter von AGR,
- didaktisch-methodische Fragen der Gestaltung der Arbeit,
- die Verantwortung von Schulräten und Direktoren für die Führung dieser neuen Form des Unterrichts (die vielfach zunächst der außerunterrichtlichen Arbeit zugeordnet wurde) sowie ihre Einbindung in die Arbeit der Fachberater, und nicht zuletzt
- die notwendigen schulorganisatorischen Regelungen.

„Astronomie in der Schule“ hat ihren Lesern frühzeitig Orientierungen für die Arbeit in den Arbeitsgemeinschaften nach den Rahmenprogrammen „Astronautik“ und „Astronomie“ gegeben (letztere kam 1971 zu der Palette der angebotenen AGR hinzu) (4). 1978 wurden diese beiden Arbeitsgemeinschaften zusammengefaßt. Das Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ enthält neben einem obligatorischen Grundkurs „Einführung in die Astronomie“ die Möglichkeit, unter drei Wahlkursen zu wählen: Positionen und Bewegungen der Himmelskörper. – Methoden der Erforschung der Himmelskörper. – Physik der Körper des Sonnensystems.

Mit der Entscheidung über die Einführung von AGR bzw. fakultativen Unterrichts in Form der fakultativen Kurse (FKR) wurde einer schulpolitischen Forderung des Gesetzes über das einheitliche sozialistische Bildungssystem von 1965 ent-

sprochen: „Die Einheitlichkeit in der Zielstellung und im Aufbau des sozialistischen Bildungssystems schließt, entsprechend den gesellschaftlichen Erfordernissen und den individuellen Begabungen, Differenzierungen auf den oberen Stufen ein“ (5; 83). Diese Aufgabenstellung fußt auf dem von MARX und ENGELS geführten Beweis, daß unter sozialistischen Produktionsverhältnissen die Notwendigkeit und die Möglichkeit für die Verwirklichung allseitiger Menschenbildung herangereift ist: „Die gemeinsam und planmäßig von der ganzen Gesellschaft betriebene Industrie setzt . . . Menschen voraus, deren Anlagen nach allen Seiten hin entwickelt sind, die imstande sind, das gesamte System der Produktion zu überschauen“ (6; 376). Ihre aktuelle Widerspiegelung findet diese Forderung in der vom XI. Parteitag der SED bekräftigten Aufgabe, „die Anlagen und Fähigkeiten eines jeden Kindes optimal auszubilden“ (1; 59).

Als wesentliche Resultate auf dem in mehr als ein- einhalb Jahrzehnten zurückgelegten Weg können wir nennen:

- Fakultative Kurse nach Rahmenprogramm haben an praktisch allen Schulen ihren festen Platz gefunden;
- sie werden als eine spezifische Form des *Unterrichts* gesehen;
- es gibt einen Stamm erfahrener Leiter von fakultativen Kursen;
- wir verfügen über Erfahrungen zur Spezifik dieser Arbeit in pädagogisch-psychologischer und didaktisch-methodischer Hinsicht;
- die Schulräte, Direktoren und Fachberater nehmen ihre Verantwortung auch für diesen Teil des Unterrichts wahr;
- in den meisten Fällen werden die fakultativen Kurse richtig in den gesamten Bildungs- und Erziehungsprozeß an den Schulen, in den Schuljahresarbeitsplan und in den Stundenplan eingeordnet.

Diese generellen Feststellungen gelten auch für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“. Mit dem Übergang von AGR zu fakultativen Kursen wurde 1983 ein weiterer Schritt zur qualitativen Ausgestaltung des fakultativen Unterrichts in den oberen Klassen gegangen. Mit dem Blick auf die bildungspolitische Gesamtentwicklung und Aufgabenstellung der achtziger Jahre in der DDR stellen fakultative Kurse – richtig verstanden – neue, höhere Anforderungen an die Planung, an die fachwissenschaftliche und didaktisch-methodische Bewältigung und die organisatorische Gestaltung. Fragen einer auf solide Ergebnisse im Wissen, Können und in der Erziehung der Schüler gerichteten Unterrichtsgestaltung, größerer Selbständigkeit und geistiger Aktivität der Schüler im Unterrichtsprozeß, einer kontinuierlichen Durchführung sind stärker in den Mittelpunkt gerückt.



Insgesamt sind die Potenzen der fakultativen Kurse schon gut erschlossen, ohne daß sie bereits ausgeschöpft werden. Es ist die Erkenntnis gewachsen, daß sie neben dem obligatorischen Unterricht Teil der sozialistischen Allgemeinbildung, sozusagen deren flexibler Bereich sind.

Es zeigen sich Unterschiede vor allem in dreierlei Hinsicht:

1. *In der Art und Weise, wie das Programmangebot an fakultativen Kursen für die einzelne Schule festgelegt wird.* An vielen Schulen wird richtig von den spezifischen gesellschaftlichen und territorialen Erfordernissen und den Interessen der Schüler ausgegangen. Aber es kommt auch noch vor, daß die Programmangebote einseitig von dem an der Schule freien Arbeitsvermögen der Lehrer bestimmt werden.

2. *In der Art und Weise der Auswahl der Schüler.* Vielfach wird der rechtzeitigen und pädagogisch durchdachten Gewinnung und Lenkung der Schüler Aufmerksamkeit geschenkt. Aber wir hören auch noch von administrativen Reglementierungen. Während in vielen Fällen die fakultativen Kurse allen Schülern, also auch leistungsschwächeren und verhaltensschwierigeren Schülern offenstehen, gibt es andererseits auch noch Erscheinungen, sich auf vorwiegend leistungsstarke und verhaltensunauffällige Schüler zu beschränken.

3. *Im Stellenwert der fakultativen Kurse in der Leitungstätigkeit von Direktoren und Schulräten.* In vielen Kreisen des Bezirkes Rostock gab es thematische Konferenzen zum Unterricht in fakultativen Kursen mit Direktoren, Fachberatern und ausgewählten Kursleitern. Dort wurden – teilweise im Zusammenhang mit Gruppenhospitationen von Direktoren in gut arbeitenden FKR – schulpolitische Positionen dargelegt, theoretische Grundlagen vermittelt, der erreichte Stand eingeschätzt, Erfahrungen vorgetragen und Schlußfolgerungen gezogen. Wir halten dieses Vorgehen für beispielhaft.

Es erweist sich immer wieder, daß mit der Art und Weise der Gewinnung der Schüler für den fakultativen Kurs und der leitungsmäßigen Sicherung aller notwendigen Bedingungen das Fundament gelegt wird, auf dem eine gute Bildungs- und Erziehungsarbeit wachsen kann. Diese Erkenntnis gilt in gleicherweise auch für die fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“.

Zu diesen Bedingungen zählt nicht zuletzt die Schaffung eines Stammes erfahrener, langjährig im fakultativen Kurs tätiger Lehrer und ihre ständige Qualifizierung. Von der systematischen Verbesserung der kadermäßigen Bedingungen im Ostseebezirk zeugt u. a. die Tatsache, daß im vergangenen Schuljahr 89 Prozent aller im Bezirk Rostock als FKR-Lehrer tätigen Pädagogen diesen Unterricht im Rahmen ihrer Pflichtstunden – ein-

schließlich der Variablen – erteilten (zum Vergleich: 1977/78 – 21 Prozent).

## 2. Weiterführende Überlegungen

Unsere Erfahrungen im Bezirk Rostock bestätigen sowohl die Feststellungen als auch die Hinweise von DRECHSLER und GERSTENBERGER hinsichtlich des Unterrichts in fakultativen Kursen und ihrer Führung (7; 550 ff.). Wir leiten daraus für die fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ folgende Überlegungen ab:

1. Es ist die Aufgabe gestellt, die Bemühungen um die Qualität des an jeder Schule real existierenden Programmangebots und -profils zu verstärken. Mit dem Blick auf eine wirkungsvollere Ausschöpfung des Potentials der fakultativen Kurse für die Persönlichkeitsentwicklung sind die real gegebenen Möglichkeiten noch besser zu nutzen, den Schülern ein möglichst mehrere Inhaltsbereiche (Gesellschaftswissenschaften/Geographie – Mathematik/Naturwissenschaften – Polytechnik – Kunst/Kultur – Fremdsprachen; vgl. (3)) repräsentierendes Angebot anzubieten. Davon ausgehend ist an jeder Schule in Verantwortung des Direktors zu entscheiden, ob dazu auch ein fakultativer Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ gehören kann.

An den Schulen, an denen die fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ Tradition haben, sollten sie kontinuierlich weitergeführt werden. Unsere Erfahrungen besagen, daß solche Traditionen dort am besten wachsen, wo der Astronomielehrer an seiner Schule eine langfristige Perspektive hat, seiner systematischen Weiterbildung Aufmerksamkeit geschenkt wird und er so Jahr um Jahr neue Erfahrungen in die weitere Arbeit einbringen kann. Einen wichtigen Ansatzpunkt für die weitere Verbesserung sowohl des Angebots an Kursen als auch ihrer Qualität sehen wir darin, die Erfordernisse des fakultativen Unterrichts noch stärker bei der Planung des Kaderbedarfs und des Kadereinsatzes zu berücksichtigen. Dabei sollte von der für die einzelne Schule gesellschaftlich notwendigen Programmpalette ausgegangen, eine schrittweise Verbesserung von Schuljahr zu Schuljahr angestrebt und schließlich inhaltliche Ausgewogenheit und Stabilität erreicht werden. Kontinuität in der Arbeit der FKR (die flexibles Reagieren auf reale Gegebenheiten nicht ausschließt) ist eine wesentliche Voraussetzung für eine kontinuierliche Anleitung und Kontrolle, für die Herausbildung von Schultraditionen und für eine auf Dauer gesehen angemessene Belastung der Kursleiter. Denn die umfassende inhaltliche Planung, die persönliche Vorbereitung, die methodischen Überlegungen und die Sicherung der materiell-technischen Bedingungen fordern von den Leitern eines fakultativen Kurses in den ersten Jahren dieser Tätigkeit einen hohen Arbeits- und Zeitaufwand, der sich erst nach Jahren auszahlt. Das gilt besonders auch für die

Leiter der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“.

2. Das derzeitige Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ gibt einen Grundkurs obligatorisch vor und stellt drei Wahlkurse zur Auswahl, um den örtlich bedingten Unterschieden in den personellen und materiellen Voraussetzungen und Bedingungen sowie den individuellen Interessen und Erfahrungen der Schüler gut entsprechen zu können (8; 6).

Da der fakultative Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ vor dem obligatorischen Astronomieunterricht einsetzt (das ist einmalig im Verhältnis des fakultativen zum obligatorischen Unterricht in unserer Schule), ist ein verbindlicher Grundkurs notwendig, in dem grundlegende astronomische und Raumfahrtkenntnisse systematisch vermittelt werden und das Fundament für die anschließende Wahlkursarbeit gelegt wird.

Es kommt nicht selten vor – und das Rahmenprogramm räumt diese Möglichkeit ein – daß sich Lehrer aus Stoffgebieten und Schülertätigkeiten verschiedener Wahlkurse ihren eigenen Plan erarbeiten. Dabei scheint uns wichtig, daß solche Abschnitte sehr verantwortungsbewußt zusammengeführt werden, die eine logische Stoffabfolge bilden und mit denen das Bildungs- und Erziehungsziel dieses fakultativen Kurses erreicht wird.

Eine solche inhaltlich-methodische Planung ermöglicht, sinnvoll und flexibel auf örtliche, wissenschaftliche, historische und politische Gegebenheiten sowie auf aktuelle astronomische Ereignisse und Ergebnisse der Raumfahrt zu reagieren. (Vgl. dazu die Ausführungen von BRUNOW, KLUGE, WAGLER und STAMMAN zur Planung in (9), (10), (11) und (12).)

Zu den Problemfragen der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ muß man diese rechnen: Wie oft beginnt ein solcher Kurs an einer Schule? Wird jährlich ein Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ gebildet oder nur jedes zweite Jahr oder werden gemischte Kurse mit Schülern aus 9. und 10. Klassen gebildet? Die meisten der von uns befragten Lehrer des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ beginnen jedes zweite Jahr mit Schülern der 9. Klassen. Sie führen diesen Kurs bis zum Ende der 10. Klasse und beginnen dann neu. In einen vorhandenen Kurs jährlich die interessierten Schüler der 9. Klassen aufzunehmen, führt zu schwer zu bewältigenden Fragen der fachlichen und methodischen Gestaltung. Allerdings wird auch dieser Weg von manchen Astronomielehrern erfolgreich gegangen ((9), (11)).

Inzwischen würde, von gesellschaftlichen Erfordernissen und schulpraktischen Erfahrungen ausgehend, entschieden, daß für den fakultativen Unterricht zukünftig Rahmenprogramme für Einjahreskurse, für Zweijahreskurse und für Kurse existieren, die nach Entscheidung der Schule ent-

weder als Ein- oder als Zweijahreskurse gestaltet werden können (13). Damit wächst die Verantwortung der Direktoren der Oberschulen bei der Entscheidung über das schulische Programmangebot weiter, das so zu gestalten ist, daß die einzelnen Schüler entweder an einem Zweijahreskurs oder an zwei Einjahreskursen teilnehmen können (ebd.). Dadurch werden wir möglicherweise auch hinsichtlich der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ in Zukunft vor einer neuen Situation stehen. (Hinweis der Redaktion: Die Weiterentwicklung der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ wird Gegenstand einer Unterrichtsdiskussion in „Astronomie in der Schule“ sein. Alle Lehrer sind schon jetzt aufgerufen, sich daran zu beteiligen.)

3. Die inhaltliche Führung der fakultativen Kurse muß in den Gesamtprozeß der Führung des Unterrichts eingeordnet werden. Die Kurse müssen im Stundenplan fest verankert und der Lehrereinsatz muß vorausschauend geplant werden. Hohe Qualität des fakultativen Unterrichts kann nur dort erreicht werden, wo er regelmäßig und kontinuierlich vom ersten Schultag der Klasse 9 an über das gesamte Schuljahr bzw. in Kursen für Schüler der Klasse 10 bis zum Beginn der schriftlichen Abschlußprüfung durchgeführt wird ((7; 551) und (13)). Unsere analytischen Untersuchungen ergeben, daß die Kontrolle der Durchführung, der Teilnahme, der im Kurs tatsächlich realisierten Inhalte und der Programmtreue durch Direktoren und Fachberater noch nicht immer mit der gleichen Konsequenz wie beim obligatorischen Unterricht geschieht. Bewährt haben sich die gleichen Methoden wie im obligatorischen Unterricht, also Hospitation, Kontrolle des Gruppenbuches der fakultativen Kurse, Gespräche mit den Lehrern und teilnehmenden Schülern usw.

Uns scheint notwendig, auch diesen Teil der Leitungsverantwortung so genau, regelmäßig und konsequent zu handhaben, wie das beim obligatorischen Unterricht selbstverständlich ist.

Besonders bewährt hat es sich, solche Kurse zu analysieren, in denen nachgewiesenermaßen langjährig erfolgreich und stabil gearbeitet wird, und die Ergebnisse solcher Analysen zum Nutzen anderer fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ auszuwerten. Unsere Erfahrung belegt, daß dabei ein Hauptfaktor deutlich wird: Die Persönlichkeit des Lehrers, sein Wissen und Können, sein Engagement, die Freude und der Erfolg, zu denen er seine Schüler zu führen versteht.

4. Gute Ergebnisse und Fortschritte werden vor allem dort erreicht, wo der Fachberater für Astronomie auch für die Arbeit im fakultativen Unterricht sachkundiger Berater der Leiter von Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ ist. Das kann er dann besonders gut, wenn er eigene Erfahrungen zum fakultativen Unterricht einbringt und wenn er die

in fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ seines Kreises (und vielleicht auch darüber hinaus) geleistete Arbeit kennt, Stärken und Schwächen studiert und analysiert hat. Wo der Fachberater auch in dieser Seite des Astronomieunterrichts sicher ist, und wo er auch hinsichtlich der fakultativen Kurse vom Direktor seines Pädagogischen Kreiskabinetts gefordert wird, hospitiert er in den fakultativen Kursen wie im obligatorischen Unterricht, ist Berater sowohl der Kursleiter wie der Direktoren und kann seinem Schulrat für Leitungsentscheidungen zum fakultativen Unterricht sachkundig zurarbeiten. Für viele Fachberater gehört diese Verantwortung schon heute zu ihren selbstverständlichen Aufgaben.

5. Eine bewährte Hilfe für die Lehrer von fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ ist der Erfahrungsaustausch, in dem es um die weitere Vertiefung des schulpolitischen Verständnisses für die Ansprüche an eine hohe Qualität des Unterrichts, verbunden mit der schöpferischen Diskussion zur praktischen Realisierung der fachwissenschaftlichen, didaktisch-methodischen und organisatorischen Anforderungen bei der Umsetzung des Rahmenprogramms geht. Der Erfahrungsaustausch ist dann besonders fruchtbar, wenn einzelne Lehrer das „Wie?“ dieser Arbeit am konkreten Beispiel darlegen. Dabei darf niemand Rezepte erwarten, wohl aber Anregungen zum Nachdenken über die eigene Arbeit.

Beim Erfahrungsaustausch standen von allem folgende Fragen und Erkenntnisse im Blickpunkt:

– Obligatorischer Astronomieunterricht und fakultative Kurse sind *Unterricht*, in dem unter Führung des Lehrers angestrengt gelernt und die junge Persönlichkeit geformt und erzogen wird. Wo liegen die speziellen Potenzen des fakultativen Kurses, um in diesem Prozeß bestmögliche Ergebnisse zu erreichen? Fazit der Diskussionen war immer wieder – wie beim obligatorischen Unterricht – die Persönlichkeit des Lehrers mit seiner fachwissenschaftlichen Autorität, seinem pädagogischen Können und seiner Fähigkeit, die Schüler zu erreichen. Die besten Ergebnisse und die sicherste Stabilität der fakultativen Kurse finden sich dort, wo geistige Aktivität der Schüler Wirklichkeit wird, wo sie gefordert sind und unter Anstrengung zu hohen Leistungen gelangen. Das gilt zwar auch alles für den obligatorischen Unterricht; aber die geringere Schülerzahl, das einheitlichere Interesse an Fragen der Astronomie und Raumfahrt, der differenziertere Zuschnitt des Planes auf die spezielle Gruppe bieten besondere Möglichkeiten, auf Interessen und Fähigkeiten einzugehen oder sie zu wecken und zu fördern, Aufgaben und Aufträge zu differenzieren, Lösungsvorschläge und Arbeitsergebnisse zu diskutieren, Erfolgserlebnisse und Freude zu organisieren.

Was bei pädagogisch kluger und gut durchdachter

Arbeit in einem fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ auch unter schwierigen Bedingungen (kein Planetarium, keine Sternwarte oder wissenschaftliche astronomische Einrichtung in der Nähe; nur ein Telementor; Schüler aus mehreren Orten) hinsichtlich der Persönlichkeitsentwicklung der Schüler erreicht werden kann, hat DIETER STAMMAN (Burg Stargard) in seiner Pädagogischen Lesung eindrucksvoll dargestellt (12).

– Die Vermittlung und Aneignung von Wissen und Können gelingt dort am sichersten, wo es gelingt, theoretische Erkenntnisse in Zusammenhang zu bringen mit der praktischen Himmelsbeobachtung, wo rationale Einsichten auch emotional gestützt sind, wo sich die Schüler geistig-praktisch an Aufgaben erproben, die ihnen bedeutsam gemacht wurden und die sie sich bis dahin nicht zugetraut hatten. Aus dem Erfolg wächst begründeter Stolz, wachsen Selbstbewußtsein und der Mut, sich auch weiterhin etwas zuzutrauen.

– Man kann davon ausgehen, daß die im Kurs vereinte Schülergruppe interessegebunden ist; aber sie ist weder persönlichkeits- noch leistungshomogen. Wie entspricht man dem unterschiedlichen Leistungsvermögen und -willen, den individuellen Fähigkeiten und Stärken? Wie wirkt man Schwächen entgegen und fördert wertvolle Persönlichkeitseigenschaften? Es zeigt sich, daß die generelle und prinzipielle Forderung nach optimaler Förderung jedes Schülers vom Lehrer für diesen fakultativen Kurs speziell durchdacht und darüber hinaus auf die konkreten Schüler bezogen werden muß. Damit ist der Lehrer auch hier mit jeder neuen Schülergruppe neu gefordert. Aber auch für eine Gruppe kann der Terminus „optimale Förderung“ nicht ein für allemal festgeschrieben werden. Was am Anfang optimal schien, zeigt sich im Prozeß manchmal als übertreffbar, während sich in anderen Fällen Zielsetzungen als überhöht erweisen oder die Wege ihrer Realisierung neu überlegt werden müssen.

Schließlich hängt die optimale Ausbildung der Anlagen und Fähigkeiten des jungen Menschen nicht zuletzt vom Lehrer ab, dessen Wissen und Können mit der Erfahrung wächst. Zusammengefaßt heißt das, daß man die optimale Entwicklung des Jugendlichen als einen von mehreren Faktoren beeinflussten Prozeß verstehen und dementsprechend realisieren muß.

– Im Erfahrungsaustausch zeigte sich auch, daß Themen des zweiten Wahlkurses (Methoden der Erforschung der Himmelskörper) von nicht wenigen als besonders schwierig angesehen werden. Solche Themen sind z. B.

- visuelle Beobachtungen des Sternhimmels, bestimmter Objekte und Erscheinungen mit und ohne Instrument,
- Spektralanalyse als Forschungsmethode,
- fotografische Himmelsbeobachtungen,

- Radioastronomie,
- Methoden der Erforschung der Himmelskörper durch Raumsonden.

Erfahrene Fachberater verweisen völlig richtig darauf, daß es in solchen Fällen nur einen Weg gibt: Sich den Problemen zu stellen und die schwierigen Abschnitte und die Wege ihrer Realisierung zum Gegenstand der Weiterbildung, der Beratung und des Erfahrungsaustausches zu machen. Das ist um so wichtiger, wenn es sich – wie in den obigen Beispielen – um Inhalte handelt, die für das astronomische Naturverständnis, für die Methoden astronomischer Erkenntnisgewinnung und letztlich also für weltanschauliche Einsichten besonders bedeutungsvoll sind.

6. Es zeigt sich, daß die spezifische Hilfe, Anleitung und Beratung der Leiter der fakultativen Kurse in fachwissenschaftlicher, didaktisch-methodischer und technisch-organisatorischer Hinsicht – wie die Weiterbildung überhaupt – an Bedeutung gewinnt. An ihren Schulen können die Leiter der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ kaum spezifische Anleitung erhalten. In 11 von 14 Kreisen des Bezirkes Rostock z. B. gab es im Schuljahr 1985/86 nur jeweils 1 bis 3 solcher Kurse. In diesen Fällen erweist sich der Rahmen eines Kreises für den Erfahrungsaustausch als zu klein. Es gibt Ansätze, daß sich für bestimmte Weiterbildungsveranstaltungen benachbarte Kreise unter der Leitung der Fachberater für Astronomie verbünden, um den Erfahrungsschatz einer angemessenen Zahl von Lehrern (5 bis 10 Teilnehmer erweisen sich als optimal) in die Beratung einbringen zu können. Von solcher Zusammenarbeit, die wir als eine Form der Weiterbildung der Leiter fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ verstehen, sollte – wenn gute Qualität gewährleistet ist, wenn dadurch kein Unterrichtsausfall entsteht und wenn die Belastung für die Lehrer zumutbar bleibt – verstärkt Gebrauch gemacht werden.

Zu den wichtigen und guten Hilfen für Lehrer in fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ rechnen wir u. a. die Bücher „Astronomie und Raumfahrt“, „Wissensspeicher Astronomie“ und „Astroführer“, die auch Schülern wertvolle Handbücher und Arbeitsmittel sein können. Die Fachzeitschrift „Astronomie in der Schule“, die den Leitern der FKR „Astronomie und Raumfahrt“ schon manche Hilfe gegeben hat, sollte dieser Seite ihrer Arbeit verstärkt Raum geben.

7. Die Teilnehmer an fakultativen Kursen „Astronomie und Raumfahrt“ sollten an ihren Schulen öffentlich wirksam werden. Darauf weist schon das Rahmenprogramm hin: „Die Schüler sollen durch die Teilnahme an der Messe der Meister von morgen, durch die Veranstaltung von Beobachtungsaufstellungen für Eltern und Schüler, durch die Gestaltung von Foren und Vorträgen für andere Schüler öffentlich Rechenschaft über die Ergebnisse ihrer

Tätigkeit... ablegen.“ (8; 6) Wir sehen das Anliegen solchen Auftretens in doppelter Hinsicht: In der Weitergabe von astronomischen Erkenntnissen an andere und als Faktor der Persönlichkeitsentwicklung. Denn Ergebnisse der eigenen Arbeit vorzustellen, bei Beobachtungen für andere aktiv zu sein, himmelskundliches Wissen vortragen zu dürfen kann – wenn es pädagogisch klug organisiert wird – die Teilnehmer fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ nachhaltig stimulieren, kann auf Persönlichkeitseigenschaften wie gesundes Selbstbewußtsein und Leistungsstreben dauerhaft wirken. Wer von uns Älteren könnte nicht mit Beispielen belegen, wie ihn erfolgreich gelöste Aufgaben und Anerkennung stolz und froh gemacht und zu weiteren Leistungen motiviert haben.

Über Möglichkeiten für das öffentliche Auftreten unserer Schüler außerhalb des fakultativen Kurses sollten wir weiter nachdenken. Neben den genannten Beispielen halten wir das Auftreten in FDJ-Veranstaltungen und vor Patenbrigaden oder die Mitwirkung in Jugendweihestunden für denkbar, wenn es pädagogisch und organisatorisch so vorbereitet wird, daß Erfolg in hohem Grade wahrscheinlich ist. Das Bild der außerunterrichtlichen Arbeit in den Schulen ist in den vergangenen Jahren farbiger geworden. Schülerakademien und -gesellschaften, Urania-Veranstaltungen oder Tage der Wissenschaft und Technik könnten mehr noch auch zu Foren des Auftretens von Mitgliedern fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ werden und sollten als Möglichkeiten der Bewährung für die Schüler genutzt werden. ASTRID WAGLER, M.-W.-Frunse-Oberschule Berlin, schildert in ihrer Pädagogischen Lesung eindrucksvoll, welche Wirkungen auf das ‚astronomische Klima‘ an ihrer Schule vom Wirken der Mitglieder des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ ausgingen (11).

### 3. Abschließende Gedanken

Seit der Einführung des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ wurden in achtjähriger Arbeit Erfahrungen gesammelt. Uns scheint es an der Zeit, solche Erfahrungen in einer Überarbeitung oder Neufassung des Programms zu verarbeiten und zu berücksichtigen. Der Grundkurs sollte dabei – in engem Zusammenhang von praktischer Beobachtung und theoretischen Erkenntnissen – auf wichtige Grundlagen für das Verständnis astronomischer Erscheinungen und Zusammenhänge sowie der Raumfahrt konzentriert bleiben. Die Wahlkurse sollten stärker als bisher *wesentliche* Erkenntnisse, Fragestellungen, Methoden und Aufgaben von Astronomie und Raumfahrt zum Gegenstand haben, und inhaltliche Überschneidungen zwischen ihnen sollten – wo es nicht das Verständnis des Gegenstandes erfordert – verringert werden. Der Gedanke, daß wir es mit einem Entwicklungskosmos zu tun haben, sollte ausgebaut werden. Unter

Berücksichtigung des zum Schuljahr 1987/88 einzuführenden neuen Astronomielehrplanes (14) sollten die in den Wahlkursen parallel zum obligatorischen Astronomieunterricht zu behandelnden Stoffe zur Vertiefung und Erweiterung des Wissens über das Weltall, der weltanschaulichen Einsichten und zur geistigen Aktivierung der Schüler beitragen.

Wir halten für wichtig, daß das Rahmenprogramm inhaltlich entlastet wird. *Nicht die Menge des behandelten Stoffes, sondern die bei den Jugendlichen erreichten Wirkungen sind der Maßstab für die Qualität des fakultativen Kurses.* Den Leitern der fakultativen Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ sollten mehr als bisher Möglichkeiten eingeräumt werden, örtliche Gegebenheiten bei der Planung und Realisierung ihrer Kurse zu berücksichtigen und die Teilnehmer propädeutisch an Elemente wissenschaftlich-praktischer Arbeit heranzuführen. Der Arbeitsaufwand auch eines erfahrenen Leiters eines fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ ist meist höher als für den obligatorischen Astronomieunterricht. Im Bewußtsein, dadurch zur Entwicklung junger Menschen in besonderer Weise beizutragen, liegt für den Leiter eines solchen fakultativen Kurses wohl das wichtigste Motiv, sich dieser anspruchsvollen Aufgabe mit der ganzen Kraft seiner Persönlichkeit zu stellen.

Das alles – das ist der übergreifende Gedanke unserer Ausführungen – soll dem einen Ziel dienen, langdauernde Wirkungen auf die Formung der Persönlichkeiten der Teilnehmer des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ zu erreichen. Denn unsere zehnklassige allgemeinbildende Oberschule „verfügt mit dem auf breite Grundlagenbildung ausgerichteten obligatorischen Unterricht und dem die Allgemeinbildung vertiefenden und weiterführenden fakultativen Unterricht über die notwendige Flexibilität, um auf Anforderungen aus der dynamischen Entwicklung unserer Gesellschaft rechtzeitig zu reagieren, . . . . *Dieser Vorzug unseres einheitlichen sozialistischen Bildungswesens ist stärker auszuprägen und zur Geltung zu bringen.*“ (1; 60 f.; Hervorhebung M. Sch./F.Z.-S.)

#### Literatur:

- (1) E. HONECKER: Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. Dietz Verlag Berlin 1986.
- (2) K.-U. KOCH: Zu einigen ausgewählten Grundfragen der Strategie des XI. Parteitages der SED in der neuen Etappe der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft in der DDR. In: Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 4, 74–77.
- (3) Mitteilung über die im Schuljahr 1986/87 verbindlichen Rahmenprogramme für die fakultativen Kurse in den Klassen 9 und 10 der allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen. In: Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung, Berlin XXXIV (1986) 5.
- (4) M. SCHUKOWSKI/P. KLEIN: Über Ziele, Aufgaben und einige Probleme der Arbeitsgemeinschaften nach Rah-

menprogramm in den Klassen 9 und 10. In: Astronomie in der Schule, Berlin 9 (1972) 1, 4–9.

- (5) Gesetz über das einheitliche sozialistische Bildungssystem. In: Gesetzblatt der DDR, Teil I, 1965, Nr. 6.
- (6) F. ENGELS: Grundsätze des Kommunismus. In: MEW, Bd. 4.
- (7) H. DRECHSLER/P. GERSTENBERGER: Zu einigen aktuellen Fragen des Unterrichts und seiner Führung. In: Pädagogik, Berlin 40 (1985) 7/8, 545–564.
- (8) Rahmenprogramm für Arbeitsgemeinschaften der Klassen 9 und 10. Astronomie und Raumfahrt. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1978.
- (9) V. KLUGE: Planung für die Tätigkeit fakultativer Kurse. In: Astronomie in der Schule, Berlin 22 (1985) 2, 37–41.
- (10) R. BRUNOW: Zur Planung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“. In: Astronomie in der Schule, Berlin 22 (1985) 6, 132–134.
- (11) A. WAGLER: Erfahrungen bei der Planung und Gestaltung des fakultativen Kurses nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ zur Entwicklung der Schülerpersönlichkeiten. Pädagogische Lesung 85–01–10 c.
- (12) D. STAMMAN: Erfahrungen bei der Führung des fakultativen Unterrichts „Astronomie und Raumfahrt“ – dargestellt am Beispiel einer einzigen Schule. Pädagogische Lesung 85–11–25 a.
- (13) Kommentar zur Anweisung Nr. 10/83 über fakultative Kurse nach Rahmenprogramm für Schüler der Klassen 9 und 10 i. d. F. der 2. Anweisung vom 15. Mai 1986. In: Deutsche Lehrerzeitung, Berlin 33 (1986) 26, S. 2.
- (14) Lehrplan Astronomie Klasse 10. Vorabdruck in: Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 2, 31–34 und 39–42.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. sc. paed. MANFRED SCHUKOWSKI  
Helsinkier Straße 79  
Rostock 23  
DDR - 2520  
Studienrat FRANZ ZUBER-SEIFERT  
Hufelandstraße 22  
Rostock  
DDR - 2500

Carsten Kruse

## Vergleiche im Stoffgebiet „Astrophysik und Stellarastronomie“<sup>1</sup>

Würde man ins Weltall katapultiert, hätte man eine Chance von  $1:10^{22}$ , in der Nähe eines Himmelskörpers zu landen. Vergleicht man den mittleren Abstand der Sterne mit ihrer durchschnittlichen Größe, etwa  $2 \cdot 10^7:1$ , so sieht man, wie einzeln die Sterne stehen. In einem Volumen von  $6,7 \text{ pc}^3$  befindet sich in Sonnennähe ein Stern. Setzt man in jede der Hauptstädte Europas eine Kirsche, weiß man etwa, was das bedeutet.

<sup>1</sup> s. KRUSE, C.: Vergleiche im Stoffgebiet „Das Planetensystem“. Astronomie in der Schule 22 (1985) 5.

Braucht das *Licht* zum nächsten Stern (Proxima Centauri) noch etwa 4 Jahre, ist die Strahlung vom Zentrum der Galaxis schon 28 000 Jahre unterwegs. Nimmt man die neuentdeckte galaktische Korona mit etwa  $10^{12} M_{\odot}$  und  $R \approx 40$  kpc hinzu, braucht das Licht etwa 260 000 Jahre, um die gesamte Galaxis zu durchheilen. In einem Modell, in dem 1 kpc auf 1 cm reduziert sind, hat die Plutobahn den Radius von 20 nm. Das ist mit der Größe eines Makromoleküls vergleichbar.

Die Plejaden, deren Licht vor 300 Jahren zu uns auf Reisen ging (z. Z. NEWTONS), würden sich in unserem Modell etwa 1 cm vom Sonnensystem entfernt befinden. Um eine Vorstellung von diesem ungeheuren Maßstab zu bekommen: In 1 cm<sup>3</sup> Modell befände sich am Ort der Sonne eine Masse von  $2 \cdot 10^{38}$  g, respektive 150 000 Modell-„Sternchen“. Würde man das Licht so verlangsamen, daß es **relativ** seine Schnelligkeit behält, also für den 1 m im Modell eben 28 000 Jahre brauchte, so würde es für die Strecke 1 cm eine Zeit von 280 Jahren benötigen.

Vor etwa 4 Jahren startete es von Proxima Centauri, das war 1982. Vor 26 Jahren (1960) startete das Licht der Wega, das wir heute sehen. Vor 1320 Jahren (666) verließ das Licht des Orionnebels seinen „Startpunkt“. Damals herrschte in Europa noch Feudalismus. Um „unseren“ Spiralarm zu durchlaufen, braucht das Licht wohl an die 3500 Jahre. Diese Zeit trennt uns von der Blütezeit des antiken Griechenlands. Das Licht unserer Begleitergalaxien, den Magellanschen Wolken, verließ sie vor etwa 200 000 Jahren, der Zeit der Altmenschen. Das Licht des Andromedanebels schließlich startete vor etwa 2 Millionen Jahren, zu Beginn des Paläozän, als der Australopithecus seiner Ablösung harnte.

In unserem Modell stehen die Magellanschen Wolken in etwa 6 m Entfernung von der Galaxis mit ihrem  $2\frac{1}{2}$  m Durchmesser (mit Korona 8 m), der Andromedanebel wohl in 69 m mit einem Durchmesser von 6 m, umgeben von seinen mehrere Dezimeter großen Begleitern. Wie man sieht, lassen sich die Galaxien in Größe und Abstand recht gut in *einem* Modell darstellen, da sich eine mittlere Abstands-Größen-Relation von etwa 200 ergibt.

Um das Modell unseres Universums abzurunden: die Galaxienhaufen hätten einen Durchmesser von 200 bis 600 m, nahezu unabhängig vom Reichtum des Haufens. Diese Haufen scheinen sich zu Waben von 10 km  $\cong$  100 Mpc Größenordnung zu sammeln. Insgesamt überblicken wir wohl gegenwärtig  $10^{11}$  extragalaktische Systeme mit jeweils  $10^{11}$  Sternen im Mittel. Dies ist auch mit EDDINGTONS Zahl von rund  $10^{80}$  Nukleonen im Universum verträglich. So findet man in der Nähe der galaktischen Pole auf einer Fläche der Größe der Mondscheibe etwa 400 Galaxien bis zu 21<sup>m</sup>. In dieser

Größenklasse sind also Galaxien bereits so häufig wie Sterne, etwa 80 Millionen.

Neue Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß offensichtlich riesige „unsichtbare“ Koronen dünnen, heißen Gases um die Galaxien große Massen in sich vereinigen. Sollten nun gar die Neutrinos eine Ruhmasse von etwa  $10^{-32}$  g besitzen, ergäbe sich schon für 150 Neutrinos pro cm<sup>3</sup> eine Dichte von  $10^{-29}$  g/cm<sup>3</sup>, d. h. die „gewöhnliche“ Materie ist zu 3 Prozent in das Neutrinogas eingesprenkelt. Übrigens treffen am Ort der Erde pro s und cm<sup>2</sup> 100 Milliarden solare Neutrinos auf. Wir „schwimmen“ sozusagen in einem Neutrinomeer, das jedoch durch uns hindurchfließen kann.

Die geringe *Dichte* des interstellaren Gases und Staubes sollte nicht dazu verführen, sie zu „vergessen“. So ist z. B. die Masse der Sterne offensichtlich nur  $\frac{1}{10}$  der Gesamtmasse der Galaxis, die  $\frac{9}{10}$  macht die Korona der Galaxis aus, die aus dünnem Gas besteht. Würde man den interstellaren Staub auf die Dichte der Luft in Meeresspiegelhöhe verdichten, wäre bereits 1 Meter davon undurchsichtig. Da die Zahl 100 Milliarden ( $10^{11}$ ) in der Astronomie eine große Rolle spielt, schaffen wir uns einige Modelle zur Veranschaulichung dieser Zahl: Ein Sandkörnchen habe 1 mm<sup>3</sup> Volumen. Das wären für  $10^{11}$  Körnchen einhundert Kubikmeter, etwa ein Würfel von 4,64 m Kantenlänge.  $10^{11}$ , das ist das 20fache der Weltbevölkerung. Ständen in einer sehr großen Bibliothek 100 000 Bücher mit je 500 Seiten und 2 000 Buchstaben pro Seite, dann hätte man eben  $10^{11}$  Buchstaben.

Setzt man den *Sonnenradius* im Modell zu 100 m an, so betrüge der der kleinsten Sterne, der Neutronensterne, etwa 1 mm, der der größten läge bei 20 km. Bei den Massen ist es nicht ganz so extrem. Einer Modellsonne von 1 kg Masse stünden Winzlinge von 80 g bzw. „Dickbäuche“ von maximal 90 kg gegenüber.

Die *Leuchtkraft* der Sonne nimmt sich relativ bescheiden aus. Setzen wir sie der einer 100-Watt-Lampe gleich, wären die weißen Zwerge Funzeln von 1 mW, die hellsten Riesen aber müßten von 10 Megawatt-Kraftwerken versorgt werden. Die leuchtstärksten Objekte des Kosmos haben eine Leuchtkraft von ungefähr  $\approx 10^{38}$  W, in unserem Modell müßte hier ein Kraftwerk der Größenordnung 10 Terawatt ( $10^{13}$  W) arbeiten, um diese „Lampe“ zu betreiben. Die Gesamtenergieerzeugung auf der Erde dürfte diesen Bereich gerade erreichen.

Auch in Bezug auf die Energie-„erzeugungs“-raten können Vergleiche angestellt werden. Die *Energieerzeugungsrate* ist der Quotient aus Leuchtkraft und Masse. So wird beispielsweise in einem Volumen von  $\frac{8}{1000}$  des Gesamtvolumens der Sonne weit über 85 Prozent der Energie erzeugt, d. h. hier liegt die Energie-„erzeugung“ um einen Faktor  $10^4$  höher als im Durchschnitt. Das rührt daher, daß

ab etwa  $0,3 R_{\odot}$  die Kernfusion praktisch nicht mehr funktioniert. Die Energieerzeugungsrates eines Weißen Zwerges liegt selbst im günstigen Fall nur bei etwa dem  $10^{-3}$ -fachen der Sonne. Riesensterne liegen beim  $10^3$ - $10^4$ -fachen der Energieerzeugungsrates der Sonne von  $2 \cdot 10^{-4}$  W/kg. Schon hieran sieht man, wie verschwenderisch die Riesen mit ihrer Energie umgehen. Noch etwas Überraschendes: Die Energieerzeugungsrates des Menschen ( $L \approx 400$ - $500$  W,  $m \approx 75$  kg) liegt bei rund 6 W/kg! Das ist das Dreißigtausendfache der Sonne; wir sind sogar noch größere Verschwender als die Riesen. (Deshalb leben wir wohl auch so kurze Zeit!)

Überhaupt hat der Vergleich Stern-Mensch Bedeutung für Plausibilitätsbetrachtungen. Denn: „Sterne sind auch nur Menschen“. Hinter dieser Kathederblüte steckt ein tiefer Sinn. Kein Stern ist wie der andere, selbst innerhalb derselben Spektralklasse sind gewisse Unterschiede feststellbar. Auch die Sterne entwickeln sich, sie haben auch „Krankheiten“. So vergleicht M. SCHWARZSCHILD einen Novausbruch mit einer Lungenentzündung. Auch die geringe Häufigkeit von sehr jungen Sternen kann der Vergleich erklären. Geht man auf die Straße, sieht man viele Erwachsene und wenig Kinder. Das kommt daher, daß man relativ schnell aus diesem Entwicklungsabschnitt herauswächst.

In Bezug auf „junge“ Objekte der Astronomie erntet man meist Gelächter. Solche Zeiten wie 1 Millionen Jahre sind für uns extrem lang. Aber schauen wir es uns genauer an. Schon in Bezug auf das Sonnenalter ist die Zeit vom Beginn der Kontraktion bis zum Erreichen der Hauptreihe ( $20 \cdot 10^6$  Jahre) nur der  $1/125$  Teil des bisherigen Lebens. Das wären bei einem Schüler von 16 Jahren 23 Tage! Um es noch drastischer zu zeigen: Verglichen mit dem Alter des Universums, wir setzen es zu 16 Milliarden Jahren an, sind Sterne „junger“ Assoziationen von mehreren  $10^5$  Jahren wirklich nicht mal Eintagsfliegen. Stellen wir diese  $16 \cdot 10^9$  Jahre vergleichsweise dem Alter unserer Schüler (16 Jahre) gleich, sind die  $10^5$  Jahre im Modell etwa 14 Stunden!

Kann man sich nun vorstellen, wieviele Beobachtungen man machen muß, um zufällig einen Stern zu erspähen, bei dem sich Vorgänge von der Größenordnung der hydrostatischen Zeitskala (im Modell 1 min bei Weißen Zwergen – 100 Tage bei Roten Riesen) abspielen? Wenn sie periodisch ablaufen (Veränderliche), klappt es gut. Aber es gibt auch Beispiele für die Beobachtung einmaliger Vorgänge, die die Hochachtung vor den Astronomen steigen lassen.

#### Literatur:

- (1) SCHUKOWSKI, M.: Die Notwendigkeit, die Möglichkeiten und Grenzen des Vergleichs im Astronomieunterricht. In: *Astronomie in der Schule* 4 (1966) 5.

- (2) SCHUKOWSKI, M.: Veranschaulichung astronomischer Strukturen. In: *Astronomie in der Schule* 17 (1980) 6.

Anschrift des Verfassers:

CARSTEN KRUSE  
Greizer Straße 79  
Gera  
DDR - 6500

Forum

## Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup>

WERNER FUCHS, Gotha

Eine gute Unterrichtsstunde wird wesentlich daran gemessen, in welchem Maße die Schüler selbst aktiv werden. Nur über die eigene Aktivität, über die Tätigkeit ist es möglich, die Persönlichkeit des Schülers zu formen und sie in ihrer Entwicklung zu beeinflussen.

An der Karl-Marx-Oberschule in Gotha wird von Schülern und Lehrern daran gearbeitet, eine „astronomische Atmosphäre“ im Schulkollektiv zu schaffen. Einige Erfahrungen aus dieser Arbeit sollen Auskunft geben, wie wir unsere Schüler im Unterricht und in außerschulischer Tätigkeit zu eigener Aktivität angeregt haben.

Die Tätigkeit der ausgebildeten Fachhelfer (s. Beitrag WEIDNER) wirkt sich positiv auf die Lern- und Arbeitshaltung des Klassenkollektivs aus. Diese Fachhelfer sind echte Mitarbeiter des Astronomielehrers. So konnten im Laufe eines Schuljahres Anschauungstafeln für den Astronomieunterricht, Folien mit problemhaften Fragestellungen und repräsentative Schautafeln für die Schulmesse durch die Schüler entwickelt werden. Für den Umgang mit dem Schulfernrohr wurde eine Anleitung erarbeitet. Dabei zeigten die Fachhelfer in wachsendem Maße Mitverantwortung und führten eigenverantwortlich Himmelsbeobachtungen mit interessierten Schülern durch. Als schließlich mit berechtigtem Stolz die Fachhelfer bei der Eröffnung der Schulmesse dem Schulkollektiv Erläuterungen zu astronomischen Sachverhalten geben konnten, wurde deutlich: Aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff, verbunden mit sinnvoller astronomischer Freizeitgestaltung formt und beeinflusst die Schülerpersönlichkeit und kann ein Klassenkollektiv sowie das gesamte Schülerkollektiv weiter entwickeln. So, wie wir unsere Schüler im Unterricht aktivieren,

<sup>1</sup> s. KLEIN, P.: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde. *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 6.

werden sie bestimmt auch an andere Probleme ihres Lebens herangehen.

Deshalb bewegt viele Lehrer die Realisierung einer aktiven Unterrichtsgestaltung in ihrer täglichen Arbeit. Es kann behauptet werden, daß es sowohl den erfahrenen Lehrer als auch den Absolventen viel Mühe und großen Zeitaufwand kostet, solche aktive Lernhaltungen der Schüler zu organisieren und vorzubereiten. Auch die Vielfalt der in der pädagogischen Praxis vorkommenden Situationen stellt an den Lehrer hohe Anforderungen bei der Umsetzung der Lehrplanziele durch eine aktive Lern- und Arbeitshaltung der Schüler. Damit wird sicherlich der Wunsch verständlich, daß die pädagogische Wissenschaft mehr konkrete Hilfen wie Varianten bei Stoffeinheitenplanungen, bei geeigneten Übungsprogrammen, bei Systematisierungen und Wiederholungen erarbeiten sollte, die den Praktiker besser befähigen, in jeder Unterrichtssituation die Aktivität der Schüler zu fördern und zu entwickeln.

### **DETLEF ROMMERT, Schnepfenthal**

Ich nutze folgende Möglichkeiten zur Erhöhung der Aktivität aller Schüler im Astronomieunterricht:

#### *Zum Mond*

- langfristige Aufgabenstellungen in Vorbereitung auf die Stoffeinheit (z. B. Erfassen der Mondpositionen und Mondphasen zu einem bestimmten Zeitpunkt und Eintrag in die Silhouette des Beobachtungsstandortes),
- Auswahl der besten Arbeiten und Bewertung,
- Verwendung des Materials als Diskussionsgrundlage im Unterricht,
- Ausstellung der besten Arbeiten an der Astronomiewandzeitung.

#### *Zum Planetensystem*

- Hausaufgabenstellung etwa 3 Wochen vor Behandlung der Stoffeinheit. Thema: „Fertige die Beschreibung eines Planeten an!“ Erwarteter Inhalt:
  - Abmessungen,
  - Aussagen zu physikalischen Größen wie Radius, Masse, Dichte,
  - Stellung des Planeten im Planetensystem,
  - Historisches zum Planeten (Entdeckung, Ergebnisse aus Fernrohrbeobachtungen und der Raumfahrt),
  - Was erscheint Dir noch interessant über den gewählten Planeten?

Diese Hausaufgabe wird von allen Schülern abgegeben und vom Lehrer bewertet. Nach der Rückgabe an die Schüler werden je nach Stundenthema diese Aufzeichnungen in den Unterricht einbezogen, z. T. als zusammenhängender Schülervortrag. Die Hausarbeiten, auch mit Bildmaterial versehen, werden auf Zeichenkarton angefertigt und können gleichzeitig für die Astronomiewandzeitung

genutzt werden. In Erwartung, daß seine Arbeit an der Wandzeitung erscheint, erhält jeder Schüler eine große Motivation zur Anfertigung der Aufgaben.

Da sich die Schüler vor der Behandlung im Unterricht schon intensiv mit der Problematik beschäftigen, kann ich auf gute Vorkenntnisse bei der Unterrichtsbehandlung zurückgreifen. Viele Schüler versuchen ihre Kenntnisse in der Stunde weiterzugeben. Es entstehen hohe Aktivitäten, die von mir entsprechend gelenkt werden. In den Unterrichtsgesprächen wird Wesentliches herausgearbeitet und zusammengefaßt. Der Aufwand für den Lehrer sinkt. Bei der Korrektur der Hausaufgaben mache ich mir Notizen über wichtige Inhalte, damit sie nicht unerwähnt bleiben und vor allem die Zeit im Unterricht nicht zu knapp wird. Gute Beispiele werden einbehalten und werden zu Mustern für spätere Klassen und für Schüler der Klassen 8 und 9. So gibt es auch kaum Probleme bei der Neuerung für den FKR „Astronomie und Raumfahrt“.

Im Schuljahr 1985/86 stand der Komet „Halley“ im Mittelpunkt einer Reihe von Betrachtungen. Der FKR „Astronomie und Raumfahrt“ der GutsMuths-Oberschule in Schnepfenthal fertigte ein großes Wandbild mit den Positionen des Kometen an. Da das Bild im Schulhaus für alle Schüler sichtbar war, kamen häufig Schüler, auch aus niederen Klassen, mit Fragen zum Astronomielehrer.

Vor der Unterrichtsbehandlung wurden langfristige Aufträge an die Schüler der Klassen 10 unter der Thematik: „Sucht Erscheinungen auf der Erde, die durch Kleinkörper entstanden sind!“ vergeben. Eine Vielzahl wertvoller Beiträge bereicherte dann den Unterricht.

Ich informierte mich in der Fachliteratur zu Beginn des Schuljahres über zu erwartende besondere astronomische Ereignisse. Hilfe ist mir dabei in jedem Jahr Heft 3 der Fachzeitschrift mit den astronomischen Daten und ein Plakat vom Planetarium in Jena. Informationen zu bevorstehenden astronomischen Ereignissen erhalten die Schüler etwa eine Woche vorher. Ein vielfältiges Beobachtungsprotokoll gibt zielgerichtete Hinweise auf zu beobachtende Erscheinungen. Durch kurze Eintragungen wird Wesentliches der Beobachtung festgehalten. Zu den Beobachtungen lädt der FKR „Astronomie und Raumfahrt“ alle Schüler der oberen Klassen ein. Es kommen immer viele Schüler, auch aus niederen Klassenstufen (keine Pflichtveranstaltung!).

Zur Durchführung:

- Mitglieder des FKR geben zum astronomischen Ereignis eine kurze Einführung,
- gemeinsame Beobachtungen und Aufzeichnungen,
- Auswertung und Vergleich der Ergebnisse in einer anschließenden Aussprache.



- Schüler der Klassen 10 geben die Beobachtungsergebnisse ab,
- die Auswertung und Bewertung ihrer Protokolle erfolgt im Astronomieunterricht,
- gute Arbeiten kommen wieder an die Wandzeitung.

Diese eigenen Beobachtungen fördern das Verständnis und Interesse für die Astronomie. Viele Schüler werden angesprochen und einbezogen. Die hierbei erworbenen Kenntnisse wirken sich effektiv auf den Unterricht aus.

nisse bei der Lösung der Beobachtungsaufgabe zu erwarten sind:

Beobachtungstag	Abstand der Planeten	Beobachtungstag	Abstand der Planeten
31. 10.	30°0	5. 12.	8°0
5. 11.	27°0	10. 12.	5°0
10. 11.	24°0	15. 12.	2°5
15. 11.	20°5	20. 12.	0°5
20. 11.	17°5	25. 12.	3°5
25. 11.	14°5	30. 12.	6°0
30. 11.	11°5		

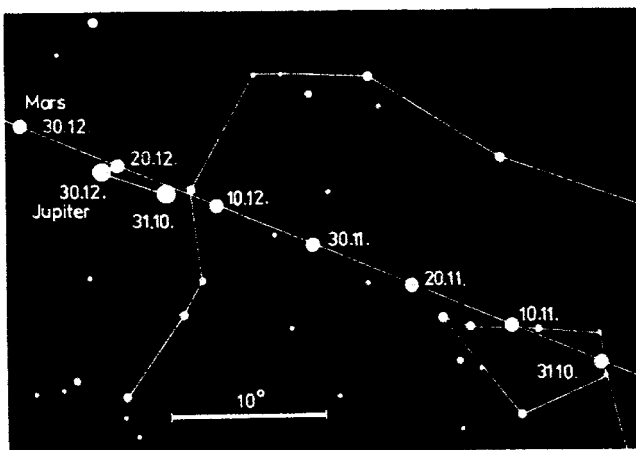
KLAUS LINDNER

## B Beobachtung

### Eine langfristige Beobachtungsaufgabe

In den letzten Monaten des Jahres 1986 finden wir am Abendhimmel zwei Planeten, die in einer auch für Schüler augenfälligen Weise ihre unterschiedlich schnelle scheinbare Bewegung demonstrieren. Es sind der Mars, rötlich, mit  $+0^m 6$  durchaus nicht auffällig hell, und der Jupiter, gelblichweiß, mehr als zwei Größenklassen heller als Mars. Da sich beide Planeten im Bereich der Sternbilder Steinbock und Wassermann befinden, deren hellste Sterne lediglich zur 3. Größenklasse gehören, dürfte es auch für ungeübte Schüler sehr leicht sein, sie abends gegen 19h im Südsüdwesten in etwa 25° Höhe aufzufinden.

Wir behandeln die Planeten und ihre scheinbaren Bewegungen im Astronomieunterricht im November und im Dezember 1986. Da bietet es sich an, den Schülern die folgende langfristige Hausaufgabe zu erteilen: „Beobachten Sie im Verlaufe der Monate November und Dezember 1986 die Planeten Mars und Jupiter am abendlichen Süd- bzw. Südwesthimmel täglich oder doch so oft es das Wetter zuläßt! Schätzen Sie nach dem im Lehrbuch Astronomie auf Bild 115/2 angedeuteten Verfahren jedesmal den Winkelabstand zwischen beiden Planeten. (Die im Lehrbuchbild angegebenen Werte gelten bei ausgestrecktem Arm.) Schreiben Sie die Ergebnisse in Form einer Tabelle mit den Spalten *Beobachtungstag* und *Abstand der Planeten* nieder!“



Mars überholt am 19. 12. 1986 im Abstand von nur 0°5 nördlich den wesentlich helleren Jupiter. Beide Planeten sind rechtläufig (Jupiter war bis zum 8. 11. 1986 rückläufig); ihre Bahnen durch die Sternbilder Steinbock und Wassermann sind im Bild 1 dargestellt. Die Tabelle zeigt, welche Ergeb-

## W Wissenswertes

### Infrarot-Weltraumteleskop der ESA

Den Start eines 1,8 Tonnen schweren und 5 m hohen Infrarot-Observatoriums ISO (Infrared Space Observatory) mit einem 60-cm-Teleskop an Bord plant die westeuropäische Raumfahrtgemeinschaft ESA für 1992. Für den Start ist die ARIANE-4-Rakete vorgesehen. Das Teleskop ist für den Beobachtungsbetrieb im Wellenlängenbereich zwischen 2 und etwa 200  $\mu\text{m}$  ausgelegt und wird auf eine stark elliptische Bahn mit einem Apogäum von etwa 39 000 km gebracht. Von dort aus sind täglich bis zu 10 Stunden Beobachtungen möglich. Zur Erzielung einer hohen Empfindlichkeit und damit Reichweite wird das Teleskop auf  $-260\text{ }^\circ\text{C}$  gekühlt. Der an Bord mögliche Vorrat an Kühlflüssigkeit begrenzt die Nutzungsdauer des Teleskops auf etwa 1,8 Jahre.

Gegenüber am Boden oder auf Ballons eingesetzten vergleichbaren Geräten läßt sich im Weltraum mit gekühlten IR-Teleskopen etwa die tausendfache Empfindlichkeit erreichen. Das bedeutet u. a. eine Steigerung der Reichweite um das Dreißigfache sowie eine starke Verringerung der Meßzeiten. Wird für den photometrischen Nachweis einer schwachen IR-Quelle bei 80  $\mu\text{m}$  Wellenlänge von einem Spezialballon aus eine Integration der Messungen von etwa 24 Stunden benötigt, erfordert ein gekühltes Teleskop vergleichbarer Größe im Orbit hierfür nur wenige Sekunden. Diese Vorteile müssen allerdings mit einem hohen Aufwand erkauft werden, da die erforderlichen Kryogensysteme, die bei ISO mit superflüssigem Helium und flüssigem Wasserstoff arbeiten, technisch außerordentlich kompliziert sind.

Literatur: das elektron international. (1985) 11/12, S. 232 bis 234.

HANS-DIETER NAUMANN

### 60 Jahre Sternwarte Sonneberg

Die Sternwarte Sonneberg untersteht dem Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR in Potsdam-Babelsberg. Sie ging hervor aus einer privaten Sternwarte und wurde auf Initiative des späteren Nationalpreisträgers Professor Dr. CUNO HOFFMEISTER im Jahre 1925 auf dem Erbisbühl (640 Meter über NN) als städtisches Unternehmen eröffnet und im Jahre 1937 der Sternwarte Potsdam-Babelsberg zugeordnet.

Unter großen materiellen Schwierigkeiten, u. a. erhielt HOFFMEISTER zunächst keine Besoldung, wurde ein Forschungsprofil, der sogenannte „Felderplan der Veränderlichen Sterne“, festgelegt, das bis heute weitergeführt wird und der Sternwarte in der Fachwissenschaft hohe internationale Anerkennung eintrug. Ausgewählte Felder am Sternhimmel wurden Jahrzehnte hindurch immer wieder fotografiert und die bei der „Himmelsüberwachung“ erhaltenen Felder nach Veränderlichen Sternen abgesucht. In mühevoll-

ler Auswertung der erhaltenen Fotoplatten mit Hilfe spezieller Meßgeräte wurden von HOFFMEISTER und seinen Mitarbeitern etwa 12 000 Veränderliche Sterne entdeckt und ein großer Teil von ihnen auch detailliert nach ihren physikalischen Eigenschaften untersucht. Die Erforschung der Veränderlichen Sterne (Sterne, die aus verschiedenen Ursachen ihre Lichtausstrahlung zeitlich verändern) hat große Bedeutung für das Verständnis der Entwicklungsphasen aller Sterne und auch unserer Sonne.

Heute besitzt die Sternwarte Sonneberg mit rund 200 000 Himmelsaufnahmen die zweitgrößte Plattensammlung der Erde und ist damit ein sehr gefragter Partner unter den astronomischen Forschungsinstituten der ganzen Welt. Modernste fotoelektrische Meßinstrumente, meist von den Mitarbeitern selbst entwickelt und in der eigenen Werkstatt hergestellt, messen an teilweise rechnergesteuerten Fernrohren das Licht einzelner Sterne (s. Abbildung II. Umschlagseite). Auf angeschlossenen mikroelektronischen Aufzeichnungsgeschichten werden die Meßwerte erfaßt und gespeichert, um später als Grundlage für die theoretische Untersuchung der Sterne zu dienen und somit unsere Erkenntnisse über Vorgänge und Erscheinungen im Weltall zu erweitern.

Unser Arbeiter-und-Bauern-Staat anerkannte nach seiner Gründung die außergewöhnliche wissenschaftliche Leistung HOFFMEISTERS und förderte sie durch Übernahme der Sternwarte Sonneberg als selbständiges Institut der Akademie der Wissenschaften der DDR. Schon 1946 begann der großzügige Auf- und Ausbau und die zahlenmäßige Vergrößerung des wissenschaftlichen und technischen Personals. Weitere Forschungsaufgaben traten unter der langjährigen Leitung von Dr. W. WENZEL und Dr. G. JACKISCH hinzu. Die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die an alle astronomischen Forschungsstätten der Welt entsandt werden, nahm kontinuierlich zu und kündigt von dem hohen Stellenwert, den die Weltallforschung in unserem Staat einnimmt.

ROLF HENKEL

### Eine Bemerkung zum Einsatz von Vergleichen

Vergleiche haben oft etwas Spektakuläres, Sensationelles an sich; das „geht den Schülern ein“, beschäftigt und begeistert sie, doch erzeugen Vergleiche bei den Schülern leicht andere Vorstellungen als die tatsächlich beabsichtigten. Nach meinen Erfahrungen, die ich besonders im Physikunterricht z. B. bei der Vermittlung der Teilchenvorstellung und der Leitungsvorgänge gesammelt habe, sind Schüler sehr schnell bereit, die Vergleichsinhalte (besonders, wenn sie „zu weit hergeholt“ sind) anstelle der eigentlichen Information zu assoziieren. Sie gelangen somit nicht, wie mit dem Vergleich eigentlich beabsichtigt, schneller und besser zu gesicherten Erkenntnissen. Vielmehr kommt es meiner Meinung nach darauf an, den oft recht komplizierten und abstrakten wissenschaftlichen Bildungsinhalt in eine für Schüler faßliche, klare, bildhafte Sprache zu übersetzen. Dabei können Vergleiche nützlich sein, doch sollten sie den Erkenntnisprozeß weder belasten, noch den Bildungsinhalt trivialisieren. Vergleiche – besonders indirekte – „hinken“ immer in irgend einer Weise.

Der Einsatz von Vergleichen fordert zu einer Nachbereitung heraus, in der sich jeder Lehrer fragen sollte:

1. Warum habe ich den Einsatz von Vergleichen zur Erleichterung des Erkenntnisprozesses als notwendig erachtet?
2. Welche Vergleiche habe ich dazu eingesetzt?
3. Wie konnte ich mich von der Wirksamkeit des Vergleichs bei der Erkenntnisgewinnung überzeugen?
4. Kann ich über positive Erfahrungen im Gegensatz zu vergangenen Schuljahren oder anderen Klassen, in denen ich ohne diese Vergleiche gearbeitet habe, berichten?

DIETER FRISCH

### Nacht auf dem Jupiter

– Zwischen Phantasie und Wirklichkeit –

Die Behandlung des Jupiters im Astronomieunterricht mag manchen Schüler zu der phantastischen Vorstellung eines nächtlichen Spazierganges auf diesem Planeten führen. Mir ist schon wiederholt die Frage gestellt worden, ob es wegen

der Vielzahl der Monde auf dem Jupiter heller sei als in einer irdischen Mondnacht. Mir fiel zwar das Gegenargument ein, daß die Jupitersatelliten wegen der größeren Sonnenentfernung viel weniger Licht erhalten als der Mond, doch eine eindeutige Antwort konnte ich nicht geben. Hier mußte die Berechnung entscheiden. Es soll angenommen werden, wir befänden uns als Beobachter auf dem Riesenplaneten (auf der Nachtseite in Äquatornähe), es sei keine Atmosphäre vorhanden und für alle Jupitertrabanten sei Vollmond.

Weiterhin setzen wir voraus, die Monde erhielten nur das Licht der Sonne. Die durch die Reflexion des Sonnenlichts am Jupiter erfolgende Einstrahlung bleibt unberücksichtigt. Am auffälligsten erscheint die Io. Sie hat einen scheinbaren Durchmesser von 35,8' und für den angenommenen Beobachter auf dem Jupiter eine scheinbare Helligkeit von  $-11^m 7$ .

Der Grund für diesen relativ großen Wert ist in der Oberflächenbeschaffenheit (Form und stoffliche Zusammensetzung) der Io zu suchen, welche eine sehr gute Lichtreflexion ermöglicht. Die Io besitzt eine Albedo von 0,63 (!) gegenüber 0,07 des Erdvollmondes.

Rang zwei und drei am Nachthimmel des größten Planeten nehmen Europa und Ganymed ein.

Die hellsten Monde weisen gegenüber unserem Vollmond folgende Strahlungsintensität auf:

Io:	48 %
Europa:	13 %
Ganymed:	9 %

Weitere Monde folgen mit großem Abstand.

Wenn auch der Anblick des Nachthimmels des größten Planeten emotional sehr reizvoll wäre, so könnte trotz angenommener optimaler Bedingungen die Vollmondhelligkeit auf der Erde nicht erreicht werden. Wohl aber würden die Lichtverhältnisse bei irdischen Halbmond, der nur 10 % der Strahlung des Vollmondes liefert, weit übertroffen.

Damit sich der Leser eine „Nacht auf dem Jupiter“ noch besser vorstellen kann, sei noch angemerkt, daß dort eine Nacht weniger als 5 h dauert, und daß die Monde eine Umlaufzeit von 7 h (Adrastea) bis 400 h (Callisto) besitzen. Da die Bahnen der fünf größten Satelliten, die übrigens eine gebundene Rotation ausführen, nur  $0,04^\circ$  (Io) bis  $0,51^\circ$  (Amalthea) gegen den Äquator geneigt sind, wird man häufig Mondbedeckungen sehen können. Da auch Äquator-ebene und Ekliptik einen Winkel von nur  $3^\circ$  einschließen, erleben die Satelliten mit sehr kleinen Bahnabmessungen bei jedem Umlauf eine Mondfinsternis. Wegen des relativ kleinen Verhältnisses von Bahnhalbachse zu Jupiterradius erscheinen sie am Horizont deutlich kleiner als in Zenitnähe. Auch Sonnenfinsternisse sind nicht selten. Die vier Galileischen Monde können in der Nähe ihrer Bahnknoten totale Finsternisse bewirken, bei denen unter Umständen recht große Totalitätszeiten erreicht werden.

LUTZ CLAUSNITZER

### Arbeitskreis Raumfahrt gegründet

Viele Astronomielehrer, Leiter von entsprechenden fakultativen Kursen und Arbeitsgemeinschaften zeigen ein gewachsenes Interesse für die Probleme der Weltraumfahrt. Seit diesem Jahr besteht in der Zentralen Kommission Astronomie und Raumfahrt des Kulturbundes der DDR ein spezieller Arbeitskreis Raumfahrt, der diesem Interesse sicherlich entgegenkommt. Zu den Zielen und Aufgaben des Arbeitskreises gehört es, für seine Mitglieder Vortragsveranstaltungen, Expertengespräche, Seminare und Erfahrungsaustausche, Ausstellungen, Basare und Exkursionen zu organisieren. Auch Typenblätter werden entwickelt und eine jährliche Raumfahrtbibliografie der DDR soll erscheinen. Die Mitglieder können sich in Arbeitsgruppen mit Raumfahrtgeschichte, Raumfahrtprojekten, Statistik, Bibliografie und anderen Themen beschäftigen. Hier gibt es viele noch zu sondierende Möglichkeiten.

Eine spezielle Interessengruppe wird sich mit Belangen der Jugendarbeit beschäftigen, die natürlich gern viele Lehrer in ihren Reihen sehen würde. Jeder ernsthafte Interessent,

der aktiv im Arbeitskreis mitwirken möchte, kann sich unter der Angabe seiner Interessengebiete an dessen Leiter wenden.

(Leiter: HANS-DIETER NAUMANN, Straße der Thälmannpioniere 19, Radeberg, 8142.)

WERNER WOLF

### Was wäre, wenn ... ?

Es gibt gegenwärtig noch keine Theorie, die den Prozeß der Entstehung der Metagalaxis umfassend beschreibt. Im vergangenen Jahrzehnt sind jedoch in dieser Richtung große Fortschritte erzielt worden. Sie sind wesentlich bedingt durch Erfolge im Bereich der Physik der Elementarteilchen, wo eine Theorie der Vereinigung der fundamentalen Wechselwirkungen geschaffen wurde. Es wurden neue Vorstellungen über das Wesen des physikalischen Vakuums entwickelt. Gleichfalls zeichnen sich Fortschritte auf dem Wege zum Verstehen der Herkunft der Zahlenwerte der sogenannten Fundamentalkonstanten ab. Die Untersuchung grundlegender kosmologischer Beziehungen erfolgt überwiegend am Schreibtisch. Eine interessante Methode besteht darin, zu untersuchen, wie die Metagalaxis beschaffen wäre, wenn die physikalischen Gesetzmäßigkeiten von den wirklich herrschenden geringfügig abwichen. Das Ergebnis sei den weiteren Ausführungen, die das an Beispielen verdeutlichen sollen, vorangestellt: Eine nur geringfügige Änderung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten führt stets zu grundlegenden Veränderungen der Struktur der Metagalaxis. Dabei zeigt es sich, daß in allen Fällen diese Strukturänderungen in einer wesentlichen Vereinfachung der Struktur der Metagalaxis bestehen. Dazu einige Beispiele:

Wir kennen den Wasserstoff als ein absolut stabiles Element. Wenn aber die Masse des Elektrons das Dreifache seiner wirklichen Masse betrüge, also in der Größenordnung 10-30 kg läge, so würde das nach den gegenwärtigen gesicherten physikalischen Erkenntnissen unvermeidlich zu einem Kollaps des Wasserstoffatoms unter Bildung je eines Neutrons und Neutrinos führen. Als Folge dieses Prozesses würde, wie es zunächst erscheint, nur ein Element des Periodensystems fehlen. Für die Entwicklung der Metagalaxis allerdings würde dies eine Katastrophe bedeuten. Im Prozeß der Evolution der Metagalaxis gab es bei  $t \approx 10^6$  a die Ära des neutralen Wasserstoffs, aus dem sich dann die Galaxien und Sterne zu bilden begannen. Bei Nichtvorhandensein von Wasserstoff hätte dieser Vorgang nicht stattfinden können. Die in Form von Galaxien und Sternen sich bildenden Materieverdichtungen würden ausschließlich aus Neutronen bestehen. Es gäbe in dieser Metagalaxis keine chemischen Elemente. Infolge nur geringfügiger Veränderung einer der grundlegenden physikalischen Konstanten, hier der Elektronenmasse  $m_e$ , hätte also die Metagalaxis eine wesentlich einfachere Struktur.

Das Deuteron, aus je einem Proton und Neutron bestehend, gehört zu den einfachen Atomkernen. Es ist absolut stabil, obgleich das Neutron selbst in freiem Zustand in kurzer Zeit in Proton, Elektron und Neutrino zerfällt. In gebundenem Zustand, im Deuteron, erweist sich das Neutron als stabiles Teilchen. Die Stabilität des Deuterons ist durch das Gesetz von der Erhaltung der Masse und der Energie gesichert. Das drückt sich darin aus, daß die Bindungsenergie des Deuterons  $\epsilon_d = 2,2$  MeV größer ist als die Differenz der Massen von Neutron und Proton  $\Delta m = m_n - m_p = 1,3$  MeV/c<sup>2</sup>. Dadurch kann ein Zerfall des Neutrons in gebundenem Zustand nicht erfolgen, und das Deuteron erweist sich als stabiles Teilchen. Die Situation wäre aber völlig anders, wenn die Massendifferenz  $\Delta m$  doppelt so groß wäre. Dann wäre das Deuteron ein instabiles Teilchen.

Nun könnte man wohl sagen: „Was tut das? Aus der Liste der stabilen Isotope müßte eines gestrichen werden.“ Die Instabilität des Deuterons hätte aber eine grundlegende Veränderung der Struktur der Metagalaxis zur Folge. Das erklärt sich damit, daß nach den bestehenden theoretischen Vorstellungen die Bildung der Atomkerne der schwereren Elemente, die kosmische Nukleosynthese, obligatorisch über das Deuteron verläuft. Die Reaktionen unter Mitwirkung

des stabilen Deuterons bilden also ein notwendiges Glied der Nukleosynthese, dessen Ausfall eine wesentliche Störung dieses Prozesses bewirken würde. In einer Welt mit einem instabilen Deuteron wäre die Bildung schwererer chemischer Elemente unmöglich. Es läßt sich gleichfalls zeigen, daß unter der Bedingung  $\Delta m > \epsilon_d/c^2$  die grundlegende thermonukleare Reaktion  $p + p \rightarrow d + e^+ + \nu$ , die die Entwicklung der Sterne und ihre lange Lebensdauer bestimmt, nicht ablaufen könnte.

In unserer Metagalaxis existiert das stabile Deuteron, aber es fehlt das stabile Biprotone, ein Element, dessen Kern aus zwei Protonen besteht. Die Instabilität des Biprotone ist dadurch bedingt, daß zwischen zwei Protonen als Teilchen mit gleichartiger Ladung abstoßende Kräfte wirken. Diese elektrische Abstoßung ist nicht groß, verglichen mit der starken Wechselwirkung, die das Proton und Neutron im Deuteron oder zwei Protonen im Biprotone zusammenhält. Sie ist aber groß genug, daß das Biprotone nicht stabil ist. Wir versuchen in Gedanken, die Konstante der starken Wechselwirkung ein wenig, etwa um 10%, zu vergrößern. Auf das Deuteron hat diese Änderung keinen großen Einfluß, aber das Biprotone wird dadurch zu einem stabilen Teilchen. Das erscheint zunächst wieder ohne größere Bedeutung. Es entsteht ein neues Isotop. Für die Entwicklung der Metagalaxis aber wären die Folgen wiederum katastrophal, denn es wäre nun eine Reaktion zwischen zwei Protonen unter Bildung des Biprotone mit Aussendung eines Gammaquants möglich. Diese Reaktion verliefte aber um 10 Größenordnungen, also 10<sup>10</sup>mal schneller als die Fusion von Proton und Neutron zum Deuteron. Damit wären schon in den ersten Minuten der Expansion der Metagalaxis alle Protonen verbraucht. Es wäre dann kein Wasserstoff mehr vorhanden mit allen sich daraus ergebenden Folgen.

Die Zahl solcher Beispiele ließe sich noch vermehren. In allen Fällen erweist sich, daß durch nur geringfügige Änderung der Zeitwerte der fundamentalen Konstanten die Metagalaxis in ihrem heutigen Zustand nicht möglich wäre. Alle komplizierten Materieformen und damit auch das Leben wären nicht entstanden.

Aus: I. L. ROSENAL: **Probleme des Anfangs und Endes der Metagalaxis**. Kosmonawtika, Astronomija 2/1985 (UdSSR)  
Übersetzer: ALFRED MUSSIGANG

### Neue Wettersatellitengeneration ab 1987

Ein neues operationelles Wettersatellitensystem mit erweiterten Dienstleistungen gegenüber den derzeitigen betriebenen METEOSAT-Satelliten soll ab 1987 mit der Bezeichnung METEOSAT-OPERATIONAL in Dienst gestellt werden. Projektträger ist die „International Organization for Space Meteorology“ EUMETSAT. Die neuen Satelliten sind Wetter-, Datensammel- und Nachrichtenübertragungssatelliten zugleich.

Erdaufnahmen werden aus der geostationären Position in 3 Spektralbereichen gewonnen:

- im sichtbaren Bereich 0,5–0,9  $\mu$ m  
(Gewinnung großflächiger Wolkenfotos, Bestimmung von Windrichtung und Geschwindigkeit),
- im infraroten Bereich 10,5–12,5  $\mu$ m  
(Temperaturmessung von Land, Wasser- und Wolkenmassiven mit  $\pm 1$  Grad C Genauigkeit),
- im Spektralbereich 5,7–7,1  $\mu$ m  
(Bestimmung der Wasserdampfkonzentration der Wolken).

Eine Bordkamera nimmt die Bilder im 30-Minuten-Rhythmus auf und übermittelt sie an eine Bodenzentrale, wo eine rechnergestützte Echtzeitaufbereitung erfolgt. Die aufbereiteten Wetterdaten (analoge Wolkenfotos und hochauflösende Digitalbilder) werden über den Satelliten (in diesem Fall als Nachrichtenübertragungsrelais dienend) an alle Nutzer übertragen. Darüber hinaus dient METEOSAT-OPERATIONAL als Sammler von Wetterdaten, die von in der Nordsee und im Atlantik abgesetzten, automatisch arbeitenden Wetterbojen gewonnen und übertragen werden und stellt Dienst-

kanäle für die Übertragung dienstlicher Mitteilungen zwischen den meteorologischen Institutionen bereit.

Literatur: Telecomm. Journ., 51 (1984) 9, S. 523

ANT Jahrbuch Nachrichtentechnik, 85/86, Backnang 1985, S. RA 54 – RA 56

HANS-DIETER NAUMANN

## Wie ich zur Astronomie kam

Im Alter von etwa 10 Jahren kam ich zum erstenmal mit der Astronomie durch das Lesen utopischer Literatur in Berührung. Nach einem Besuch des Kleinplanetariums in Halle-Kanena war mein Interesse am Sternhimmel geweckt und ich versuchte, mehr auf dem Gebiet der Astronomie zu erfahren. Bald darauf wurde in Halle das Raumflugplanetarium „Sigmund Jähn“ gebaut. Nach seiner Fertigstellung besuchte ich regelmäßig alle gebotenen Vorträge. Der Sternhimmel und die Vielfalt der hier gezeigten Naturereignisse faszinierte mich damals wie auch noch heute. Im Februar 1979 wurde ich Mitglied der Arbeitsgemeinschaft des Raumflugplanetariums. Dort erlernte ich die Grundkenntnisse der Astronomie. Die gemeinsame Arbeit und die Beratung erweckten in mir das Verlangen, auch selbst Beobachtungen durchzuführen. Mit meinen eigenen Ersparnissen und Unterstützung meiner Eltern bekam ich ein Fernrohr (Basteloptik 50/540). Dieses ermöglichte mir interessante Beobachtungen. Ich legte mich jedoch auf keine bestimmten Objekte fest. Einen großen Eindruck hinterließ bei mir das Jugendlager 1979 in Zittau. Hier wurde ich in die Veränderlichenbeobachtung eingeführt. 1980 wurde ich dann Mitglied im Arbeitskreis „Veränderliche Sterne“ im Kulturbund der DDR. Seit dem Abschluß der 10. Klasse 1981 arbeite ich in der Fachgruppe „Astronomie“ der Stadt Halle mit. Für das Schuljahr 1981/82 wurde von meiner POS, die ich 10 Jahre lang besucht hatte, der Wunsch an mich gerichtet, eine Arbeitsgemeinschaft für Schüler zu gründen. Mit viel Freude arbeite ich seitdem mit einigen Schülern und versuche mein Wissen weiterzugeben und vor allen Dingen Lust und Liebe zur Astronomie in jungen Menschen zu wecken.

Leider habe ich in letzter Zeit meine astronomischen Interessen zugunsten meiner beruflichen Weiterentwicklung vernachlässigen müssen. Neben meiner Berufstätigkeit als Anlagentechniker besuche ich einen Abiturlehrgang an der Volkshochschule. Mein Wunsch ist es, ein Studium der Verfahrenstechnik zu absolvieren.

In meinem Leben hat aber die Astronomie als Hobby einen festen Platz gefunden, und es wird immer so sein, daß ich in meiner freien Zeit mich mit Freunden mit astronomischen Problemen und Beobachtungen beschäftigen werde. Für mich gibt es noch viel zu lernen, und ich bin immer an neuen Erkenntnissen interessiert.

MECHTHILD JARCZEWSKI  
Amselweg 56  
Halle  
4020

# V

## Vorbilder

### BRUNO-H.-BURGEL-Sternwarte Hartha

1962 öffnete die BRUNO-H.-BURGEL-Sternwarte in Hartha ihre Pforten (s. Abb. III. Umschlagseite). An den Bauarbeiten, die 1956 unter Leitung von Oberlehrer HELMUT BUSCH, Verdienter Lehrer des Volkes, begannen, beteiligten sich u. a. Schüler mit 25 000 freiwilligen Arbeitsstunden. Volkseigene Betriebe des Territoriums und unser Staat stellten für die Ausstattung der Einrichtung etwa 36 000 Mark zur Verfügung.

Die Sternwarte besitzt eine 5-m-Kuppel, wo das lichtstärkste Instrument, der 360/5250-mm-Cassegrain-Spiegel, aufgestellt ist, der ausschließlich wissenschaftlichen Arbeiten dient. In der 4-m-Kuppel befindet sich ein 162/2500-mm-Refraktor. Das Hauptgebäude enthält einen modern ausgerüsteten Unterrichtsraum mit 30 Plätzen, eine umfangreiche Bibliothek, drei weitere Arbeitsräume und eine Werkstatt.

Seit 1962 wird an der Sternwarte Astronomieunterricht erteilt. Für Beobachtungen stehen Schulferröhre vom Typ „Telemontor“ und Eigenbaugeräte zur Verfügung. Ferner sind Arbeitsgemeinschaften „Junge Astronomen“ und fakultative Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ tätig. Schon ein Jahrzehnt unterstützen die Mitarbeiter der Sternwarte die Veranstaltungen der Schülerakademie im Kreis Döbeln. Seit über 20 Jahren ist die Sternwarte Konsultationszentrum für die Aus- und Weiterbildung der Astronomielehrer. Regelmäßig finden „Fachkurse Astronomie“ zur Qualifizierung der Lehrer statt. Auch Jugendstunden und Brigadeveranstaltungen werden durchgeführt, wo Anwesende Einblick in das moderne astronomische Weltbild erhalten und gleichzeitig Positionen der dialektisch-materialistischen Weltanschauung vermittelt bekommen. Da sich der Besucherkreis hauptsächlich aus Jugendlichen zusammensetzt, steht stets ein aktuelles und interessantes Themenangebot zur Verfügung. Auf möglichst gute Veranschaulichung der Vorträge mittels Film, Lichtbild, Folie oder Modell wird großer Wert gelegt. Bei günstigem Wetter haben die Besucher immer die Möglichkeit der Himmelsbeobachtung. HELMUT BUSCH, Leiter der Sternwarte und seinem Mitarbeiter KLAUS HAÜSSLER liegen Routineführungen fern. Stets sind sie bestrebt, über fachliche und weltanschauliche Fragen mit den Besuchern ins Gespräch zu kommen. Kein Wunder, wenn jede Veranstaltung etwa 90 Minuten dauert.

Von Anfang an hatten die Mitarbeiter der Sternwarte das Ziel, neben der schulischen und volksbildenden Arbeit auch wissenschaftliche Aufgaben zu lösen. Angeregt durch den ehemaligen Direktor der Sternwarte Sonneberg, Prof. Dr. C. HOPFMEISTER, beteiligt sich die Sternwarte Hartha an der Überwachung des Lichtwechsels Veränderlicher Sterne. Dazu wird der Cassegrain-Spiegel mit einem modernen elektronischen Photometer eingesetzt. Für die fotografische Himmelsüberwachung stehen 6 Zeiß-Tessar-Kameras zur Verfügung. Entsprechende Auswertegeräte, wie Plattenphotometer und Schätzapparate, sind vorhanden. Bei den wissenschaftlichen Untersuchungen geht es vor allem darum, das photometrische Verhalten und die Elemente des Lichtwechsels Veränderlicher Sterne aufzufinden. Die Ergebnisse werden in den „Veröffentlichungen der Sternwarte Sonneberg“ publiziert. Eigene Beobachtungsergebnisse erscheinen auch in den „Mitteilungen der Sternwarte Hartha“ und im „Harthaer Beobachtungszirkular“. Wichtige Resultate werden an die I. A. U. Kommission 27 in Budapest geleitet, wo sie im „Informationsbulletin on Variable Stars“ allen Sternwarten der Erde zur Verfügung stehen. Für das erfolgreiche Wirken auf diesem Gebiet wurde HELMUT BUSCH im vergangenen Jahr mit der Leibniz-Medaille der Akademie der Wissenschaften der DDR geehrt.

1972 entstand in Hartha der „Arbeitskreis veränderliche Sterne“ im Kulturbund der DDR. Die Sternwarte als Zentrale dieses Arbeitskreises unterstützt alle Sternfreunde, die sich für diese Arbeit interessieren, mit Rat und Tat.

Neben den umfangreichen Arbeiten an der Sternwarte sind die beiden Mitarbeiter aktiv im gesellschaftlichen Leben tätig. Seit Einführung des Faches Astronomie ist HELMUT BUSCH Fachberater für Astronomie. Mit den genannten und anderen Aktivitäten gehört die BRUNO-H.-BURGEL-Sternwarte zu den angesehensten Volks- und Schulsternwarten in unserem Lande.

Oberstudienrat GUNTER RASSAT  
Kreisschulrat  
Döbeln, 7300

# Z

## Zeitschriftenschau

**ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT.** R. LUTHARDT: **Symbiotische Sterne.** 24 (1986) 3, 66–72. Erscheinungsform und Deutung einer Gruppe von Sternen (meist Veränderliche) mit einem Spektrum, in dem Merkmale eines heißen und eines kühlen Sterns vereinigt sind. Symbiotische Sterne scheinen mit großer Wahrscheinlichkeit Doppelsternsysteme zu sein, deren Komponenten von einer Nebelhülle mit relativ hoher Dichte und Ausdehnung umgeben sind (Dreikomponenten-Modell). Das eine Objekt scheint ein massereicher Riesenstern zu sein, während das heiße andere Objekt ein massearmer Unterzwerg oder Weißer Zwerg (vereinzelt auch ein Hauptreihenstern oder ein Neutronenstern) zu sein scheint. — D. STOLL/H. TIERSCH: **Ringsysteme um Planeten in unserem Sonnensystem (II).** 24 (1986) 3, 73–77. Der Jupiterring und die Uranusringe; Ausblick auf die zukünftige Erforschung der Planetenringsysteme. — G. ZIMMERMANN: **Fernerkundung des Ozeans von Salut 7.** 24 (1986) 3, 78–80. Methoden und Geräte solcher Forschungen und ihre synchrone Ausführung in drei Höhen (Raumstation, Flugzeug, Schiff) bei den 1983, 1984 und 1985 durchgeführten Experimenten „Schwarzmeer – Interkosmos“. — D. BÜTTNER: **Beobachtungsprotokolle – Warum und wie?** 24 (1986) 3, 86–88. Über Notwendigkeit und Zweckdienlichkeit solcher Aufzeichnungen aus der Sicht des Amateurastronomen. Grundgedanken des Autors können auch die Diskussion um Ziel und Art und Weise von Beobachtungsprotokollen im obligatorischen und im fakultativen Astronomieunterricht befruchten. — J. RENDTEL: **Sauriersterben – Kometenschauer – Sonnenbegleiter.** 24 (1986) 3, 91–93. Zu der kontroversen Diskussion über astronomische (?) Ursachen von Katastrophen in der Erdgeschichte.

**SPEKTRUM.** H. STILLER/D. MÖHLMANN: **Kometen als natürliche Sonden.** 16 (1985) 9, 10–11. Zu einigen planetologisch interessanten Problemen der Kometenforschung. — F. GEHLHAR: **Der Himmel gerät in Bewegung.** 16 (1985) 9, 12–13. Kometenforschung durch Halley und in seiner Zeit. — F. GEHLHAR/F.-E. RIETZ: **Ich träumte, es gäbe keine Schwerkraft.** 16 (1985) 10, 30–31. Über die Leistungen K. E. Ciolkovskis. — P. FRANZ: **Der blaue Planet.** 16 (1985) 12, 24–26. Herkunft und Vergangenheit unserer Erde, Entwicklung des Lebens auf ihr und Fragen der Mensch-Natur-Beziehungen. — J. STAUDE: **Aktive Regionen auf der Sonne.** 17 (1986) 3, 26–28. Zur Sonnenaktivität und zu Forschungsergebnissen des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW der DDR.

**VERÖFFENTLICHUNGEN DER ARCHENHOLD-STERNWARTE BERLIN-TREPTOW.** H. EELSALU/D. B. HERRMANN: **Johann Heinrich Mädler (1794–1874).** Eine dokumentarische Biographie. 149 S., dabei 40 Abb. u. 32 S. Anlagen; 25,- Mark. Mitteilungen Nr. 159. (Heft 12 der Veröffentlichungen des Forschungsbereiches Geo- und Kosmoswissenschaften der AdW der DDR. Akademie-Verlag Berlin 1985.) — D. B. HERRMANN: **Erkenntnisfortschritt und Technik in der modernen Astronomie.** Mitteilungen Nr. 160 (1985). Autor untersucht die Relevanz der Beobachtungstechnik für international herausragende Forschungsarbeiten des Zeitraumes 1900 bis 1975. (Sonderdruck aus NTM, Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 22 (1985) 2, 101–105.) — D. B. HERRMANN: **Mensch und Kosmos.** Sonderdruck Nr. 27 (1985). Erkenntnisse über die kosmische Evolution. (Nachdruck aus „Einheit“ 39 (1984) 3, 228 bis 233.)

**FLIEGERREVUE.** H. KUNZE: **Satellitenkiller – Killersatelliten.** 1986, 1, 18–22. Autor beantwortet vier Fragen: Wer hat denn eigentlich vorgerüstet? Was hat es mit den Killersatelliten auf sich? Blicke ein Weltraumkrieg im Weltraum? Ist die Kontrolle ein Problem? — P. STACHE: **MIR – sowjetische Raumstation der dritten Generation.** 1986, 5, 154–155.

**URANIA.** T. GEMSA: **Auf dem Weg zur ständigen Präsenz im All.** 62 (1986) 7, 38–43. Zur Geschichte der bemannten Raumfahrt. Darstellung der verschiedenartigen strategischen Konzeptionen der UdSSR und der USA sowie einige Ausblicke in die Zukunft der bemannten Raumfahrt.

**DIE STERNE.** S. JÄHN: **Zum 25. Jahrestag des Raumfluges von Juri Gagarin.** 62 (1986) 2, 59–63. Gedanken des ersten Fliegerkosmonauten der DDR zur Vergangenheit und zu gegenwärtigen Entwicklungsrichtungen der bemannten Raumfahrt. — TH. MAROLD: **Menschen im Weltraum.** 62 (1986) 2, 64–83. Ein informationsreicher Beitrag über das erste Vierteljahrhundert bemannter Raumfahrt. Er enthält u. a. einen Überblick über alle 196 Menschen, die bis Ende 1985 eine Erdumlaufbahn erreicht hatten, und die wesentlichsten Besonderheiten ihrer Flüge. Zum Schluß diskutiert der Autor Möglichkeiten und Probleme eines bemannten Marsfluges, wobei er zu Recht darauf verweist, daß ein solch großes Raumfahrtprojekt nur Wirklichkeit werden kann, wenn sich das politische Klima auf der Erde zum Besseren wendet. — R. L. STAEHLE: **Eine Expedition zum Mars.** 62 (1986) 2, 84 bis 96. Der Aufsatz trägt den Untertitel „Ein Konzept unter Verwendung von Systemen des Raumfähren-Zeitalters, von Sonnensegeln und von aerodynamischem Einfang“. Vorgestellt wird eine us-amerikanische technische Version eines bemannten Marsfluges von achtjähriger Dauer (davon 3¼ Jahr mit Mannschaft und etwa 30 Tage Aufenthalt auf der Marsoberfläche), wobei vier neue wesentliche Elemente einbezogen sind: Sonnensegelgetriebene Frachtraumschiffe; der aerodynamische Einfang und die Montage von Ausrüstungselementen, die vorher in einer Umlaufbahn um den Mars stationiert wurden; eine Zubringerversion der Raumfähre; ein Heckfrachtteil als Verlängerung des Außentanks der Raumfähre. Über den Zeitpunkt einer möglichen Realisierung äußert sich der Autor sehr vorsichtig. Die Frage der Kosten betrachtet er (zu?) optimistisch. Von sonstigen globalen Bedingungen wird abstrahiert. Die Möglichkeit der internationalen Kooperation bleibt unberührt. — H.-E. FRÖHLICH: **Aufbau und Entwicklung des Weltalls. VIII. Strukturbildung im Kosmos.** 62 (1986) 2, 97–104. — S. MARX: **Komet Halley im Bild.** 62 (1986) 2, 105–108. Aufnahmen vom August und November 1985 sowie Anfang Januar 1986 mit der Schmidt-Kamera des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg. — J. STAUDE: **Spektroskopische Untersuchungen am Einsteinturm.** 62 (1986) 2, 109–116. Aus der Fülle spektroskopischer Forschungen in den 60 Jahren des Bestehens des Einsteinturmes in Potsdam werden 2 Arbeitsrichtungen dargestellt: Die Forschungen zur Physik der Sonnenkorona, die zur Entdeckung der hohen Koronatemperatur von über 10<sup>6</sup> K führten und eng mit dem Namen Walter Grotrian (1890 bis 1954) verbunden sind, und die Arbeiten zur thermodynamischen Struktur von Sonnenflecken.

MANFRED SCHUKOWSKI

# A

## Anekdoten

### ARISTOTELES und die Schwätzer

Der griechische Philosoph ARISTOTELES (384–322 v. u. Z.) war zu Lebzeiten schon so berühmt, daß viele große Denker seine Bekanntschaft suchten. Aber auch Schwätzer und Ungebildete belästigten ihn zuweilen. Einer von ihnen fragte ARISTOTELES einmal: „Wunderst du dich nicht über das, was ich dir soeben erzählt habe?“

„Ich wundere mich nur darüber“, entgegnete ARISTOTELES, „daß Leute, die Ohren haben, dir überhaupt zuhören, wo sie doch auch Beine haben, dir davonzulaufen.“

Aus dem Ferienbuch von C. MECHNER „Von alten Zeiten und großen Leuten“, Kriterion-Verlag Bukarest 1982, nach erzählt von WOLFGANG KONIG.

# R

## Rezensionen

**KSANFOMALITI, L.: Planeten – Neues aus unserem Sonnensystem.** VERLAG Mir Moskau; URANIA-Verlag Leipzig, Jena, Berlin 1985. 216 Seiten, 144 z. T. farbige Abbildungen sowie 69 Zeichnungen, Diagramme und Tabellen. Preis 22,- Mark. Der Verfasser stellt sich das Ziel, neue Erkenntnisse über die Planeten, welche mit Hilfe der modernen Technik vor allem mittels des Einsatzes der Raumfahrttechnik gewonnen wurden, populärwissenschaftlich darzustellen. Im Blickpunkt steht die Physik der Planeten, ihr innerer Aufbau, die Oberflächengestaltung, die Zusammensetzung und Eigenschaften ihrer Atmosphären. Die durchgängig streng historische Betrachtungsweise erlaubt, gegenwärtige Erkenntnisse mit früheren Vorstellungen zu vergleichen, wodurch anschaulich der wissenschaftliche Erkenntnisfortschritt verdeutlicht wird. Zahlreiche auch im Druck sehr gut wiedergegebene Fotos von Himmelskörpern des Sonnensystems, welche Raumflugkörper der UdSSR und USA anfertigten, tragen wesentlich zum Verständnis der Ausführungen bei. Beim Blick auf das Inhaltsverzeichnis fehlt ein Kapitel über die Erde und ihren natürlichen Begleiter, den Mond. Beim Studium der Schrift stellt man jedoch fest, daß in jedem Abschnitt des Buches Vergleiche mit der Erde und dem Mond angeführt werden. Besonders trifft das auf die Erörterung der erdartigen Planeten zu. Da das Buch 1985 erschien, konnten die neuen Erkenntnisse über den Uranus und sein Satellitensystem noch nicht berücksichtigt werden. Sicher fließen diese Forschungsergebnisse in eine spätere Neuauflage des Titels ein. Das vorliegende Lese- und Nachschlagewerk kann allen Astronomielehrern zur Weiterbildung und Unterrichtsgestaltung besonders empfohlen werden.

**PERELMAN, J. I.: Unterhaltsame Physik.** VERLAG Mir Moskau; VEB Fachbuchverlag Leipzig 1985. 463 Seiten, 266 Bilder, Preis 19,80 Mark.

Das unterhaltsame Buch des bekannten sowjetischen Pädagogen PERELMAN (1882–1942) liegt jetzt in der 11. Auflage auch in einer deutschsprachigen Ausgabe vor. Es wurde unter weitgehender Beibehaltung der ursprünglichen Fassung redaktionell bearbeitet und auf den neuesten wissenschaftlichen Stand gebracht, wobei auch konsequent SI-Einheiten angewandt werden. Der Verfasser versteht es ausgezeichnet, Erkenntnisse der Physik mit Erscheinungen und Fragen des täglichen Lebens zu verbinden. Nach pädagogischen Gesichtspunkten werden physikalische Zusammenhänge ohne größeren mathematischen Aufwand dargestellt. Eine Vielzahl von Skizzen erhöht die Anschaulichkeit der Ausführungen. Einige Kapitel, z. B. „Grundgesetze der Mechanik“, „Geschwindigkeit; Zusammensetzung von Bewegungen“, „Die Massenanziehungskraft im Weltall“, „Lichtstrahlen“, „Reflexion und Brechung des Lichtes“, „Die Ausbreitung von Wellen“, erörtern auch Prozesse im Kosmos sowie Fragen der Raumfahrt. Bei einer späteren Überarbeitung des Buches sollten jedoch Sachverhalte der Raumfahrt noch ausführlicher dargestellt werden. Stets geht der Verfasser auf historische Aspekte der Wissenschaft ein. Das Buch ist eine ausgezeichnete Lektüre für interessierte Schüler der 9. und 10. Klasse. Es gibt aber auch dem Lehrer wertvolle Anregungen zur wirkungsvollen Gestaltung des Unterrichts.

**HELMUT BERNHARD**

**AHNERT, P.: Kalender für Sternfreunde 1986,** kleines astronomisches Jahrbuch. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1985. 172 Seiten, 16 Bildseiten mit z. T. farbigen Abbildungen, Pappband, 5,70 Mark.

Schon im zweiten Monat des Schuljahres 1985/86 war der nunmehr 38. „Ahnert“ im Buchhandel erhältlich, so daß für die Planung der Beobachtungen auch für die ersten Wochen

des neuen Jahres alle Voraussetzungen gegeben waren. In gewohnter Weise enthält das Jahrbuch alles, was der Astronomielehrer oder der Leiter fakultativer Kurse für seine Arbeit benötigt und was den „Ahnert“ zur unentbehrlichen Arbeitsgrundlage für die astronomische Beobachtung macht. Aber leider hat die schon mehrmals beanstandete Unruhe im Kalender nicht aufgehört, denn diesmal muß man nicht nur mit einer Änderung in der Gliederung fertig werden. Auch die schon so oft ausgesprochene Bitte, bei den Finsternissen auch die Positionswinkel der Ein- und Austritte anzugeben, ist wiederum unberücksichtigt geblieben. In Arbeitsgemeinschaften und fakultativen Kursen ist die Beobachtung der Jupitermonde ein beliebtes Arbeitsgebiet. In den zentralen und regionalen Weiterbildungsveranstaltungen werden die Astronomielehrer mit der Möglichkeit der Herstellung einer Schablone für die leichtere Identifizierung der vier großen Jupitermonde vertraut gemacht. Die Anfertigung einer solchen Schablone erfordert einige Mühe. Deshalb sollten Autor und Verlag bemüht sein, bei den grafischen Darstellungen der Jupitermondbewegungen für die Zukunft einen einheitlichen Maßstab zu finden.

**HANS JOACHIM NITSCHMANN**

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite –** Die Übergangssektion der Raumstation MIR besitzt die Form eines kugelförmigen Kopfes und verfügt über sechs Kopplungsstützen. Unser Bild zeigt einen Techniker im Innern der Übergangssektion. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „MIR – eine neue Generation von Orbitalstationen“ auf Seite 102.

Aufnahme: ADN-ZB/TASS

**2. Umschlagseite –** Automatisiertes Meßteleskop der Sternwarte Sonneberg. Lesen Sie dazu unseren Beitrag „60 Jahre Sternwarte Sonneberg“ auf Seite 115.

Aufnahme: Sternwarte Sonneberg

**3. Umschlagseite –** Gesamtansicht der Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha. Lesen Sie dazu unseren Beitrag auf Seite 118.

Aufnahme: Sternwarte Hartha

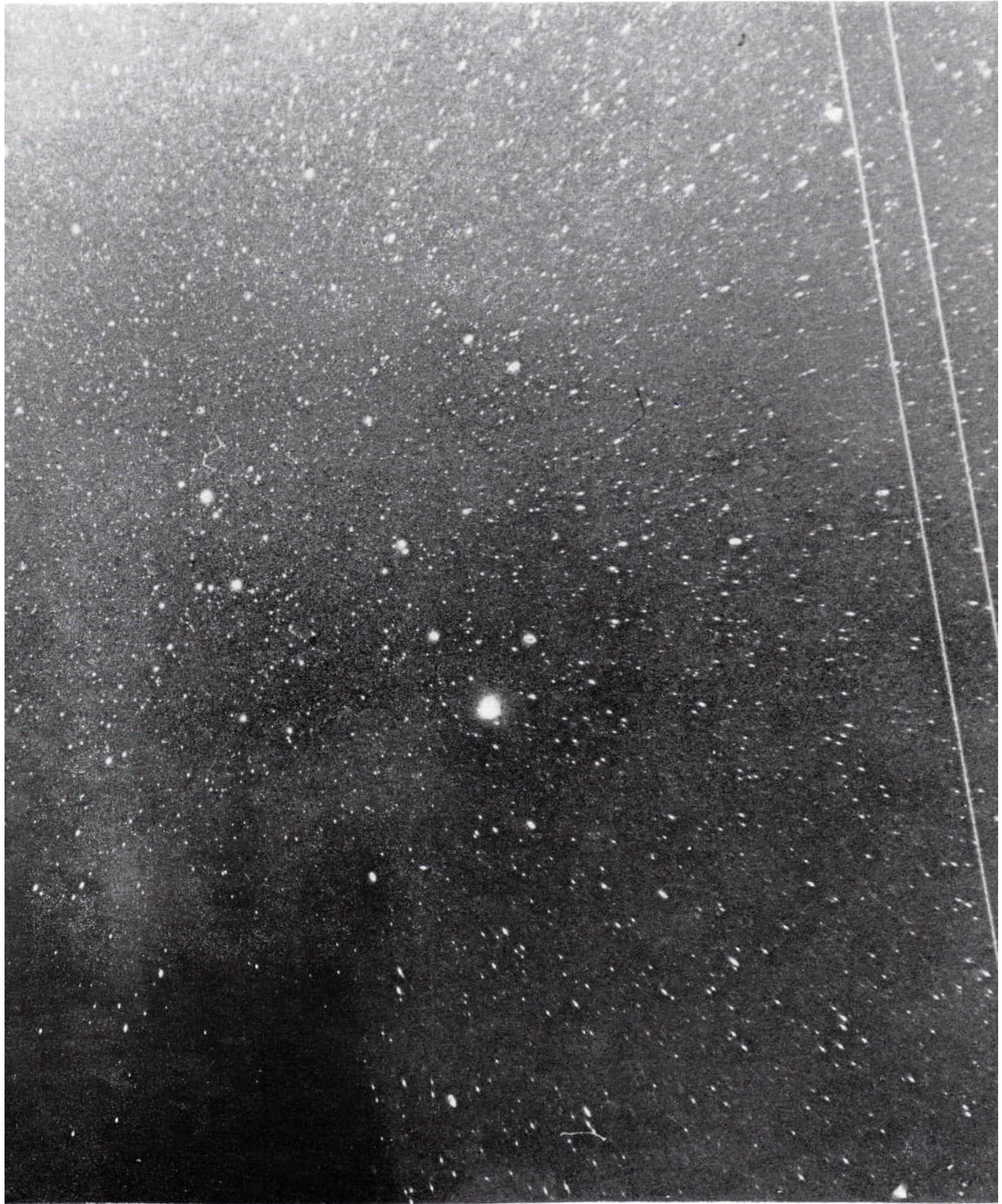
**4. Umschlagseite –** Bahnschleifen der Raumstationen „Mir“ und „Salut 7“ am 28. 6. 1986 mit Objektiv 2,8/50 auf ORWO NP 27. Belichtungszeit von 00 h 11 min bis 00 h 33 min MEZ. Der helle Stern unterhalb der Bildmitte ist Wega.

Aufnahme: Dirk Gläser, Halle (Schüleraufnahme)

### Vorschau auf das Heft 6/1986

**Stellarer Massenverlust durch Sternwind – Erste Ergebnisse der VEGA-Mission – Zur unterrichtlichen Erörterung kosmischer Entwicklungsprozesse – Zur Koordinierung von fakultativen und obligatorischem Astronomieunterricht**







*Rechner*

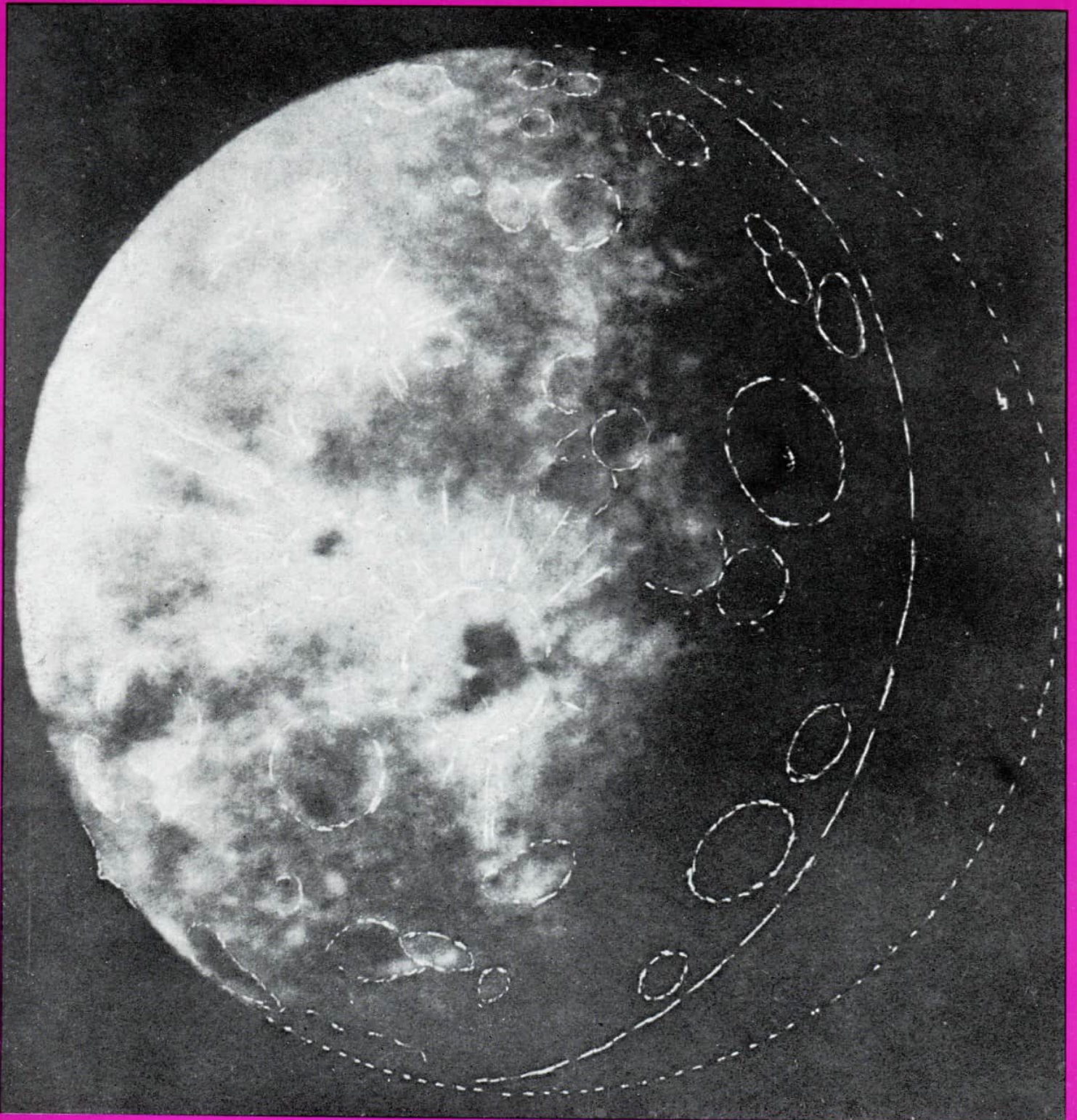
# ASTRONOMIE

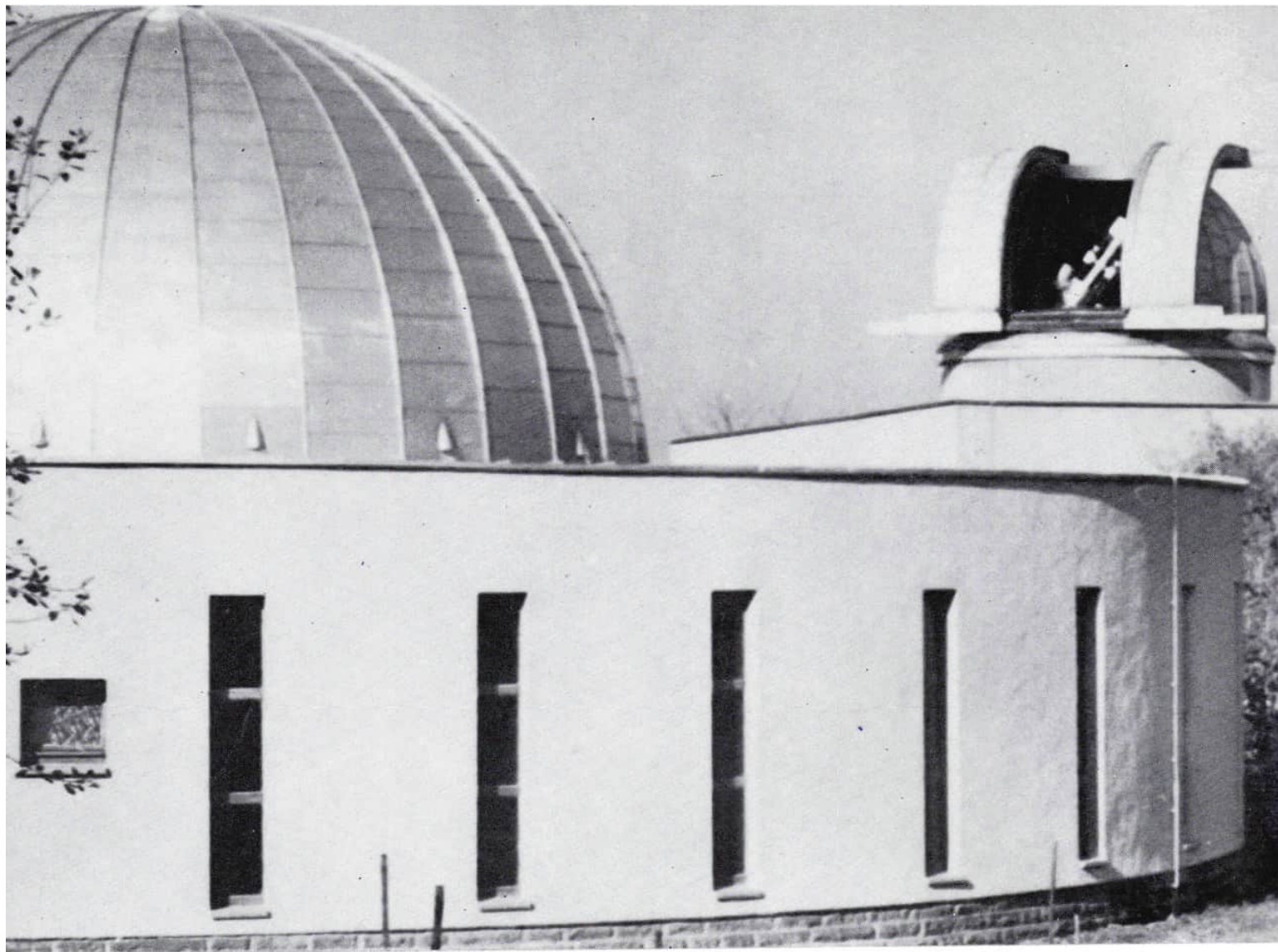
## 6

# IN DER SCHULE

Jahrgang 1986  
ISSN 0004-6310  
Preis 0,60 M

Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag  
Berlin





● **Das aktuelle Thema**

H. BIENIOSCHEK: Zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ . . . . . 122  
 CH. BIERWAGEN: Zur Weiterbildung in Kursen ab Schuljahr 1987/88 . . . . . 126

● **Astronomie und Raumfahrt**

D. MOHLMANN: Erste Ergebnisse der VEGA-Mission . . . . . 127  
 M. REICHSTEIN: Das Satellitensystem des Uranus (I) . . . . . 129

● **Unterricht**

H. BERNHARD: Zur Erörterung kosmischer Entwicklungsprozesse . . . . . 133  
 F. GEISSLER: Zur Koordinierung von fakultativem und obligatorischem Astronomieunterricht . . . . . 135

● **Forum**

P. KLEIN: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde . . . . . 139

● **Beobachtung**

K. LINDNER: Leitlinien am Winterhimmel . . . . . 141

● **Kurz berichtet**

Vorbilder . . . . . 142  
 Zeitschriftenschau . . . . . 143

● **Abbildungen**

Umschlagseiten . . . . . 143

● **Dokumentation (A. MUSTER)**

. . . . . 144

● **Karteikarte**

J. LICHTENFELD: Aufgaben für fakultative Kurse 6

Redaktionsschluß: 6. 10. 1986

Auslieferung an den Postzeitungsvertrieb: 8. 12. 1986

## Из содержания

X. БИНИОШЕК: К дальнейшему развитию факультативного курса «Астрономия и космонавтика» . . . . . 122  
 X. БИРВАГЕН: К усовершенствованию в курсах начиная с 1987/88го учебного года . . . . . 126  
 Д. МЁЛЬМАНН: Первые результаты миссии ВЕГА . . . . . 227  
 М. РАЙХШТАЙН: Система спутников Урана . . . . . 129  
 X. БЕРНХАРД: К рассмотрению космических процессов развития . . . . . 133

## From the Contents

H. BIENIOSCHEK: Towards the Further Development of the Optional Course "Astronomy and Space Flight" . . . . . 122  
 CH. BIERWAGEN: Continued Professional Training in Courses beginning with the 1987/88th School Year . . . . . 126  
 D. MOHLMANN: First Results from the WEGA Mission . . . . . 127  
 M. REICHSTEIN: Uranus' Satellite System . . . . . 129  
 H. BERNHARD: Discussion of Cosmic Developments . . . . . 133

## En Résumé

H. BIENIOSCHEK: Le perfectionnement du cours facultatif « L'astronomie et l'aviation interplanétaire » . . . . . 122  
 CH. BIERWAGEN: Le perfectionnement du personnel scolaire à partir de l'année scolaire 1987/88 . . . . . 126  
 D. MOHLMANN: Les premiers résultats de la mission VEGA . . . . . 127  
 M. REICHSTEIN: Le système satellite de l'Uranus (I) . . . . . 129  
 H. BERNHARD: A la discussion des processus de développement cosmiques . . . . . 133

## Del Continido

H. BIENIOSCHEK: Un nuevo programa del curso optativo «Astronomía y vueltas espaciales» . . . . . 122  
 CH. BIERWAGEN: En cuanto a la superación en cursos desde el año escolar 1987/88 . . . . . 126  
 D. MOHLMANN: Primeros resultados de la misión VEGA . . . . . 127  
 M. REICHSTEIN: El sistema de los satélites del URANOS,(I) . . . . . 129  
 H. BERNHARD: En cuanto a debates sobre las evoluciones en el cosmos . . . . . 133

**Herausgeber:**

Verlag Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, Krausenstraße 50, Postfach 1213, Berlin, DDR - 1086, Tel. 20430, Postscheckkonto: Berlin 7199-57-132626

**Anschrift der Redaktion:**

8600 Bautzen 1, Friedrich-List-Straße 8 (Sorbisches Institut für Lehrerbildung „Karl Jannack“), Postfach 440, Tel. 4 25 85

**Redaktionskollegium:**

Oberstudienrat Dr. paed. Helmut Bernhard (Chefredakteur), Oberlehrer Dr. paed. Klaus Lindner (stellv. Chefredakteur), Oberlehrer Heinz Albert, Oberlehrer Dr. paed. Horst Bienioschek, Dr. phil. Fritz Gehlhar, Prof. Dr. sc. rer. nat. Dieter B. Herrmann, Annelore Muster, Studienrat Hans Joachim Nitschmann (grafische Bearbeitung), Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl-Heinz Schmidt, Oberlehrer Eva-Maria Schober, Prof. Dr. sc. paed. Manfred Schukowski, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Günter Steinert, Studienrat Joachim Stier, Oberlehrer Dr. paed. Uwe Walther, Prof. Dr. rer. nat. habil. Helmut Zimmermann

Drahomira Günther (redaktionelle Mitarbeiterin), Dr. sc. phil. Siegfried Michalk (Übersetzer)

**Lizenznummer und Lizenzgeber:** 1488, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

**Gesamtherstellung:**

Nowa Doba, Druckerei der Domowina, Bautzen  
 AN (EDV 427)  
 III-4-9-2020-4,9 Liz. 1488

**Erscheinungsweise:**

zweimonatlich, Preis des Einzelheftes 0,60 Mark; im Abonnement zweimonatlich (1 Heft) 0,60 Mark. Auslandspreise sind aus den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu entnehmen. — Bestellungen werden in der DDR von der Deutschen Post entgegengenommen. Unsere Zeitschrift kann außerhalb der DDR über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten im nichtsozialistischen Ausland wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag oder an die Firma BUCHEXPORT, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR, 7010 Leipzig, Leninstraße 16.

Artikelnummer (EDV 427)  
 ISSH 0004-6310

## Zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“

Der XI. Parteitag der SED hat die Aufgabe gestellt, weitere Schritte zur Entwicklung des fakultativen Unterrichts zu gehen und dessen Möglichkeiten zur **Differenzierung, Vertiefung und Erweiterung der Allgemeinbildung**, zur Ausprägung spezifischer Neigungen, Interessen; Begabungen und Talente der Schüler Rechnung zu tragen (1). Das erfordert in erster Linie die volle Ausschöpfung der Potenzen der gegenwärtig gültigen Rahmenprogramme für die fakultativen Kurse.

Eingeordnet in das Gesamtkonzept sozialistischer Allgemeinbildung und damit in engem Bezug zur Weiterentwicklung des obligatorischen Astronomieunterrichts ist zu prüfen, ob und wie durch die Vervollkommnung des Inhalts und der didaktisch-methodischen Konzeption des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ die Bedingungen für eine hohe Qualität des Lehrens und Lernens und damit für die Allgemeinbildung der Schüler verbessert werden können (2).

Mit diesem Beitrag ist beabsichtigt, Schlußfolgerungen aus der Bewährung des gegenwärtig gültigen Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ und Vorschläge zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses zur Diskussion zu stellen. Leiter fakultativer Kurse sollen angeregt werden, verallgemeinerungswürdige Erfahrungen aus ihrer langjährigen Arbeit mit dem Ziel vorzustellen, diese bei der Weiterentwicklung des Rahmenprogramms „Astronomie und Raumfahrt“ zu nutzen.

### Zur Bewährung des Rahmenprogramms

Das seit 1978 gültige Rahmenprogramm bewährt sich in der Schulpraxis. Auf seiner Grundlage erwerben die Schüler in einem zweijährigen Kurs vertieftes Wissen über Grundlagen von Astronomie und Raumfahrt.

Der fakultative Kurs besteht aus einem verbindlichen Grundkurs und einem Wahlkurs, für dessen Inhalt der Leiter aus dem Rahmenprogramm Themen auswählen kann. Bei zweijähriger Dauer werden die Kursteilnehmer zu einem hohen Niveau im Wissen und Können, insbesondere über das Sonnensystem, und beim Beobachten des Sternhimmels geführt. Dies kommt im Einsatz von Kursteilnehmern als Helfer bei Schülerbeobachtungen im obligatorischen Astronomieunterricht, bei Rechenschaftslegungen über die im Kurs geleistete Arbeit, beim selbständigen Anfertigen zusätzlicher Unterrichtsmittel zum Ausdruck (3). Das Rahmenprogramm gestattet bei der Umsetzung des Inhalts

differenzierte örtliche Bedingungen und materielle Voraussetzungen für den Kurs sowie verschiedene Interessen und Neigungen der Schüler flexibel zu berücksichtigen. Die Analyse des Rahmenprogramms und Erfahrungen bei der Durchführung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ lassen Schlußfolgerungen zu, die hiermit zur Diskussion gestellt werden. Bei Erhaltung eines bewährten Grundbestandes im Programminhalt und von im Programm festgeschriebenen günstigen Bedingungen für die Auswahl des Inhalts durch den Kursleiter sowie für die Durchführung des Kurses ist es notwendig und zugleich möglich,

- aus der Entwicklung von Astronomie und Raumfahrt erwachsene neue Anforderungen an die Allgemeinbildung (Entwicklungsprozesse im Sonnensystem und im Weltall, Ziele und Aufgaben der Raumfahrt heute) stärker zu berücksichtigen,
- Möglichkeiten zur Entwicklung der geistigen Aktivität der Schüler, zum Lernen in Einheit mit der Ausführung anspruchsvoller geistig-praktischer Schülertätigkeiten noch gründlicher zu erschließen,
- die Erarbeitung von Wissen in engerem Zusammenhang mit der Behandlung und Anwendung von Denk- und Arbeitsweisen sowie mit der Geschichte der Fachwissenschaft zu stellen,
- den Grundkurs inhaltlich zu entlasten und dadurch das Stoff-Zeit-Verhältnis günstiger zu gestalten,
- die Planungsarbeit des Kursleiters dadurch zu erleichtern, daß Empfehlungen für die Anzahl der zur Behandlung der Themen aufzuwendenden Unterrichtsstunden gegeben werden,
- die Richtungen der Vertiefung im Wissen und Können der Schüler gegenüber dem obligatorischen Astronomieunterricht bei allen Themen deutlicher auszuweisen,
- die Möglichkeiten zu schaffen, neben Kursen mit zweijähriger auch solche mit einjähriger Dauer durchzuführen, damit Schüler mit differenzierten Interessen in Klasse 9 und 10 jeweils an einem anderen fakultativen Kurs teilnehmen können und um gesellschaftliche Anforderungen sowie schulorganisatorische Bedingungen besser zu beachten (4).

**Stimmen Ihre Erfahrungen bei der Gestaltung fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ mit den Einschätzungen zur Bewährung des Rahmenprogramms und den Schlußfolgerungen überein?**

**Welche weiterführenden Einschätzungen und Schlußfolgerungen sind Ihres Erachtens notwendig?**

### Vorschläge für die Weiterentwicklung des Rahmenprogramms

Im folgenden werden zunächst einige Vorschläge für die inhaltliche Weiterentwicklung unterbreitet.

Danach werden Möglichkeiten für die Gestaltung zweijähriger und einjähriger fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ zur Diskussion gestellt.

1. In Übereinstimmung mit Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des obligatorischen Astronomieunterrichts kommt es auch im fakultativen Kurs darauf an, diejenigen **Inhalte stärker in das Zentrum zu rücken**, deren Aneignung einen unverzichtbaren Beitrag für die **Entwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes** der Schüler darstellt. Jene Beispiele aus Astronomie und Raumfahrt sind in den Mittelpunkt des fakultativen Kurses zu stellen, durch die weltanschauliche Erkenntnisse, Einsichten der Schüler in die Entwicklung, Gesetzmäßigkeit und Erkennbarkeit der Natur belegt werden.

Darüber hinaus ist es notwendig, in das Rahmenprogramm Inhalte neu aufzunehmen, durch deren Behandlung ein wesentlicher Beitrag zur Herausbildung eines evolutionären Weltbildes der Schüler geleistet werden kann. Das betrifft die Entwicklung des Sonnensystems und Fakten über die Entwicklung im Weltall.

2. **Linienführungen**, die für das Inhaltskonzept des obligatorischen Astronomieunterrichts charakteristisch sind (Bewegung, Struktur, Eigenschaften und Entwicklung der Objekte; Zusammenhang von Methoden und Ergebnissen astronomischer Forschung; Anwendung der Raumfahrt und ihrer Ergebnisse für die Erde und den Menschen; Erkenntnisfortschritt in der Geschichte von Astronomie und Raumfahrt) müssen auch im Rahmenprogramm deutlicher herausgearbeitet werden (2).

Im einzelnen bedeutet dies:

– Behandlung von **Ergebnissen** astronomischer Forschung weitgehend im Zusammenhang mit den angewendeten **Methoden** (d. h. Verzicht auf einen selbständigen Wahlkurs „Methoden der Erforschung der Himmelskörper“; Behandlung der Spektralanalyse im Zusammenhang mit der Physik der Sterne; Aufnahme von **Untersuchungen des Lichtes**; eines Trägers astronomischer Informationen);

– Behandlung der **Raumfahrt** in einem eigenständigen Wahlkurs;

– stärkere Integration von Fakten aus der Geschichte der **Astronomie**, Betonung notwendiger **Aktualisierungen** des Inhalts des fakultativen Kurses infolge neuer Entdeckungen in der Astronomie und bedeutender Ereignisse in Astronomie und Raumfahrt.

3. Um den Aspekt der tätigkeitsorientierten Wissensaneignung im fakultativen Kurs zu verstärken und die Schüler mit Arbeitsweisen der Fachwissenschaft stärker vertraut zu machen, sollen die starke Orientierung auf das selbständige Beobachten des Sternhimmels beibehalten bleiben, die Anwendung der Mathematik auf astronomische Sachverhalte verstärkt und Untersuchungen von Eigenschaften des Lichtes in das Rahmenprogramm neu aufge-

nommen werden. Diese Untersuchungen sind häufig durch Schülerexperimente möglich, die die astronomischen Beobachtungen wirkungsvoll ergänzen.<sup>1</sup> Da die Untersuchungen von Eigenschaften des Lichtes für die Erkenntnisgewinnung in der Astronomie grundlegend sind, sollen diese Bestandteil des Grundkurses sein.

4. Das Rahmenprogramm soll auch künftig einen **Grundkurs** und **Wahlkurse** umfassen.

Im **Grundkurs**, dessen inhaltliche Umsetzung verbindlich ist, erfolgt eine erste Einführung in Astronomie und Raumfahrt. Es werden die Voraussetzungen im Wissen und Können der Schüler geschaffen, die für ein tieferes Eindringen in ein ausgewähltes Gebiet der Astronomie oder der Raumfahrt Voraussetzung sind. Über die vielfältigen astronomischen Objekte erhalten die Schüler einen Überblick.

Ein Schwerpunkt des Grundkurses ist die Befähigung der Schüler zur selbständigen Beobachtung astronomischer Objekte und zur Orientierung am Sternhimmel. Nach dem Grundkurs sollen die Schüler in der Lage sein, sich am Sternhimmel zu orientieren und Beobachtungen ausgewählter astronomischer Objekte mit oder ohne Schulfernrohr selbständig durchzuführen. Somit sind die Kursteilnehmer auch in der Lage, als Helfer bei Beobachtungen im obligatorischen Astronomieunterricht tätig zu sein.

Die Inhalte des Grundkurses sollen so bestimmt werden, daß sie tatsächlich grundlegend für Astronomie und Raumfahrt sind, grundlegend auch in dem Sinne, daß die Schüler im Wahlkurs beim weiteren Eindringen in diese Wissenschaftsdisziplin auf dem im Grundkurs erworbenen Wissen und Können aufbauen können und müssen.

Durch eine Beschränkung des Inhalts des Grundkurses auf Grundlegendes soll ein realistisches Verhältnis zwischen vorgeplantem Stoff, den Voraussetzungen der Schüler im Wissen und Können sowie der in einem Schuljahr zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit geschaffen werden.

5. Aus den fast zehnjährigen Erfahrungen der Arbeit mit dem gültigen Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“ sowie aus den dargestellten Vorschlägen zu dessen Weiterentwicklung wird folgende inhaltliche Gliederung eines überarbeiteten Rahmenprogramms abgeleitet:

#### **Grundkurs: Einführung in Astronomie und Raumfahrt**

1. Historische Entwicklung und Aufgaben von Astronomie und Raumfahrt
2. Grundlagen astronomischer Beobachtung
  - 2.1. Astronomische Fernrohre
  - 2.2. Licht als Informationsquelle
3. Orientierung am Sternhimmel

<sup>1</sup> Über selbständige experimentelle Untersuchungen der Helligkeit, Richtung und Zusammensetzung des Lichtes durch die Schüler im fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ liegen positive Erfahrungen aus dem Kreis Köthen vor.

- 4.1. Überblick über astronomische Objekte
- 4.2. Beobachtung ausgewählter astronomischer Objekte

Gegenüber dem obligatorischen Astronomieunterricht besteht die Erweiterung und Vertiefung insbesondere in der Befähigung der Schüler zum selbständigen Beobachten des Sternhimmels einschließlich dem Einrichten des Fernrohres und zur Untersuchung des Lichtes mittels Schülerexperimenten:

**Wahlkurs: Sonnensystem**

1. Überblick über das Sonnensystem
2. Planeten und ihre Satelliten
  - 2.1. Erde
  - 2.2. Mond
- 2.3. Andere Planeten und Satelliten
3. Natürliche Kleinkörper
4. Sonne
5. Entwicklung des Sonnensystems

Ausführlicher als im obligatorischen Astronomieunterricht werden die Erde, der Mond und die natürlichen Kleinkörper im Sonnensystem behandelt. Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Sonnensystems werden auch Lebensbedingungen auf den Planeten und Probleme der Existenz außerirdischer Zivilisation diskutiert. Die Ermittlung physikalischer Eigenschaften von Körpern des Sonnensystems und der Bewegungen der Körper durch Beobachtung bzw. Berechnung ist eine Vertiefungsrichtung bezüglich der Anwendung fachspezifischer Arbeitsmethoden im Astronomieunterricht.

**Wahlkurs: Sterne und Sternsysteme**

1. Physik der Sterne
  - 1.1. Entfernungen und Zustandsgrößen der Sterne
  - 1.2. Die Sonne als Stern
  - 1.3. Entstehung und Entwicklung der Sterne
2. Galaxien
3. Metagalaxis

Gegenüber dem obligatorischen Astronomieunterricht besteht die Vertiefung und Erweiterung vor allem in der Anwendung mathematisch formulierter Gesetze, um physikalische Eigenschaften der Sterne zu erfassen, Prozesse der Sternentstehung und -entwicklung sowie Bewegungen astronomischer Objekte zu erklären.

**Wahlkurs: Raumfahrt**

1. Physikalische und technische Grundlagen der Raumfahrt
2. Satelliten und Sonden als Raumflugkörper
3. Nutzen der Raumfahrt

Bei allen Themen des Wahlkurses erfolgen inhaltliche Erweiterungen und Vertiefungen gegenüber dem obligatorischen Astronomieunterricht, in dem technische Einzelheiten der Raumfahrt gar nicht und Anwendungen der Raumfahrt nur im Überblick behandelt werden.

Im Anschluß an diese Vorschläge stellen wir folgende Fragen:

**Wie beurteilen Sie die Vorschläge zur Weiterentwicklung des Inhalts des Rahmenprogramms?**

**Welche weiteren Vorschläge werden von Ihnen unterbreitet?**

Für die organisatorische Gestaltung des fakultativen Kurses und für die notwendige Auswahl der Inhalte aus dem Rahmenprogramm, sowie für die Planung der Unterrichtsmittel werden folgende Vorschläge unterbreitet:

6. Bei zweijähriger Dauer des fakultativen Kurses sind folgende Varianten möglich:

a) Im ersten Jahr wird der Grundkurs durchgeführt. Im zweiten Jahr erfolgt ein vertieftes Studium in dem für die Allgemeinbildung grundlegenden Stoffgebieten Sonnensystem, Sterne und Sternsysteme oder Raumfahrt. Für diese drei Stoffgebiete werden im Rahmenprogramm drei vollständige Wahlkurse für die Dauer eines Schuljahres angeboten und im fakultativen Kurs wird nach dem Programm eines der drei Wahlkurse gearbeitet.

b) Im ersten Jahr wird der Grundkurs durchgeführt. Im zweiten Jahr arbeitet der Kurs nach einem Arbeitsplan, bei dessen Erarbeitung aus Inhalten mehrerer Wahlkurse des Rahmenprogramms eine Auswahl getroffen wurde (5), (6). – Diese Möglichkeit ist auch im gültigen Rahmenprogramm vorgesehen, bewährt sich in der Schulpraxis und soll auch künftig nicht ausgeschlossen werden.

Ein Beispiel für die Gestaltung des zweiten Jahres der Tätigkeit des fakultativen Kurses wäre, die Erarbeitung von grundlegendem Wissen über ausgewählte astronomische Objekte sehr eng an fotografische Himmelsbeobachtungen zu binden und für den Arbeitsplan des Kurses die Themen zusammenzustellen, die in den Wahlkursen „Sonnensystem“ bzw. „Sterne und Sternsysteme“ die Anwendung fotografischer Mittel vorsehen.

Im Kurs können folgende fotografische Arbeiten durchgeführt werden: Sternspuraufnahmen, Sternfeldaufnahmen, fotografische Beobachtungen von veränderlichen Sternen, Aufnahmen von Sternspektren, Aufnahmen galaktischer und extragalaktischer Objekte, Sonnen-, Mond-, Planetenfotografie. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Arbeitsgeräte und technische Grundlagen der Astrofotografie zu behandeln. Jedoch ist darauf zu achten, daß fotografische Himmelsbeobachtungen im Plan des fakultativen Kurses nur ein Teil sein können und mit der Aneignung von Wissen über die fotografierten Objekte am Sternhimmel verbunden werden müssen.

c) Inhalte des Grundkurses werden von vornherein mit Inhalten eines oder mehrerer Wahlkurse kombiniert. Jedoch müssen die Themen des Grundkurses Bestandteile des Arbeitsplanes des fakultativen Kurses sein.

d) Außer den Inhalten des Grundkurses können ausgewählte spezielle Inhalte besonders intensiv behandelt werden. Dabei ist es möglich, daß die Schüler nach oder bereits während der Absolvie-

rung des Grundkurses an wissenschaftlichen Untersuchungen zur Astronomie oder zur Astronomiegeschichte teilnehmen und dabei einen wesentlichen Gewinn für die Entwicklung der eigenen Persönlichkeit erzielen (7).

Diese Variante der Durchführung wird aber gewiß nur unter besonderen Bedingungen realisiert werden können und eine Art Ausnahmefall darstellen. Wenn an einer Schule nur ein einziger fakultativer Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ arbeitet und zwar mit zweijähriger Dauer, dann sollen Schüler zu Beginn der Klasse 9 selbst dann die Möglichkeit zur Teilnahme am Kurs erhalten, wenn dieser bereits ein Jahr gearbeitet hat. Diese Schüler sind durch besondere Hilfen, Patenschaften, differenzierte Aufträge an das Niveau der anderen Kursteilnehmer schrittweise heranzuführen.

7. Bei einjähriger Dauer des fakultativen Kurses sind folgende Varianten möglich:

a) Findet der fakultative Kurs für Schüler der Klasse 9 statt, so wird nach dem Programm des Grundkurses gearbeitet.

b) Findet der fakultative Kurs für Schüler der Klasse 10 statt, so wird entweder nach dem Programm eines Wahlkurses (z. B. Raumfahrt) gearbeitet oder es werden parallel zum obligatorischen Astronomieunterricht Inhalte vertiefend behandelt. Die zu vertiefenden Inhalte werden aus dem Rahmenprogramm ausgewählt, wobei Grundlagen astronomischer Beobachtungen, Entstehung und Entwicklung von Sternen, Sternsysteme, Entwicklungsprozesse im Weltall Schwerpunkte des Arbeitsplanes des fakultativen Kurses sein sollen.

8. Für den Astronomieunterricht steht ein reichhaltiges Angebot an **Unterrichtsmitteln** einschließlich Literatur für Lehrer und Schüler zur Verfügung. Die Bild- und Tonbildreihen, Projektionsfolien, Anschauungstafeln, Filme und Kassettenfilme, Arbeitskarten für die Schüler, die drehbare Sternkarte unterstützen die methodische Arbeit des Lehrers bei der Realisierung der Ziele und Inhalte des fakultativen Kurses.

Zum neuen Rahmenprogramm soll ein Gesamtaustattungsplan für Unterrichtsmittel entwickelt werden, der die für den Grundkurs und für die einzelnen Wahlkurse notwendigen Unterrichtsmittel ausweist und auch auf Möglichkeiten der Selbstbeschaffung (Bildreihen der URANIA und der Gesellschaft für DSF; Schulfunksendungen) und des Selbstbaus von Unterrichtsmitteln aufmerksam macht. Für die Teilnehmer des fakultativen Kurses werden die neu erarbeiteten Titel „Astronomie und Raumfahrt“ (löst den bisherigen Schülertitel „Astronautik“ ab) und „Wissensspeicher Astronomie“ zur Verfügung stehen. Beide Bücher werden für die Arbeit im Kurs eine wesentliche Hilfe sein. Auf weitere aktuelle und grundlegende Literatur für Kursleiter und für Schüler, die bei der Vorbereitung und Durchführung des Grundkurses und der Wahlkurse

häufig genutzt werden kann, wird in einem Literaturverzeichnis zum Rahmenprogramm aufmerksam gemacht.

Abschließend stellen wir noch folgende Fragen:

**Wie beurteilen Sie die Vorschläge zur organisatorischen Gestaltung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ sowie die Vorschläge zu den Unterrichtsmitteln? Welche weiteren Vorschläge möchten Sie unterbreiten?**

Wir bitten die Leser dieser Zeitschrift, Leiter fakultativer Kurse, Fachberater, Leiter von Schulsternwarten, Fachwissenschaftler um Beteiligung an der Diskussion durch Zuschriften an die Redaktion. Dabei soll sowohl auf die gestellten Fragen geantwortet als auch über Erfahrungen bei der Arbeit in fakultativen Kursen berichtet werden.

#### Literatur:

- (1) HONECKER, E.: Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. Berlin 1986, S. 63.
- (2) BIENIOSCHEK, H.: Zur Einführung eines neuen Lehrplans Astronomie. Astronomie in der Schule 23 (1986) 2.
- (3) Aufgaben für fakultative Kurse. Karteikartenreihe in „Astronomie in der Schule“, Jahrgang 1986/87, Grundlage ist die Pädagogische Lesung 84-07-11 von Koll. J. LICHTENFELD Beispiele für die Anwendung mathematischer und physikalischer Kenntnisse aus dem Unterricht im fakultativen Kurs nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“. WAGLER, A.: Erfahrungen bei der Gestaltung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ nach Rahmenprogramm zur Entwicklung der Schülerpersönlichkeit. Pädagogische Lesung Nr. 85-01-10.
- (4) Kommentar zur Anweisung Nr. 10/83 über fakultative Kurse nach Rahmenprogramm für Schüler der Klassen 9 und 10. Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Volksbildung XXXIV (1986) 5.
- (5) BRUNOW, R.: Zur Planung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“. Astronomie in der Schule 22 (1985) 6.
- (6) KLUGE, U.: Planung für die Tätigkeit fakultativer Kurse. Astronomie in der Schule 22 (1986) 2.
- (7) MÜNZEL, G.: Arbeitsgemeinschaft im Leipziger Universitätsarchiv. Astronomie in der Schule 20 (1983) 1. Mitglieder fakultativer Kurse an der Archenhold-Sternwarte Berlin rekonstruieren die historische Sternwarte in Remplin (Bericht von Koll. D. FÜRST auf dem IV. Erfahrungsaustausch zur Astronomiemethodik 1984 in Bautzen).

Anschrift des Verfassers:

**OL Dr. HORST BIENIOSCHEK**  
Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR  
Institut für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht  
Otto-Grotewohl-Straße 11  
Berlin  
DDR - 1080.

#### Wir gratulieren

Dr. sc. rer. nat. DIETER B. HERRMANN, Direktor der Archenhold-Sternwarte in der Hauptstadt der DDR, Dozent an der Humboldt-Universität Berlin und Mitglied des Redaktionskollegiums von „Astronomie in der Schule“, wurde zum Professor berufen.

## Zur Weiterbildung in Kursen ab Schuljahr 1987/88

Im Schuljahr 1986/87 wird die Kursweiterbildung für Astronomie auf der Grundlage des Programms von 1982 abgeschlossen sein. Dieser Fachkurs war bekanntlich in erster Linie für Lehrer ohne Fachausbildung Astronomie vorgesehen. Die Teilnehmer werteten diesen Kurs als wertvoll, weil sie hier nicht nur ihre Kenntnisse zu wesentlichen Lehrplaninhalten wie Prozessen und Erscheinungen im Sonnensystem und in Sternen, zur Wissenschaftsgeschichte und Raumfahrt aktualisieren und vertiefen konnten, sondern auch in der Vorlesung für die didaktisch-methodische Umsetzung der Fachwissenschaft im Unterricht Anregungen und Hilfen bekamen. Sehr begrüßt wurde, daß die fachwissenschaftlichen Inhalte der Vorlesungen in allen Seminaren und Praktika didaktisch-methodisch für den Unterricht aufbereitet wurden. Durch das Einbringen eigener Erfahrungen und Probleme in Verbindung mit unterrichtstheoretischen Aspekten trugen die Kursteilnehmer wesentlich zur Bereicherung der Seminare bei.

Trotz entsprechender Orientierung durch das Programm nahmen viele Fachlehrer aus persönlichen Gründen oder nicht ausreichender Kapazität an keinem der für sie vorgesehenen Spezialkurse teil und besuchten statt dessen den Fachkurs für ihre Weiterbildung. Nicht zuletzt dadurch war es oft schwierig, das Niveau der Lehrveranstaltungen so zu bestimmen, daß der engagierte, fachwissenschaftlich wie didaktisch-methodisch im Astronomieunterricht erfahrene Lehrer in gleicher Weise Anregungen für den eigenen Unterricht mitnehmen konnte wie ein Kollege, der erst ein oder zwei Jahre in diesem Fach arbeitete. Deshalb werden im neuen Programm zwei Fachkurse mit unterschiedlichem Anforderungsniveau ausgewiesen.

Mit Beginn des neuen Zyklus der Kursweiterbildung wird zugleich der neue Lehrplan im Fach Astronomie gültig. In dem Referat zur Schulpolitik der SED führte dazu unser Minister für Volksbildung aus: „Der Prozeß der Umsetzung der neuen Lehrpläne stellt bereits jetzt und erst recht künftig hohe Anforderungen an die Weiterbildung. Vieles, was sich die Lehrer hierfür an weiterführenden Kenntnissen und Erfahrungen aneignen müssen, erfordert, sich ständig über die Entwicklungen in den Fachwissenschaften, in der Politik, in der Pädagogik zu informieren, setzt neue Ansprüche an die Bereitschaft, sich ständig weiterzubilden.“ (1).

Diesen höheren Anforderungen sucht das neue Programm gerecht zu werden (2).

Im Folgenden geben wir einige Erläuterungen zu

dem ab Schuljahr 1987/88 gültigen Programm für die Weiterbildung, um jedem Astronomie unterrichtenden Lehrer die Entscheidung für den für ihn besonders geeigneten Kurs zu erleichtern.

Entsprechend den differenzierten Weiterbildungsbedürfnissen der Astronomielehrer wurden nun, wie die Übersicht am Ende dieses Beitrages zeigt, zwei **Fachkurse** konzipiert:

Der **Fachkurs I** ist für Fachlehrer und im Fach Astronomie erfahrene Nichtfachlehrer vorgesehen. Er enthält drei verbindliche Themen. Diesen ordnen die Bezirkskabinette für Unterricht und Weiterbildung aus dem Block „Ergänzungsthemen“ weitere zu unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bedingungen und Notwendigkeiten, so daß der gesamte Fachkurs einen zeitlichen Umfang von 28 Stunden hat. Bestandteil sind vor allem die fachwissenschaftlichen Gegenstände, die aus dem gegenwärtigen Erkenntnisstand der Wissenschaft resultierend, in neuer Weise im Lehrplan Astronomie berücksichtigt wurden. Grundlegende Kenntnisse dazu werden bei den Kursteilnehmern vorausgesetzt. Ein weiterer Schwerpunkt ist die methodische Gestaltung des anspruchsvollen Stoffgebietes „Astrophysik“. Hier geht es unmittelbar um die vom Minister für Volksbildung in Eifurt geforderte höhere Qualität bei der Gestaltung des Lehr- und Aneignungsprozesses, um Antworten auf die Frage, wie die Lehrplanziele mit allen Schülern erreicht werden können. Mit dem dreistündigen Seminar werden Möglichkeiten der Diskussion und des Erfahrungsaustausches eingeräumt.

Gleichermaßen bedeutsam ist das Praktikum zur Beobachtung für den obligatorischen Unterricht und für den fakultativen Kurs „Astronomie und Raumfahrt“.

Die Erfahrungen der gesamten bisherigen Kursweiterbildung bestätigen, daß die Effektivität der Seminare und Praktika von einer gezielten Vorbereitung aller Teilnehmer maßgeblich abhängt. Diese Vorbereitung sollte sich in enger Verbindung mit der täglichen Unterrichtsarbeit vollziehen.

Mit dem **Fachkurs II** sollen diejenigen Kollegen unterstützt werden, die Astronomie ohne Fachausbildung und mit geringer Erfahrung in diesem Fach unterrichten bzw. den Astronomieunterricht erst aufnehmen werden. Diese Kollegen erwarten mit Recht Hilfen bei der Erfüllung der wesentlichen Anforderungen des Lehrplans. Deshalb ist der Kurs eng an die Stoffeinheiten des Lehrplans gebunden. Fachwissenschaftliche Grundlagen und Fragen der Unterrichtsgestaltung werden in den Themen kombiniert.

Für diesen Kurs werden vor allem besonders erfolgreiche Lehrer als Lektoren und Seminarleiter zu gewinnen sein, die über ein hohes fachwissenschaftliches Wissen und Können verfügen, langjährige eigene Unterrichtserfahrung haben und diese theoretisch fundiert weitergeben können.



## Inhalte der Fachkurse

1. **Fachkurs I (Verbindliche Themen)**
    - 1.1. Neue Erkenntnisse über die Körper des Sonnensystems und ihre Bedeutung für die Kosmogonie (4 Stunden)
    - 1.2. Zur Entstehung der Metagalaxis und zur Entwicklung ihrer Struktur (4 Stunden)
    - 1.3. Zur Realisierung der Einheit von Bildung und Erziehung im Stoffgebiet 3 „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ (6 Stunden)
    - 1.4. Zur Beobachtung im Astronomieunterricht (5 Stunden)
    - 1.5. Ergänzungsthemen (maximal 9 Stunden)
  2. **Fachkurs I (Ergänzungsthemen)<sup>1</sup>**
    - 2.1. Aktuelle Probleme der Entwicklung und des Nutzens der Raumfahrt (3 Stunden)
    - 2.2. Physikalische Eigenschaften der interstellaren Materie und der Sterne (3 Stunden)
    - 2.3. Zur Kosmogonie der Sterne (3 Stunden)
    - 2.4. Großräumige Verteilung der Sterne und anderer kosmischer Objekte (3 Stunden)
- <sup>1</sup> Wenn Ergänzungsthemen nicht Bestandteil der Fachkurse sind, können sie auch als Einzelveranstaltungen organisiert werden.
3. **Fachkurs II**
    - 3.1. Zu grundlegenden Anforderungen an die Planung und Gestaltung des Astronomieunterrichts (4 Stunden)
    - 3.2. Fachwissenschaftliche Grundlagen und didaktisch-methodische Gestaltung des Stoffgebietes „Sonnensystem“ (6 Stunden)
    - 3.3. Fachwissenschaftliche Grundlagen und didaktisch-methodische Gestaltung des Stoffgebietes „Sterne, Sternsysteme, Metagalaxis“ (8 Stunden)
    - 3.4. Zur Entstehung der Metagalaxis und zur Entwicklung ihrer Struktur (3 Stunden)
    - 3.5. Zur Entwicklung der Raumfahrt (3 Stunden)
    - 3.6. Grundlagen des astronomischen Beobachtens (6 Stunden)
  4. **Thematische Vorschläge für Einzelveranstaltungen**
    - 4.1. Beobachtungs- und Auswertetechnik der modernen Astronomie
    - 4.2. Stand, Entwicklungstendenzen und Ergebnisse der extraterrestrischen Astronomie

Über die Fachkurse hinaus stehen auch im kommenden Weiterbildungszyklus für alle Kollegen wieder **Spezialkurse** in Bautzen, Berlin, Jena und Potsdam zur Verfügung. Voraussichtlich werden folgende Spezialkursthemen angeboten:

- Zu ausgewählten Problemen der Raumfahrt
- Zur Arbeit in fakultativen Kursen
- Zur Kinematik, Struktur und Entwicklung des Milchstraßensystems
- Möglichkeiten der Nutzung schulastronomischer Einrichtungen (nur für Mitarbeiter von schulastronomischen Einrichtungen!)
- Zur Beobachtung im Astronomieunterricht
- Moderne Beobachtungsinstrumente und -methoden
- Relativistische Astrophysik und Kosmologie
- Zur Geschichte der Astronomie

Der vollständige Katalog der Spezialkurse liegt bei den Pädagogischen Kreiskabinetten vor und kann dort eingesehen werden. Darüber hinaus informiert die Fachzeitschrift weiterhin jährlich über das aktuelle Angebot.

## Literatur:

- (1) **Die Schulpolitik der SED und die wachsenden Anforderungen an den Lehrer und die Lehrerbildung.** Protokoll der Konferenz des Ministeriums für Volksbildung der DDR. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1986, S. 26.
- (2) Zentralinstitut für Weiterbildung der Lehrer und Erzieher beim Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik: **Programm für die Weiterbildung der Lehrer im Fach Astronomie.** Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.

Anschrift des Verfassers:

**CHARLOTTE BIERWAGEN**

Zentralinstitut für Weiterbildung der Lehrer und Erzieher beim Ministerium für Volksbildung der DDR  
Ludwigfelde  
DDR - 1720

Diedrich Möhlmann

## Erste Ergebnisse der VEGA-Mission

### Vorbemerkung

Mit diesem Kurzbeitrag werden erste Ergebnisse der Bildauswertung des VEGA-Experiments vorgestellt. Gegenwärtig ist die vertiefte Auswertung dieser Bilddaten und natürlich auch der anderen Meßergebnisse noch in vollem Gange. Diese Ergebnisse werden später in „Astronomie in der Schule“ veröffentlicht.

### Bilddaten

Die von VEGA 1 in großer Zahl erhaltenen Bilder zeigen einen sehr aktiven Kometenkern, von dessen eigenen Oberflächenstrukturen wegen der starken Aktivität und der Streuung des Lichts in dem Gas- und Staubgemisch der kernnahen Gebiete relativ wenig zu erkennen ist. Die diesbezüglichen Auswertungen laufen gegenwärtig noch. Immerhin kann aber schon die relative Lage des Kerns im Raum aus diesen Bildern abgeleitet werden, was Voraussetzung für die aus dem Vergleich der VEGA 2- und GIOTTO-Bilddaten erfolgte Bestimmung der Rotationsdauer und Lage der Rotationsachse war. Besonders gut verwendbare Bilder des Kerns und seiner Umgebung wurden von VEGA 2 während der größten Annäherung (auf 8030 km) am 9. Mai (um 7.20.00 UT) geliefert. Die beiden besten Bilder wurden zwei Sekunden vor der größten Annäherung und 99 Sekunden danach gemacht. Die genauen Angaben sind:

„Bild 1“ – 7<sup>h</sup>19<sup>m</sup>58<sup>s</sup> UT, Schmalwinkelkamera „TV1“, Spektralbereich: nahes Infrarot, Entfernung 8045 km, Größe eines Bildpunktes (pixel) etwa 160 m, Belichtungszeit 32 ms.

„Bild 2“ – 7<sup>h</sup>21<sup>m</sup>39<sup>s</sup> UT, Schmalwinkelkamera „TV1“, Spektralbereich: sichtbares Licht, Entfernung 11060 km, Größe eines Bildpunktes (pixel) etwa 220 m, Belichtungszeit 8 ms.

## Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Die erhaltenen Bilddaten wiesen Störungen auf, sie waren z. T. stark „verrauscht“. In der Kooperation zwischen dem Institut für Kosmosforschung, dem Zentralinstitut für Astrophysik und dem Institut für Physik der Erde wurden diese Bilder „restauriert“ (z. B. „Ersetzen“ fehlender Zeilen), „geglättet“ (Reduktion des Rauschens) und mit unterschiedlichen Algorithmen analysiert (z. B. Aufsuchen der körperlichen Grenzen des Kometen im Gebiet des stärksten Helligkeitsabfalls durch Bildung von Gradienten und Strukturidentifikationen durch Bildung der Laplace-Transformierten der Bilder). Aus diesen Auswertungen ergeben sich folgende Abmaße für den ungefähr faustkeil- oder birnenförmigen Kometenkern (vgl. Bild 1, 2).

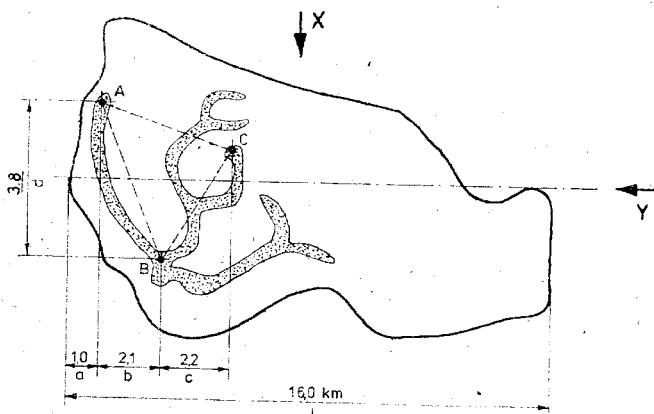


Bild 1  
Umrisse und Abmaße des Kometenkerns aus „Bild 1“. Linienstrukturen auf der Oberfläche sind schraffiert angedeutet.

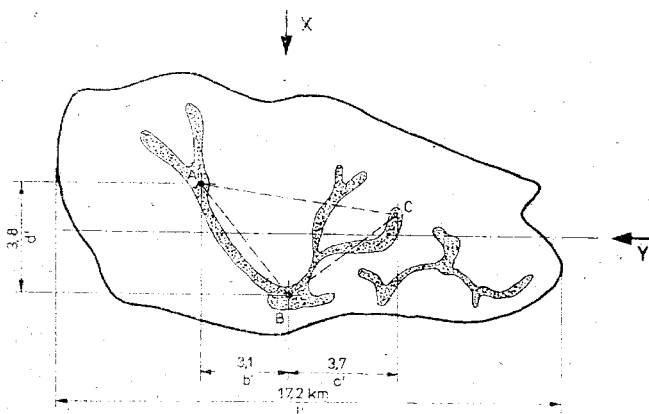


Bild 2  
Umrisse und Abmaße des Kometenkerns aus „Bild 2“. Linienstrukturen auf der Oberfläche sind schraffiert angedeutet.

Lange Achse:  $(16 \pm 1)$  km. Durchmesser des „dicken Endes“:  $(7 \pm 0,8)$  km. Durchmesser des „dünnen Endes“:  $(4,5 \pm 0,7)$  km. Dabei war während des VEGA 1-Vorbeifluges das „dicke Ende“ des Kerns der Sonde am nächsten, während VEGA 2 den Kometenkern von der Seite her sah. Die GIOTTO-Sonde flog nahe an dem dünnen Ende des Kerns vorbei.

Aus diesem Vergleich der aus den VEGA- und GIOTTO-Bildern feststellbaren Lage des Kometenkerns im Raum konnte die Rotationsdauer zu etwa 54 Stunden bestimmt werden, wobei zu bemerken ist, daß der Kern im Sinne seines Umlaufs prograd rotiert – allerdings ist bekanntlich der Umlaufsinn retrograd in bezug auf die Drehimpulsorientierung im Planetensystem.

Die ersten groben Untersuchungen der Oberflächentopologie des Kometenkerns ergaben, daß ein System heller linienartiger Strukturen gefunden werden konnte. (Bilder 1 und 2), das bemerkenswerterweise als Teil eines Liniensystems identifiziert werden konnte, das von LARSON und SEKANINA 1986 aus Beobachtungen am Kometen Halley im Jahre 1910 für die Verteilung der Fußpunkte von JETS auf der Kometenoberfläche rechnerisch abgeleitet wurde (vgl. Bild 3). Offenbar sind dies

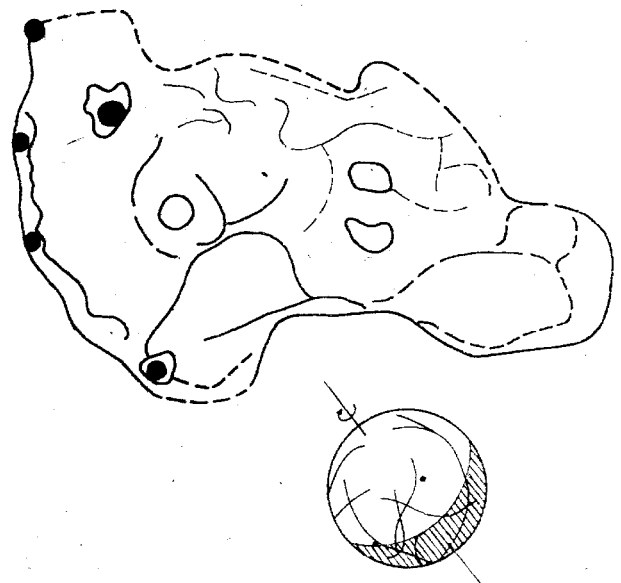


Bild 3  
Umrisse des Kerns und Liniensysteme aus VEGA-2-Interpretationen (oben) und nach SEKANINA und LARSON (unten). Auf dem unteren Bild ist der von VEGA-2 nicht sichtbare Teil (des von SEKANINA und LARSON als kugelförmig angenommenen Modells) des Kometenkerns schraffiert dargestellt.

also Gebiete stärkerer Ausgasung und damit wegen des Streulichtes auch solche größerer Helligkeit. Allerdings folgt aus der Tatsache, daß diese Strukturen auch schon 1910 bestanden, daß sie von permanentem Charakter sind, also mit realen an und unter der Oberfläche liegenden Strukturen des Kometenkerns verknüpft sein müssen. Damit wurde der erste Hinweis auf Strukturen im Kometenkern selbst gefunden. Mögliche Ursachen für diese linienartige Verteilung der kometaren Aktivitätsgebiete sind:

- tiefe Brüche, wie sie durch starke Kollisionen während der Entstehung des Kometenkörpers entstanden sein können,

- Grenzen zwischen verschiedenen großen „Blöcken“, aus denen der Kometenkern zusammengesetzt sein könnte,
- Brüche infolge von Thermospannungen eines kompakten Kometenkerns.

Die endgültige Klärung dieser Frage ist noch offen, sicher ist aber bereits, daß das Modell eines „schmutzigen Schneeballs“ an dieser Stelle zu modifizieren ist.

Neben diesen linienartigen Strukturen sind auf Abbildungen des Kometenkerns auch ringförmige Strukturen zu erkennen, die gegenwärtig noch Gegenstand von Untersuchungen sind. Möglicherweise haben wir es hier noch mit Spuren von Einschlagkratern von „Kometesimalen“ zu tun, wie sie im Falle einer akkretiven Entstehung der Kometen in Teilen des äußeren Sonnensystems zu erwarten sind.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. nat. **DIEDRICH MÖHLMANN**  
 Institut für Kosmosforschung der AdW der DDR  
 Rudower Chaussee 5  
 Berlin  
 DDR - 1199

**Manfred Reichstein**

## Das Satellitensystem des Uranus (I)

### 1. Übersicht und Vergleich

Der Voyager-Vorbeiflug vom 24. 1. 1986 ließ die Anzahl bekannter Begleiter des viertgrößten Planeten unseres Sonnensystems sprunghaft von 5 auf 15 anwachsen, während zuvor die gleiche Fernerkundungsmethode beim Jupiter nur drei und beim Saturn bisher sieben neue Satelliten ergab.

Im Gegensatz zu den Überraschungen, welche solche Entdeckungen neuer Satelliten noch bei den beiden sonnennäheren Planetenriesen auslösten, war man im Falle des Uranussystems eigentlich voll auf diesen Zuwachs gefaßt. Zwergsatelliten in der Größenordnung von einigen 10 km Durchmesser, wie wir sie in Jupiternähe mit Hilfe leistungsfähiger Teleskope von der Erde aus ganz gut wahrnehmen können und wie wir dies beim Saturn gerade noch unter sehr günstigen Beobachtungsbedingungen erreichen, lassen sich nämlich im Bahnabstand des Uranus von der Erde aus nicht mehr erkennen. Da nun die beiden Planetenriesen Jupiter und Saturn ganz gesetzmäßig – wie wir heute wissen – gerade in ihrem Nahbereich von einer Vielzahl kleiner Himmelskörper umkreist werden, glaubte man schon aus Analogiegründen auch beim

Uranus an die Existenz solcher Begleiter. Nach einigen Prognosen blieb der Erfolg sogar unter den Erwartungen, denn unter den wissenschaftlich seriös begründeten Vorhersagen finden sich auch solche, die 15 bis 20 neue Uranussatelliten ankündigten. Wir können heute, rückschauend, nach dem Vorbeiflug einer von Menschen geschaffenen Planeten-sonde (vgl. Bild 1) mit einem gewissen Vorbehalt über die noch unbekannt gebliebenen Satelliten-Komponenten des Uranussystems folgendes mutmaßen:

Erstens: Innerhalb der Bahn der Miranda, des bis 1985 innersten bekannten Uranussatelliten, ist kaum noch mit weiteren Entdeckungen von Himmelskörpern größer als 20 km Durchmesser zu rechnen.

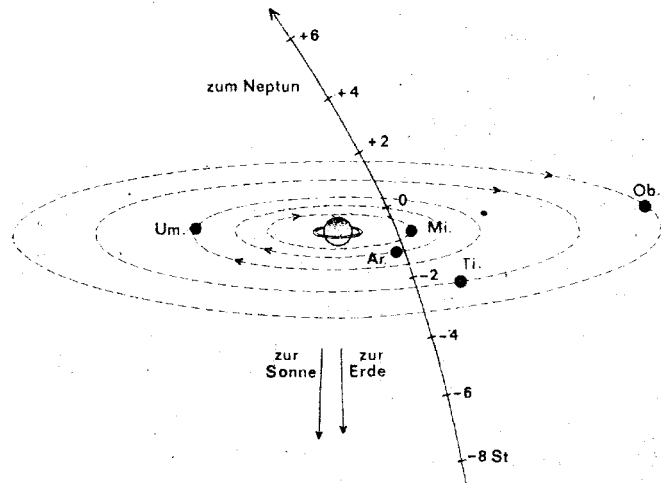


Bild 1:

Die Bahn der Voyager-Sonde bei der Durchquerung des Uranussystems am 24. Januar 1986; Mi = Miranda, Ar = Ariel, Um = Umbriel, Ti = Titan, Ob = Oberon. Die Zahlen von -8 bis +6 geben den Weg der Sonde in Stunden vor und nach der Uranus-Passage an.

Zweitens: Außerhalb der Mirandabahn nimmt dagegen mit wachsendem Abstand zum Uranus – zumindest theoretisch – die Möglichkeit zu, daß in einer Sphäre, die nach Millionen Kilometern des Abstandes vom Planeten zählt, noch Begleiter des Uranus existieren, die sich in der Größe mit den soeben entdeckten zehn neuen Satelliten messen können.

Nehmen wir uns wieder die Satellitensysteme von Jupiter und Saturn zum Vorbild, so stellen wir fest, daß sie trotz größerer, gravitativer Störanfälligkeit durch die Sonne viel weiter in den Raum hinausreichen als das bisher bekannte Uranussystem. Nehmen wir den Radius des jeweiligen Zentralkörpers als Einheit, dann kreisen die fernsten Satelliten des Jupiters davon in mehr als der 300fachen Entfernung um ihren Planeten, und die Phoebe Saturns vollzieht ihren Umlauf im Mittel im 215fachen von dessen Radius, der 60 000 km beträgt. Dagegen ist der fernste bekannte Uranussatellit Oberon nur ganze 23 Uranusradien von seinem Schwerezentrum entfernt.

## 2. Die Satellitenzwerge des Uranus

Alle zehn neuentdeckten Satelliten wurden durch die Voyager-Sonde innerhalb der letzten vier Wochen ihrer Anflugphase ins Bild gebracht, als sie sich um mehr als eine Millionen Kilometer pro Tag, oder etwa das 3fache des Erde-Mond-Abstandes, dem Uranus näherte. Allen neuen Satelliten ist ferner gemeinsam, daß sie sich auf sehr uranusnahen Umlaufbahnen bewegen, weshalb das Gros etwa zweimal am Tag den Planeten zu umkreisen vermag.

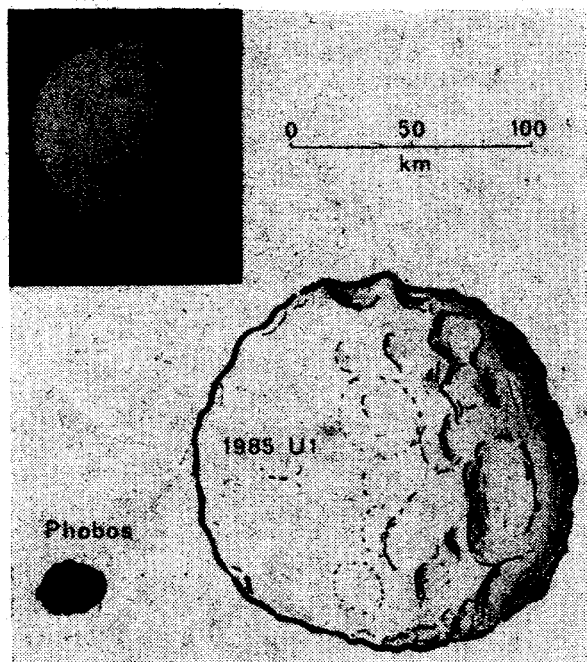


Bild 2a und b:

1985 U<sub>1</sub>, der größte der neu entdeckten Uranusmonde, zeigt die typischen unregelmäßigen Konturen einer von zahlreichen kosmischen Einschlägen geprägten Satellitenoberfläche (Skizze 2a = Originalfoto; 2b = nach Voyageraufnahme).

Eine gewisse Ausnahme stellt der zuerst und als einziger noch 1985 (am 30. 12.) entdeckte Mond dar (vgl. Bild 2a, b). Er ist der uranusfernste aller neu entdeckten Satelliten, obwohl auch er noch innerhalb der Miranda kreist. Im Abstand von rund 86 000 km vom Planeten (genauere Angaben entnehme man der Tabelle 1) benötigt er 18,3 Stunden für einen Umlauf, also nur etwas mehr als zwei Drittel der Umlaufzeit seines äußeren Nachbarn, der Miranda. 1985 U<sub>1</sub>, wie seine vorläufige wissenschaftliche Bezeichnung lautet, ist auch der einzige neue Satellit, der nicht nur als punktförmiges Objekt auf den Voyager-Bildern fixiert wurde, sondern von dem auch schon eine Nahaufnahme aus 500 000 km Distanz vom 24. 1. 1986 vorliegt, die wenigstens eine Bildauflösung bis zur 10-km-Dimension gestattet. Was man sieht bzw. dadurch bereits mit einiger Sicherheit vermuten kann, ist seine unruhige und von zahlreichen Einschlagkratern gekennzeichnete Kontur, die aber nicht allzu sehr von der idealen Kugelgestalt abweicht. Sein Durchmesser beträgt etwa 160 bis 170 km, und da

wir dies ziemlich genau wissen, ließ sich aus der Helligkeit auch sein Albedowert mit 7 % reflektiertem Licht schon erfreulich präzise angeben. Er ist also ein relativ dunkler Körper, dunkler übrigens als alle bisher bekannten fünf größeren Uranusmonde, und er steht mit seiner Eigenschaft und seiner unruhig konturierten Oberfläche wohl auch mit einigem Recht Pate für alle oder die Mehrzahl der übrigen frisch aufgefundenen Satelliten, über deren physische Eigenschaften wir sonst noch recht wenig wissen.

Sie sind alle erheblich kleiner als der soeben beschriebene „Puck“ oder „Kobold“, wie der Uranus-Satellit 1985 U<sub>1</sub> von einigen Planetologen bereits inoffiziell genannt wird. Nur der als Nummer 2 fünf Tage später entdeckte Satellit 1986 U<sub>1</sub> erreicht mit seinem Durchmesser knapp die Größenordnung von 100 km.

Noch am gleichen Tage, also am 3. 1. 1986, ergab die Bildauswertung auch den Nachweis des ersten 80-km-Satelliten, der als 1986 U<sub>2</sub> bezeichnet wurde, und knapp eine Woche später, am 9. 1., als sich die Sonde nur noch etwa 20 Millionen km vom Uranus entfernt befand, wurde auf dem gleichen Wege mit 1986 U<sub>3</sub> der zweite Satellit dieser Größenordnung von 80 km Durchmesser erkannt (Abb. 4. Umschlagseite).

Es ist symptomatisch für die weiteren Entdeckungen, daß sich mit der Annäherung der Sonde an das Satellitensystem immer kleinere Monde nachweisen ließen. So wurden am 13. 1., kaum daß die Sonde etwas näher als 15 Millionen km an Uranus herangekommen war, gleich drei Satelliten von etwa 50 km Durchmesser entdeckt. Sie erhielten die Nummern U<sub>4</sub> bis U<sub>6</sub>.

Erst in der letzten Phase der Annäherung aus einer Distanz von nur noch rund 4 Millionen km ließ sich nahe der Grenze der Bildauflösung endlich das nachweisen, womit man schon viel eher gerechnet hatte, nämlich die Existenz der sogenannten „Hirtenmonde“, die als Begleiter der schmalen Ringe schon Tage zuvor eifrig gesucht worden waren und die für den Zusammenhalt der Partikelschwärme in den schmalen Ringbahnen sorgen sollten. Daß die dann am 20. 1. 1986 gefundenen Zwergsatelliten U<sub>7</sub>

Tabelle 1: Die neuen Uranussatelliten

vorläufige Bezeichnung	Durchmesser in km	Abstand vom Uranuszentrum in km	Umlaufzeit in Stunden	Datum der Entdeckung
1986 U 7	15	49 300	7,92	20. 1. 86
1986 U 8	25	53 300	8,92	20. 1. 86
1986 U 9	50	59 100	10,38	23. 1. 86
1986 U 3	80	61 750	11,13	9. 1. 86
1986 U 6	50	62 700	11,39	13. 1. 86
1986 U 2	80	64 350	11,83	3. 1. 86
1986 U 1	100	66 090	12,32	3. 1. 86
1986 U 4	50	69 920	13,41	13. 1. 86
1986 U 5	50	75 100	14,93	13. 1. 86
1985 U 1	160–170	85 980	18,284	30. 12. 85

und  $U_8$  von kaum 20 km bzw. 25 km Durchmesser die einzigen bleiben sollten, die von Voyager gefunden wurden, ahnte damals noch niemand. Sie treten beide in Flankenposition zum Epsilon-Ring, dem äußersten des Gesamtsystems, auf; –  $U_7$  innen und  $U_8$  außen –; doch werden wir auf ihre nicht problemlose Funktion erst in einem späteren Aufsatz eingehender zu sprechen kommen.

Den Abschluß der Entdeckungen neuer Satelliten bildete schließlich – nur noch einen Tag vor der größten Annäherung der Sonde an den Riesenplaneten – die Auffindung eines wieder etwas größeren „Möndchens“ von etwa 50 km Durchmesser, das recht nahe an der Abstandsmarke von 60 000 km den Uranus in etwas weniger als 11 Stunden einmal zu umrunden vermag.

Vergleicht man die tatsächlichen Bahnabstände der zehn neuen Uranusmonde mit den verschiedenen Prognosen, die vor der Voyager-Passage über die Aufenthaltsräume solcher möglicher, noch unbekannter Satelliten im Uranussystem abgegeben wurden, dann kann man feststellen, daß keine Vorhersage völlig richtig war, aber so manche, wie die schon erwähnte Hirtenmondtheorie oder verschiedene Vorhersagen auf der Basis von Resonanzeffekten, konnten Teilerfolge für sich verbuchen. Das gilt auch für die Vorhersage MÖHLMANN'S, der drei Satelliten zwischen dem äußersten Uranusring und der Miranda in den Bahnabständen 61 000, 76 000 und 98 000 km vom Schwerzentrum des Systems aus seiner „Ringzerfallstheorie“ abgeleitet hatte. Tatsächlich sind nun, wie man der Tabelle 1 entnehmen kann, nahe der beiden inneren Bahnen auch Zwergsatelliten gefunden worden, doch die Zwischenräume sind ebenfalls recht dicht mit noch fünf weitere Satelliten besetzt (vgl. Bild 3), während die Außenbahn bei 98 000 km Uranusentfernung zu keinem der Neufunde in Beziehung gesetzt werden kann. Das schließt natürlich nicht aus, daß es vor dem derzeitigen Zustand Ausgangssituationen gegeben hat, wo die Modellvorstellungen der MÖHLMANN'schen Hypothese oder einer der anderen Theorien besser realisiert gewesen sind. Das heißt gleichzeitig, daß zur Zeit kaum Zweifel darüber bestehen, daß das Satellitensystem des Uranus auch nach seiner Hauptformierungsphase vermutlich durch Störungen von außen noch erheblich umgestaltet worden ist. Am meisten im Gespräch ist derzeit die Kollision des Uranus mit einem relativ großen, asteroidenverwandten Körper in der Frühgeschichte seiner Entwicklung, also vielleicht schon vor mehr als 4 Milliarden Jahren, wobei auch die merkwürdige Verkipfung seiner Rotationsachse in die Nähe der Bahnebene des Planeten zustande gekommen sein könnte.

Doch hier ist vieles noch nicht spruchreif. Wir stehen vielmehr erst am Anfang ernstzunehmender Diskussionen; wie auch aus den später folgenden Sondenenergebnissen über die Oberflächenmerkmale der

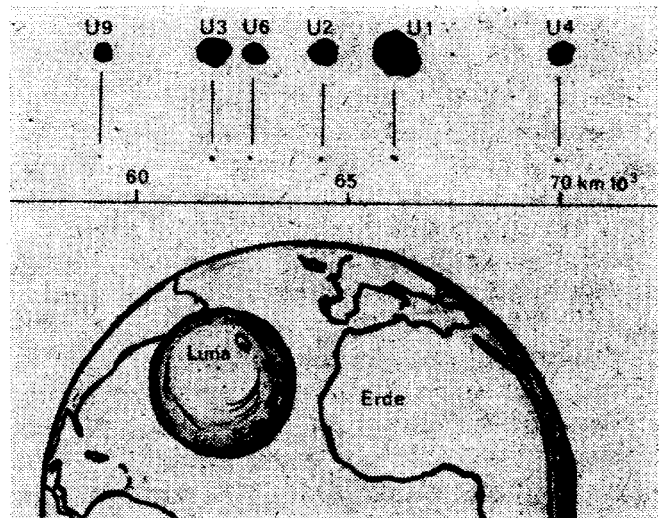


Bild 3:

Am dichtesten häufen sich die Bahnen der neuen Satelliten im Abstandsbereich von etwa 55 000 bis 66 000 km vom Zentrum des Uranus. Im Vergleich zu den Abstandsrelationen und zu Erde und Mond wurden die Zwergsatelliten in der oberen Reihe nochmals zehnfach vergrößert wiedergegeben.

schon länger bekannten fünf größeren Monde hervorgehen dürfte.

Um eine Vorstellung von den ungewöhnlich geringen Bahnabständen des Gros' der neuen Zwergsatelliten zu geben, wurde die Abbildung 3 entworfen. Insgesamt gesehen „streuen“ ja die Bahnen der zehn neuen Satelliten nur über einen Bereich von rund 36 000 km. Noch extremer werden die Verhältnisse, wenn wir die mittleren vier Satelliten allein betrachten. Ganze 4 350 km trennen die Bahnradien der beiden äußeren Mitglieder dieser engen Gruppe. Der geringste Abstand (von  $U_3$  zu  $U_6$ ) liegt sogar bei nur noch 950 km, so daß sich ihre Umlaufzeiten von weniger als 12 Stunden (vgl. Tab. 1) tatsächlich nur um eine knappe halbe Stunde unterscheiden, was bedeutet, daß erst nach 26 Runden der innere Satellit seinen äußeren Nachbarn einmal überholt.

Wenn die Bahnabstände von vier Uranussatelliten, die selbst etwa 50 bis 100 km Durchmesser aufweisen, nicht weiter auseinander liegen, als der Größe Merkurs entspricht, dann sollten sie sich auch gegenseitig stärker gravitativ beeinflussen können. Wir dürfen daher gespannt sein, was uns die Experten in Sachen Störungsrechnungen über die Stabilität und Entwicklungsgeschichte solcher Systeme unter den Bedingungen von Zeiträumen, die nach Hunderten von Jahrtausenden gemessen werden, in Zukunft mitzuteilen haben.

Die Problematik wird übrigens noch dadurch besonders interessant, weil im Abstand von etwa 60 000 bis 70 000 km vom Zentrum des Uranus gerade jene ROCHE'sche Grenze zu finden ist, die größere Satelliten der Dichte um etwa 1,1 bis 1,3 g  $\text{cm}^{-3}$  durch Gezeitenkräfte zu kleineren Körpern zerfallen läßt. Es ist nun fraglich, ob die jetzige „Größe“ oder „Kleinheit“ der neu erkannten Zwergsatelliten schon ausreicht, um diese Kräfte nicht

mehr strukturbestimmend, das heißt weiter zerfallsfördernd, wirksam werden zu lassen.

**3. Strukturmerkmale der fünf großen Uranusmonde**  
Der Begriff „groß“, auf die schon länger bekannten Satelliten des Uranussystems angewendet, ist natürlich ein sehr relativer, vor allem dann, wenn wir diese Himmelskörper mit den Trabanten der übrigen jupiterähnlichen Planeten vergleichen. Dann sind Körper um 1 000 bis 1 500 km nämlich nur noch Mittelklasse-Satelliten, wie sie vor allem im Saturnsystem noch reichlich auftreten.

Für die Planetologen stellte sich vor dem Erhalt der Voyager-Aufnahmen in den letzten Jahren in zunehmendem Maße die Frage, inwieweit solche geringen Körpergrößen in den sonnenfernen Räumen schon ausreichen, um ihre aus chemisch verschiedenen Eisgemischen aufgebauten Oberflächen bereits eine eigene geologische Entwicklung vollziehen zu lassen. Mit anderen Worten heißt das, man war gespannt, ob die als initiale Urkrusten erwarteten, kraterübersäten „Mondlandschaften“ auch im Uranussystem noch nachträglich, vor allem durch thermisch mobilisierte und aus ihrem Innern hervordrängende Massen verändert worden sind.

Um es gleich vorweg zu nehmen – man wurde nicht enttäuscht! Ja, es gab sogar mehr als eine Überraschung, weil der uns von den zahlreichen verwandten Saturnsatelliten her inzwischen geläufig gewordene Formenschatz der Eisreliefs, der für die grundsätzlichen Modellvorstellungen über die Reliefs der Uranussatelliten meist Pate stand, um einige gänzlich unerwartete Strukturbilder bereichert wurde.

Im folgenden werden wir die „großen“ Uranus-satelliten in der Abfolge ihrer Bahnabstände von außen nach innen betrachten, was auch den beobachtbaren Entwicklungsetappen der Reliefmerkmale an den Satellitenoberflächen in ihrem Ablauf bis zu einem gewissen Grade gerechter wird, weil erfahrungsgemäß größere Nähe zum Zentralkörper in einem Satellitensystem auch Zunahme der Krustenveränderungen bedeuten kann und hier sichtbar auch bedeutet hat.

### 3.1. Oberon und Titania im Vergleich

Oberon, der fernste der bisher bekannten Uranus-satelliten, gilt jetzt nicht mehr als der größte des Systems, denn sein Durchmesser von etwa 1 550 km soll nach den neuesten Voyager-Ergebnissen noch um etwa 40 km von seinem inneren Nachbarn, der Titania, übertroffen werden. Damit ist aber der Größenunterschied zwischen beiden Körpern so gering, daß man wohl mit einigem Recht glaubte, auf beiden auch fast die gleichen Oberflächenmorphologien erwarten zu dürfen. Das scheint aber so nicht ganz der Fall zu sein (vgl. Abb. auf Titelseite und auf der 3. Umschlagseite).

Einschränkend müssen wir aber vor den diesbezüglichen und allen weiteren Schlußfolgerungen über

die Leitmerkmale der unterschiedlichen Satellitenreliefs vorausschicken, daß wir selbst durch die Summe der vielen aussagekräftigen Voyager-Bilder nie mehr als etwa 20 bis 30 % der jeweiligen wahren Satellitenoberfläche so beleuchtet vorfinden, daß sie zur Auswertung für unser verallgemeinerndes Urteil herangezogen werden können. Hinzu kommt, daß meist entfernungsbedingt solche Reliefmerkmale, die kleiner als 5 bis 10 km sind, selbst auf den besten Bildern überhaupt noch nicht wahrgenommen werden können, so daß unsere Aussagen zum großen Teil nur als vorläufige einzuschätzen sind.

Im Falle des Vergleichs der uranusfernsten Satelliten lassen nun besonders die Aufnahmen des Oberon, weil sich die Sonde ihm nur bis auf knapp 500 000 km nähern konnte, wegen ihrer Detailarmut noch viele Wünsche offen (vgl. Abb. Umschlagseite). Die relativ beste Aufnahme, ein Farbbild, das aus 660 000 km Abstand gewonnen wurde, weist nur eine Auflösung bis zu 12-km-Objekten auf. Was man dennoch eindeutig sehen kann, sind zahlreiche, von hellen Eismassen als Auswurf umsäumte Einschlagkrater, die weit über 100 km Durchmesser haben können, und wie sie noch zahlreicher und besser auf der Titania zu erkennen sind. In seinen Grundzügen erinnert der Typ dieser wohl sehr alten Kraterlandschaften beider Satelliten an die verwandten Strukturen der Oberfläche des großen Jupitermondes Kallisto, während die helleren Einschlagkrater bei den viel masseähnlicheren Saturnmonden merkwürdigerweise kaum in Erscheinung treten.

Als Besonderheit ließ sich auf Oberon ein kegelförmiger Berg von etwa 20 km Eigenrelieffhöhe nahe der Peripherie, und damit nahe seinem Äquatorgürtel, erkennen. Durch die starke spezifische Verkippung der Rotationsachse des Uranus bei umgekehrt sehr guter Einregelung seiner Satellitenbahnen in die Rotationsebene des Planeten, weist ja bekanntlich in den Jahren 1985/86 gerade der Südpol aller größeren Himmelskörper dieses Systems fast genau zur Sonne. Also sind – für uns ungewohnt – grundsätzlich auf allen Satellitenaufnahmen jeweils die durch langen Schattenwurf in der Nähe des Terminators besonders plastisch erkennbaren Reliefformen immer solche seiner äquatornahen Regionen.

Dies ist besonders gut auf der Titania-Aufnahme zu erkennen, die wie das Bild eines Satelliten im „Halbmondstadium“ wirkt, wobei sich aber hier der Terminator auf der Satellitenoberfläche keineswegs schon im Laufe der nächsten Monate in Richtung zur Tag- oder Nachtseite weiter verlagern wird. Eine solche Verschiebung der Satellitenoberfläche annähernd senkrecht zur Tag- und Nachtgrenze findet pro Umlauf im Rahmen eines Uranusjahres nur etwa im Abstand von 42 irdischen Jahren statt.

Da wir nun gerade zu dieser „Kantenstellung“ der Uranussatellitenbahnen, bezogen auf die Blickrichtung aus der Position der Sonne, sozusagen „Halbzeit“ haben, kann sich dies aber erst wieder um die Jahre 2005 bis 2006 in mehr oder weniger idealer Form vollziehen.

Was uns unter den gegenwärtigen, weniger veränderlichen Beleuchtungsbedingungen auf der Titania besonders ins Auge fällt, sind die zahlreichen großen und Hunderte von Kilometern langen Grabenstrukturen, die anzeigen, daß die Titaniakruste, global unter Streß stehend, vor langer Zeit eine gewisse Dehnung erfahren haben muß. Deutlich sind zwei Hauptrichtungen in diesem globalen Zerspaltungsmuster auszumachen, die annähernd diagonal zum Äquator der Titania verlaufen. Der größte Graben läuft fast über die Bildmitte der besten Titania-Aufnahme (vgl. Abb. 3. Umschlagseite). Er läßt sich auf über 1 000 km Länge verfolgen und wird lokal 50 bis 70 km breit.

Unter den Einschlagkratern erscheint im einsehbareren Viertel der Titania in der Nähe des Terminators eine besonders große Form. Ihr Außenring läßt einen Durchmesser von ungefähr 300 km erkennen. Die größten, durch helle Eisüberzüge nur schwer erkennbaren Krater auf Oberon sind kaum kleiner und weisen eine weitere Besonderheit auf, die in dieser Form noch auf keinem weiteren Uranussatelliten beobachtet werden konnte. Es handelt sich um die Ausfüllung ihres tieferen Kraterbodens mit einem dunklen Material noch unbekannter chemischer Zusammensetzung, das in starkem Kontrast steht zu den sonst im allgemeinen auf allen Satelliten örtlich vorhandenen, hellen Auswurfmassen vor allem in der Nähe der jüngeren Krater.

Von der Voyager-Sonde konnten zur Chemie und Mineralogie der Uranusmonde nur wenige neue Fakten beigetragen werden. Doch war immerhin durch die Analyse der Reflexionsspektren der großen Satelliten im infraroten Bereich bereits von der Erde aus nachweisbar gewesen, daß  $H_2O$  als Eis ihre Hauptbaustoffsubstanz sein muß – wahrscheinlich unter Beimengung von weiteren etwa 20 % sehr leichtflüchtigen Komponenten wie Methan, Ammoniak, aber auch von Kohlenmonoxid oder -dioxid. Ferner ist grundsätzlich noch eine dunkle, meteoritisch-silikatische Komponente beigemischt – vermutet wird eine Größenordnung um 30 % –, die im Innern der Satelliten eventuell sogar noch stärker angereichert vorliegt. So läßt sich nämlich das mittlere spezifische Gewicht dieser Satelliten, welches außer der etwas dichteren Miranda bei den vier übrigen großen Monden nahe 1,5 liegen soll, am besten erklären.

Als Faustregel gilt vorläufig, daß man die Uranussatelliten als primär sonnenfern entstandene Himmelskörper anzusehen hat, die etwa zur Hälfte aus Eisarten und zur anderen Hälfte aus kohlig-chondritischer Meteoritensubstanz bestehen.

Für den Chemismus der dunklen Kraterböden auf Oberon steht allerdings auch noch sehr ernstzunehmend zur Diskussion, daß es sich hier um organisches Material handeln könnte, eventuell um Azetylenpolymere, die z. B. über mehrere Reaktionsstufen als Zersetzungsprodukte einer Methanfraktion aus dem Eis des Satelliten hervorgegangen sein könnten.

Anschrift des Verfassers:  
Doz. Dr. MANFRED REICHSTEIN  
Martin-Luther-Universität  
Sektion Geographie  
Domstraße 5  
Halle  
DDR - 4020

Helmut Bernhard

## Zur Erörterung kosmischer Entwicklungsprozesse

Der Beitrag erläutert auf der Grundlage des neuen Lehrplans (s. „Astronomie in der Schule“ Heft 2/1986) inhaltliche Schwerpunkte zur unterrichtlichen Behandlung von Entwicklungsprozessen im Weltall.

Das Studium kosmischer Entwicklungsprozesse und damit verbundener Gesetzmäßigkeiten ist heute ein wesentlicher Gegenstand astronomischer Forschungen. Nach unseren gegenwärtigen Erkenntnissen vollziehen sich solche Prozesse auf verschiedenen Strukturebenen des Weltalls. Die Wissenschaft unterscheidet vor allem zwischen der Evolution der Metagalaxis, dem Werdegang der Galaxien, der Sternentstehung und -entwicklung sowie der Entstehung und Entwicklung von Planeten und ihrer Satelliten (1).

Wissen über Entwicklungsprozesse in Natur und Gesellschaft ist vor allem wegen seiner weltanschaulichen Relevanz fester Bestandteil der sozialistischen Allgemeinbildung. Deshalb vermittelt der Astronomieunterricht Wissen über die kosmische Evolution. Seit längerer Zeit besitzt die astronomische Wissenschaft relativ umfassende Kenntnisse über die Sternentwicklung. Aus diesem Grunde eignen sich die Schüler Grundkenntnisse über ausgewählte Sachverhalte zur Entstehung und Entwicklung der Sterne an.

In den letzten Jahren erweiterten sich durch das wechselseitige Zusammenwirken verschiedener naturwissenschaftlicher Disziplinen die theoretischen Erkenntnisse über Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis bedeutend. Außerdem ergänzte und präzisierete der Einsatz der Raumfahrttechnik in der astronomischen Forschung unser Wissen über die Objekte des Sonnensystems, wodurch auch die Vorstellungen über seine Entstehung beträchtlich erweitert wurden (1).

Zahlreiche von der Fachwissenschaft gewonnene neuere Erkenntnisse über die Evolution im Weltall

sind für die Allgemeinbildung, für das wissenschaftliche Weltbild der Schüler wesentlich. Deshalb wurden in den neuen Lehrplan weitere Inhalte über die Entwicklung im Kosmos aufgenommen. Dazu gehören Sachverhalte über die Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems und über Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis (2). Die Behandlung der Evolutionsprozesse in der Natur ist ein wichtiges Anliegen der weltanschaulichen Bildung und Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dabei ergänzen sich die Fächer Biologie und Astronomie. Während in der 10. Klasse der Biologieunterricht die Evolution in der lebenden Natur behandelt, erörtert der Astronomieunterricht die Entwicklung in der unbelebten Natur.

#### **Zur Entstehung und Entwicklung der Sterne**

Nach dem neuen Lehrplan (Stoffeinheit 3.2. „Die Sterne“) werden im Astronomieunterricht gegenüber dem bisherigen Lehrplan ausgewählte Sachverhalte der Sternevolution mit einer veränderten Anordnung erörtert. Zunächst erwerben die Schüler Vorstellungen über die Sternentstehung. Anschließend wird Wissen über wichtige Stadien der Sternentwicklung und dabei ablaufende physikalische Prozesse vermittelt. Diese Betrachtungen sollen den Schülern auch verdeutlichen, daß unsere gegenwärtigen Erkenntnisse über die Sternentwicklung Ergebnis eines historischen Werdegangs sind, wobei auf die Entwicklungsvorstellungen von KANT und HERSCHEL einzugehen ist. Den Schülern soll bewußt werden, daß KANT von der Annahme ausging, daß sich alle Himmelskörper in einem natürlichen Prozeß durch das Wirken des Gravitationsgesetzes aus einem rotierenden Gas-Staub-Nebel entwickeln. HERSCHEL postulierte, daß die Sterne nicht gleichzeitig entstanden sind. Aus dem räumlichen Nebeneinander von Sternen unterschiedlichen Alters läßt sich auf ein zeitliches Hintereinander, und damit auf die Entwicklung schließen, die alle Sterne durchlaufen.

Die Schüler sollen erkennen, daß sich das HRD als Entwicklungsdiagramm interpretieren läßt. Ihnen soll bewußt werden, daß die Sternentwicklung im Spätstadium wesentlich von der vorhandenen Restmasse des Sterns abhängt. Weiße Zwerge sind nur eine mögliche Erscheinungsform dieses Stadiums. Am Beispiel der Sonne sollen die Schüler die Entstehung und Entwicklung eines Sterns beschreiben können. Die genannten Betrachtungen festigen die Einsicht: *Alle Sterne durchlaufen eine Entwicklung.*

#### **Zur Entstehung des Sonnensystems**

An die Erörterung der Sternentwicklung (Stoffeinheit 3.2. „Die Sterne“) schließen sich Betrachtungen zur Entstehung unseres Sonnensystems an (2). Damit folgt der Lehrplanaufbau der wissenschaftlichen Erkenntnis, daß Sonne und planetare Körper gemeinsam entstanden. Die Schüler erwerben elementare Kenntnisse über gegenwärtige Vorstel-

lungen von der Entstehung des Sonnensystems. Dabei sind ihnen auch die Schwierigkeiten dieser Forschungen zu verdeutlichen, da wir für unser Sonnensystem, in dem wir leben, keine Vergleichsmöglichkeiten besitzen.

Grundlagen für die Betrachtungen sind die erworbenen Kenntnisse über die Sonne, die Physik der Sterne und die Sternentwicklung. Darauf aufbauend erhalten die Schüler Einblick in wesentliche Prozesse, die zur Bildung des Sonnensystems führten. Ihnen soll bewußt werden, daß Sonne und planetare Körper durch das Wirken des Gravitationsgesetzes aus einem rotierenden Gas-Staub-Nebel entstanden, wobei die chemische Zusammensetzung der Urplaneten von der Temperatur und der Strahlung der Sonne abhing. Die Schüler erfahren von wesentlichen Entwicklungsphasen der erdartigen Planeten, wozu auch die Entstehung ihrer Uratmosphären gehört. Am Beispiel der Erde wird auf die individuelle Entwicklung der Planeten eingegangen und dabei herausgearbeitet, wie der Mensch durch seine zielgerichtete Tätigkeit die Biosphäre der Erde verändert und welche Verantwortung er für die Erhaltung unseres Planeten trägt. Die Behandlung der genannten Fragen festigt bei den Schülern die Einsicht: *Die Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper des Sonnensystems unterliegt dem Wirken von Naturgesetzen.*

#### **Zu Entwicklungsprozessen in der Metagalaxis**

In den letzten Stunden des Astronomieunterrichts (Stoffeinheit 3.3. „Sternsysteme und Metagalaxis“) erhalten die Schüler Einblick in die Struktur der Galaxis und erwerben Kenntnisse über die Existenz anderer Sternsysteme (2). Sie erfahren, daß im überschaubaren Teil des Weltalls eine Vielzahl von Galaxien existiert, die sehr ungleichmäßig verteilt sind. Die meisten Galaxien gehören Gruppen, sogenannten Galaxienhaufen, an. Bei diesen Betrachtungen soll den Schülern bewußt werden, daß die Größe des gegenwärtig beobachtbaren Teils des Weltalls vor allem von der zur Verfügung stehenden Beobachtungstechnik abhängt. Damit festigt sich ihre Einsicht, daß die jeweilige räumliche Beobachtungsgrenze nicht mit der Grenze des Weltalls identisch ist und daß mit der Entwicklung der Beobachtungstechnik die Astronomen immer größere kosmische Raumbereiche erfassen. Die Schüler werden informiert, daß der beobachtbare Bereich des Weltalls, mit den in ihm existierenden Sternsystemen einschließlich des Milchstraßensystems als *Metagalaxis* bezeichnet wird.

Der Unterricht vermittelt Kenntnisse über wesentliche Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis. Die Schüler erfahren, daß um 1930 der Astronom HUBBLE die „Flucht“ der Galaxien – auch Expansion der Metagalaxis genannt – entdeckte. Auf eine genaue Erläuterung der Methoden, die zu



dieser Erkenntnis führten, geht der Astronomieunterricht nicht ein, weil die Schüler nicht über die zu einem Verständnis der Grundlagen erforderlichen physikalischen Kenntnisse verfügen. Jedoch soll den Schülern an Hand von Spektren verschiedener Galaxien erläutert werden, woraus auf die „Flucht“ der Galaxien geschlossen werden kann. Bei der Erörterung der *Expansion der Metagalaxis* muß den Schülern unbedingt klar werden, daß dieser Vorgang ein *wesentliches Merkmal der kosmischen Entwicklung* ist. Aus der beobachteten Fluchtbewegung der Galaxien ergibt sich jedoch keine Mittelpunktstellung des Milchstraßensystems. Jeder Beobachter in einem anderen Sternsystem könnte diese Erscheinung ebenfalls wahrnehmen. Den Schülern wird mitgeteilt, daß sich der Zeitpunkt des Expansionsbeginns berechnen läßt. Vor etwa 18 Milliarden Jahren begann diese großräumige Bewegung explosionsartig. Deshalb wird der Expansionsbeginn oft als „Urknall“ bezeichnet. Die Schüler sollen erkennen, daß der „Urknall“ kein zeitlicher Anfang des Weltalls ist, sondern eine neue Phase der kosmischen Entwicklung einleitete. Sie erfahren, daß wir durch das Zusammenwirken der Astronomie mit anderen Naturwissenschaften heute Kenntnisse über den Zustand und die Entwicklung der Metagalaxis wenige Augenblicke nach dem „Urknall“ besitzen. Zu dieser Zeit hatte die Metagalaxis eine extreme Dichte und sehr hohe Temperaturen und sandte eine energiereiche Strahlung aus. Es werden Zeugnisse genannt, die die Astronomen über die heiße Frühphase der Metagalaxis besitzen. Mit radioastronomischen Instrumenten entdeckte man eine Strahlung mit einer Temperatur von etwa 3 Kelvin, die aus allen Richtungen des Weltalls auf die Erde einfällt. Sie wird als Rest des heißen Anfangszustandes der Metagalaxis gedeutet und 3-Kelvin-Strahlung genannt. An diesem Beispiel soll den Schülern erneut bewußt werden, daß die Theorie Grundlage für astronomische Beobachtungen ist und daß Beobachtungsergebnisse zur weiteren Bestätigung der Theorie beitragen.

Anschließend geht der Astronomieunterricht auf einige wichtige Entwicklungsprozesse in der Metagalaxis ein. Mit Expansionsbeginn nahmen Dichte und Temperatur der Metagalaxis rasch ab. Vor etwa 15 Milliarden Jahren bildeten sich die ältesten Galaxien und Sterne. Vor rund 4,6 Milliarden Jahren entstand das Sonnensystem. Vor 3,6 Milliarden Jahren gab es erstes Leben auf der Erde und vor etwa 2,5 Millionen Jahren begann die Menschwerdung. Mit der Erörterung der genannten Fakten wird das Wissen der Schüler über die Entstehung und Entwicklung der Sterne und über die Herausbildung des Sonnensystems mit der Entwicklungsgeschichte der Metagalaxis in Zusammenhang gebracht.

Abschließend soll im Astronomieunterricht auf

einige durch die astronomische Forschung noch nicht gelöste Probleme hingewiesen werden. Die Wissenschaft ist gegenwärtig noch nicht in der Lage, Aussagen über den Zustand und die Entwicklung der Metagalaxis vor dem und zum Zeitpunkt des „Urknalls“ zu machen. Wir wissen auch noch nicht, ob die Expansion der Metagalaxis von ewiger Dauer ist oder ob es nach endlicher Dauer eine Umkehr zur Kontraktion gibt. Diese und andere offene Fragen wirken als Triebkraft für den weiteren wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt.

Im Ergebnis der unterrichtlichen Behandlung der Sternentwicklung, der Entstehung des Sonnensystems und von Entwicklungsprozessen in der Metagalaxis sollen die Schüler zu folgenden erzieherisch wertvollen Einsichten gelangen: *Alle kosmischen Objekte sind Produkte einer gesetzmäßigen Entwicklung. Das Weltall ist ewig; es hat weder Anfang noch Ende in der Zeit und ist räumlich unbegrenzt. In ihm vollziehen sich ständig Entwicklungsprozesse, die für die Wissenschaft wegen der objektiv – vom Menschen unabhängig – wirkenden Naturgesetze erkennbar sind.* Die Herausbildung dieser Einsichten vertieft und festigt bei den Schülern die weltanschauliche Überzeugung von der *Entwicklung und Erkennbarkeit der Welt.*

#### Literatur:

- (1) SCHMIDT, K.-H.: *Evolution im Kosmos*. URANIA im Funk – Vortrag vom 4. 1. 1984.
- (2) *Lehrplan Astronomie Klasse 10* (gültig ab 1. 9. 1987). In: *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 2, S. 31.

Anschrift des Verfassers:

OSTr Dr. HELMUT BERNHARD  
Postfach 440  
Bautzen  
DDR - 8600

Frank Geißler

## Zur Koordinierung von fakultativen und obligatorischen Astronomieunterricht

In seinem Vortrag „35 Jahre DDR – 25 Jahre Astronomieunterricht“ auf dem IV. Erfahrungsaustausch zur Methodik des Astronomieunterrichts im Herbst 1984 in Bautzen stellte MANFRED SCHUKOWSKI zum fakultativen und obligatorischen Astronomieunterricht u. a. fest:

„Der Dialektik von Einheitlichkeit und Differenziertheit ist in pädagogisch-psychologisch-methodischer Hinsicht sowohl im obligatorischen Unterricht wie im fakultativen Kurs zu entsprechen, und außerdem sieht sich eine Reihe von Astronomielehrern der Aufgabe gegenüber, eine Anzahl von Schülern, die

mit umfangreichen astronomischen Kenntnissen aus dem fakultativen Kurs Astronomie und Raumfahrt aus Klasse 9 kommen und den fakultativen neben dem obligatorischen Unterricht in Klasse 10 fortsetzen, zu ihrem und aller Schüler Nutzen in den obligatorischen Unterricht zu integrieren.“ (1) Dieses Problem sah ich als Astronomielehrer auf mich zukommen, als ich 1982 die Arbeit am Grundkurs der damaligen AGR „Astronomie und Raumfahrt“ erstmals begann. In meiner vorbereitenden Planungsarbeit verschaffte ich mir deshalb zunächst einen Überblick über die Inhalte und wesentlichen Schüleraktivitäten des Grundkurses und stellte deren Beziehungen zum obligatorischen

Astronomieunterricht fest (s. Tabelle 1). In diese Übersicht arbeitete ich einige wenige Inhalte und Schüleraktivitäten aus den Wahlkursen I und II ein, da ich mich nach Aussprache mit meinen Schülern für die Behandlung des III. Wahlkurses während des 10. Schuljahres entschied.

Vor allem nahm ich aus dem Wahlkurs II die Inhalte zur Raketentechnik (Abschnitt 5.1.) auf, da mit ihnen ein enger Bezug zum Physikunterricht der Klasse 9 gegeben war und bei den Schülern dafür großes Interesse vorlag. Aus meiner Planungsübersicht – und das bestätigte sich nach Abschluß des Grundkurses am Ende der Klasse 9 – ergab sich, daß die Kursteilnehmer mit Beginn des

Tabelle 1

**Planung des Grundkurses (Auszug):**

Inhalt	Schüleraktivitäten	Beziehungen zum Astronomieunterricht	Erziehung
1. Die Entwicklung der Astronomie ● Entstehung der Astronomie (praktische Bedürfnisse; Sternreligionen) ● Astronomische Beobachtungen im Altertum ● Nutzung der Ergebnisse für Zeitbestimmung und Kalender (Navigation, Vorhersagen von Ereignissen, Mißbrauch astronomischer Kenntnisse) ● Wesentliche Entwicklungsetappen (ideologische Auseinandersetzungen) der Astronomie ● Bedeutung und Perspektiven der astronomischen Forschung in der Gegenwart ● Natürliche Bedingungen der astr. Forschung (Erde als Beobachtungsort, Erdatmosphäre und deren Strahlungsdurchlässigkeit, Refraktion, Szintillation, Extinktion) ● Bewegungen der Erde, Zeitbestimmung und Kalender (1.2. Wahlkurs II) ● Scheinbare tägliche Bewegung der Sonne von Ost nach West (1.2. Wahlkurs II)	● Diskussion der gesellschaftlichen Ursachen des Aberglaubens (Nährboden für Astrologie in kap. Ländern noch heute) ● Beobachten der sich verändernden Orte des Sonnenaufgangs und Sonnenuntergangs sowie der scheinbaren tägl. Sonnenbahn A(L) (1.2. Wahlkurs II) ● Bauen von (einfachen) Sonnenuhren (1.2. Wahlkurs II)	1.1.1. Das Interesse der Menschen an Erscheinungen und Vorgängen am Himmel in Vergangenheit und Gegenwart 1.5. Die Entwicklung der Vorstellungen über das Planetensystem 1.3.3. Die Entwicklung unserer Kenntnisse über den Mond 1.2.1. Die Erde und der erdnahe Raum	● Verbindung von Astronomie und Götterglaube als eine Triebkraft für Entstehung und Entwicklung der Astronomie ● Astrologie ist heute eine Flucht aus der gesellschaftlichen Verantwortung. Sie wird in kap. Ländern bewußt gefördert. ● Achtung vor den Leistungen der Astronomen des Altertums (Ausdauer, Sorgfalt) ● Erkenntnisfortschritt in der Astronomie wie in allen Wissenschaften an gesellschaftlichen und technischen Fortschritt gebunden ● Wesentliche astronomische Erkenntnisse sind Gegenstand ideologischer Auseinandersetzungen ● Astronomische Forschung ist für die Erde (die Menschen) ● Erdatmosphäre ist lebensnotwendiger Schutzmantel (Notwendigkeit ihrer Reinhaltung) ● Erkennbarkeit der Welt (Vordringen vom Schein zu den Ursachen nötig und möglich) ● Erziehung zu Sorgfalt und Genauigkeit

A ... Beobachtung mit dem Auge (ohne opt. Hilfsmittel)  
 L ... langfristige Arbeit

obligatorischen Unterrichts in Astronomie über systematisches und zum großen Teil sicheres Wissen aus folgenden Sachgebieten verfügen:

1. *Entstehung und Entwicklung der Astronomie*  
(Ziele und Aufgaben der Astronomie; Sternreligionen – Astrologie; Mißbrauch astronomischer Kenntnisse; historische Entwicklungsetappen der Astronomie und astronomische Erkenntnisse als Gegenstand harter ideologischer Klassenauseinandersetzungen)
2. *Bewegungen der Erde und Aufbau der Erdatmosphäre*  
(– scheinbare tägliche Bewegung: der Himmelskörper, Bewegung der Sonne durch die Tierkreissternbilder im Jahr; Erdatmosphäre als Forschungshindernis)
3. *Astronomische Beobachtungsgeräte*  
(genaue Kenntnisse von Aufbau, Wirkungsweise und Handhabung des Fernrohrs; Führung eines Beobachtungsprotokolls)
4. *Umfangreiche Kenntnisse über Sternbilder, Horizontsystem und drehbare Schülersternkarte*  
(Handhabung)
5. *Kenntnisse über Grundzüge der Raketentechnik, Typen von Raumflugkörpern, Etappen der Entwicklung der Raumfahrt, Kenntnisse über bedeutende Raumflugunternehmen*

Zu diesem systematischen Wissen kommen noch eine Reihe von Einzelkenntnissen über Sonne, Mond, Planeten, Kometen, Meteorite, Sterne, Sternhaufen, Nebel und Sternsysteme.

Die genannten Vorkenntnisse sollte der Astronomielehrer im obligatorischen Unterricht bei den Kursteilnehmern in Rechnung stellen und „zu ihrem und aller Schüler Nutzen“ verwerten. Zur Arbeit mit den Kursteilnehmern vertrete ich folgende Positionen:

1. Die erneute Behandlung von Inhalten des fakultativen Kurses im obligatorischen Unterricht ist den Kursteilnehmern aus Gründen der Wiederholung und Festigung durchaus zuzumuten.
2. Da die Vorkenntnisse weitgehend mit dem Inhalt der ersten 5 Astronomiestunden übereinstimmen, sollten die Kursteilnehmer im Astronomieunterricht nicht durch einfalllose Neubehandlung gelangweilt werden.
3. Auch wenn am gleichen Unterrichtsgegenstand gearbeitet wird, muß es noch lange nicht dasselbe sein.

Die letzte Position möchte ich am Beispiel der ersten Astronomiestunde im Vergleich zur Einführung in den fakultativen Kurs erläutern. Wurde die Entstehung der Astronomie auf Grund praktischer Bedürfnisse für Ackerbau, Viehzucht und Seefahrt am Beispiel des alten Babylon im fakultativen Kurs diskutiert, so geschah dies in der ersten Stunde des obligatorischen Astronomieunterrichts an Beispielen aus dem alten Ägypten (heliakischer Aufgang des Sirius kündigt Nilüberschwemmungen an). Ent-

sprechend verfuhr ich bei der Erläuterung der Verbindung von Astronomie und Götterglauben. Im fakultativen Kurs standen da Beispiele aus der babylonischen und teilweise auch der griechischen Kultur zur Diskussion und in der ersten Astronomiestunde wurde dieser Sachverhalt einschließlich des Mißbrauchs astronomischer Kenntnisse durch den Vortrag der Schilderung einer Sonnenfinsternis aus dem Roman „Pharao“ eindrucksvoll und effektiv erarbeitet (2; 693–694).

In den nach dieser Einführung folgenden Stunden forderte ich meine Kursteilnehmer bei der Vorbereitung und Gestaltung des Unterrichts sowie der Beobachtungen unter Berücksichtigung ihres Wissens und Könnens sowie ihrer individuellen Stärken. Im einzelnen geschah das in folgenden Formen:

1. Die Kursteilnehmer arbeiteten als Assistenten bei der Gestaltung und effektiven Durchführung der Beobachtungsabende. Sie bauten die Beobachtungsstände mit auf und betreuten sie.
2. Die Kursteilnehmer arbeiteten als Helfer und Berater ihrer Klassenkameraden bei selbständigen Beobachtungen zu Hause. Für eine engere Verknüpfung von Wissensvermittlung und Beobachtungen sind häusliche Beobachtungen der Schüler in hoher Qualität notwendig und die Nutzung gerade dieser Fertigkeiten der Kursteilnehmer ist sehr zu empfehlen. In meinem Unterricht geschah das beispielsweise bei einer Beobachtungsreihe der Mondphasen. Die Schüler hatten eine Woche lang zur gleichen Tageszeit (abends 19 Uhr) den Mond in seiner jeweiligen Phase zu beobachten und das Ergebnis in eine Zeichnung mit angedeutetem natürlichem Horizont einzutragen.
3. Die Kursteilnehmer arbeiteten als Helfer des Astronomielehrers im Unterricht oder bei der Vorbereitung des Unterrichts. Diese Form der Arbeit mit den Teilnehmern des fakultativen Kurses nutze ich z. B. beim Vergleichen von Hausaufgaben, beim Vergleichen zeichnerischer Aufgaben (während des Unterrichts Beschriftung von Sternbildern, heller Sterne und anderer Orientierungshilfen in unbeschrifteten Sternkarten u. a.), beim Transport und der sachgemäßen Aufstellung von Unterrichtsmitteln und beim Aufbau von Experimenten.
4. Die Kursteilnehmer berichteten an geeigneten Stellen des Unterrichts über ihre Arbeit und halfen durch Vorstellung ihrer Ergebnisse, Lehrstoff abzuarbeiten. Ein Teilnehmer des fakultativen Kurses sprach in meinem Astronomieunterricht z. B. über die Rotation der Erde und belegte mit eigenen Sternspurenaufnahmen, wie sich dies bei Beobachtung des Himmels widerspiegelt.
5. Da ich in beiden 10. Klassen über genügend (5 bzw. 4) Kursteilnehmer verfügte, setzte ich sie nach der Einführung der drehbaren Schülersternkarte als Übungsgruppenleiter für dieses wichtige Arbeitsmittel während des Unterrichts ein. So

Tabelle 2

Grobplanung der Stoffabfolge im 3. Wahlkurs bei Anschluß an den obligatorischen Astronomieunterricht:

Zeit	Inhalt (Stoffkomplexe)	Anschluß zum Astronomieunterricht	langfristige Aufgaben Beobachtungen/Bemerkungen
1. und 2. Woche	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Wiederholung</li> <li>● Besprechen der Planung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vorbereitung auf besondere Aufgaben im Astronomieunterricht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pflegearbeiten an den Beobachtungsgeräten und Unterrichtsmitteln</li> </ul>
3. bis 6. Woche	Physik der Erde und des erdnahen Raumes (2. Wahlkurs III) →	1.2.1. Die Erde und der erdnahe Raum	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Beginn der Materialsammlung zum Sonnensystem (langfristige Arbeit, die im 1. Lehrgang begonnen wurde und im neuen Schuljahr fortgesetzt wird)</li> <li>● Sternfeldaufnahmen F, Ph</li> </ul>
7. bis 10. Woche	Physik des Erdmondes (3./III) →	1.3.1. Der Mond als Begleiter der Erde	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bestimmen des Mondradius mit Fadenkreuz F (L)</li> <li>● Beobachten einer Sternbedeckung bzw. Planetenbedeckung F (L)</li> <li>● Beobachtung und Fotografie der Mondoberfläche (bei verschiedenen Phasen) F, Ph (L)</li> </ul>
11. bis 16. Woche	Physik der Planeten und der nat. Kleinkörper des Sonnensystems (4./III) Teil 1 →	1.4.1. Die Planetenbewegung und das Planetensystem (2. Stunde)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Beobachtung innerer und äußerer Planeten F (L)</li> </ul>
	→	1.4.3. Natürliche Kleinkörper im Planetensystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Beobachtung von Kometen, Meteoriten und (oder) Planetoiden F, A, Ph (L)</li> </ul>
17. bis 23. Woche	Physik der Sonne (1.1. und 1.2./III) →	2.1.1. Die Sonne und ihre Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bestimmen des Radius der Sonne mit Kreuz auf dem Projektionsschirm F</li> <li>● Beobachtung und Registrierung von Sonnenflecken F (L)</li> <li>● Beobachtung von Sternen und Doppelsternen mit auffälligen Farbunterschieden (Spektren) F</li> </ul>
24. bis Schluß	Physik der Planeten und der nat. Kleinkörper (4./III) Teil 2		Zusammenstellung der Mondbildserie
	Möglichkeiten der Kontaktaufnahme mit extraterrestrischen Zivilisationen (4./II) →	2.4.2. Unsere Vorstellungen vom Weltall	Auswertung der Materialsammlung und Eintragung ins vorliegende Material
			Abschluß der Sonnenfleckenbeobachtung und Zusammenstellung des Materials

Ph . . . fotografische Beobachtung  
F . . . Fernrohrbeobachtung

konnten durch die Arbeit in kleinen Gruppen schneller Fehler erkannt und überwunden werden. Voraussetzung für eine solche Arbeitsform ist natürlich auch eine entsprechende Unterrichtsatmosphäre.

6. Die Kursteilnehmer sprachen im Astronomieunterricht zur Einführung, Vermittlung, Aktualisierung und informativen Erweiterung des Unterrichtsstoffs. Wie schon berichtet, sollten die Kursteilnehmer, gestützt auf ihre Vorkenntnisse, ausgewählte Themen in vorbereiteten Kurzvorträgen behandeln und so ihren Klassenkameraden Kenntnisse vermitteln und selbst tiefer in das astronomische Wissen eindringen, Zusammenhänge herstellen und schließlich ihr sprachliches Ausdrucksvermögen

schulen. Zu Beginn der Unterrichtsstunde „Einführung in die Beobachtung“ ließ ich einen Teilnehmer des fakultativen Kurses unter Verwendung von Dias (Selbstausswahl und Rücksprache mit dem Lehrer) über die Entwicklung astronomischer Beobachtungsgeräte und bedeutende Sternwarten sprechen. Aktuelle astronomische Kurzinformativen, die eine Beziehung zum Unterrichtsstoff haben, tragen die Kursteilnehmer regelmäßig vor und motivierten bzw. erweiterten so die Behandlung des Lehrstoffs. Darüber hinaus erwarte ich von meinen Kursteilnehmern auch Information ihrer Klassenkameraden außerhalb des Unterrichts im aktuellen täglichen Gespräch.

7. Für alle Schüler der Schule – besonders natür-

lich für die 10. Klassen – gestaltet der fakultative Kurs „Astronomie und Raumfahrt“ an unserer Schule regelmäßig Wandzeitungen und Aushänge. Darin wird auf aktuelle astronomische bzw. astronautische Ereignisse, aber auch auf Grundfragen bzw. einzelne Himmelskörper gründlicher eingegangen. Beispiele dafür sind eine Wandzeitung zu Methoden und Ergebnissen der Himmelsfotografie, ein Aushang mit Anleitung zur Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 30. Mai 1984, dem ein weiterer mit den Ergebnissen der Beobachtung durch die Kursteilnehmer folgte und derzeit ein Aushang über die Geschichte der Suche nach Planeten bei anderen Sternen einschließlich einer Beurteilung der bisherigen Ergebnisse.

Neben einer Berücksichtigung der Vorkenntnisse der Kursteilnehmer im obligatorischen Unterricht halte ich eine gute Koordinierung der parallel laufenden Arbeit in Klasse 10 für sehr wesentlich. Ich stehe auf dem Standpunkt, daß fakultativer und obligatorischer Astronomieunterricht sich wechselseitig ergänzen müssen und zu einer gewissen Einheit für den Kursteilnehmer zusammenfließen sollten. Für optimal (wenn auch nicht unbedingt nötig) halte ich es, wenn fakultativer und obligatorischer Unterricht im wesentlichen an gleichen Inhalten arbeiten, wenn das im Unterricht erworbene Wissen im fakultativen Kurs ergänzt, vertieft und gefestigt wird und Beobachtungsergebnisse bzw. aufgeworfene Probleme aus dem Kurs zur Motivation aller Schüler die Behandlung manchen Unterrichtsstoffes einleiten. Gute Ansätze zur Realisierung dieses Ausspruchs bietet der 3. Wahlkurs. Bei der Abarbeitung der Inhalte in der Reihenfolge des Rahmenprogramms während meines ersten Lehrganges gelang mir dies allerdings nicht. Die Abhandlung der Sonne am Anfang des Wahlkurses bescherte den Kursteilnehmern den Inhalt weiterer 3 Astronomiestunden im voraus und brachte mich bei der weiteren Behandlung der Körper des Sonnensystems etwa 3 bis 4 Wochen hinter den obligatorischen Unterricht. Aus diesen Gründen habe ich mit meinem 2. Lehrgang eine andere Abfolge der Inhalte des 3. Wahlkurses gewählt, die in der ersten Grobplanung wie folgt aussieht: (s. Tabelle 2).

Dabei wurde im fakultativen Kurs mit dem jeweiligen Stoffkomplex unmittelbar nach der aufgeführten Astronomiestunde begonnen. Durch die veränderte Abfolge der Inhalte sind auch Detailänderungen am 3. Wahlkurs nötig, die hier nicht diskutiert werden sollen, aber möglich sind.

Den Abschluß des 2jährigen fakultativen Kurses bildete, und das wird auch im neuen Schuljahr so sein, eine Aussprache über die mögliche Existenz und Suche nach extraterrestrischen Zivilisationen. Dabei soll den Schülern von der Warte ihres erworbenen astronomischen Wissens auch klar werden, warum wir – jeder Einzelne von uns – nach astro-

nomischen Wissen streben und dieses Wissen auch brauchen. Wir brauchen es wohl doch auch deshalb, um zu einem besseren Selbstverständnis über uns, über den Platz der Erde und ihrer Bewohner, über das Woher und Wohin der Menschheit zu kommen.

#### Literatur:

- (1) SCHUKOWSKI, M.: 35 Jahre DDR – 25 Jahre Astronomieunterricht. In: *Astronomie in der Schule* 21 (1984) 5.
- (2) PRUS, B.: *Pharao*. Aufbau Verlag Berlin und Weimar 1973, S. 693–694.

Anschrift des Verfassers:

**FRANK GEISSLER**

Liebenwerdaer Chaussee 10

Tröbitz

DDR - 7971

## Forum

# Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde<sup>1</sup>

**PETER KLEIN, Rostock**

Die auf dem XI. Parteitag der SED abgesteckte Bildungsstrategie stellt hohe Anforderungen an die Qualität der gesamten Bildungs- und Erziehungsarbeit an der Schule, insbesondere des Unterrichts. Die schöpferische Umsetzung dieser Strategie auch im Astronomieunterricht erfordert gewissenhafte pädagogische Arbeit, konstruktives Mitdenken, vielfältige Initiativen und Überlegungen.

Die im Heft 6/1985 begonnene und im Jahrgang 1986 geführte Diskussion zur hohen Aktivität aller Schüler im Lernprozeß ist in das Streben der Astronomielehrer einzuordnen, ihrer persönlichen Verantwortung für die Bildung und Erziehung ihrer Schüler immer besser gerecht zu werden.

Zum einleitenden Artikel gingen der Redaktion 21 Stellungnahmen und Meinungsäußerungen von Astronomielehrern zu, wovon 9 veröffentlicht wurden (1). Die Einsendungen bekräftigen durchweg nachfolgende Positionen zur Gestaltung eines aktivitätsfördernden Unterrichts.

Schüler setzen sich mit dem *Unterrichtsstoff aktiv auseinander*, wenn der Lernprozeß so geführt wird, daß

- Vermittlung, Aneignung, Festigung, Systematisierung, Anwendung und Kontrolle des Stoffes zielgerichtet erfolgen,
- Zielsetzung und Motivation in ihrer dialektischen Einheit erfaßt werden und zu einer wissenschaftlichen, parteilichen, lebensverbundenen und problemhaften Unterrichtsgestaltung führen,

<sup>1</sup> s. KLEIN, P.: Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde. In: *Astronomie in der Schule* 22 (1985) 6.

- klar formulierte und überschaubare Aufgaben gestellt und gelöst werden,
- geistige und geistig-praktische Schülertätigkeiten, wie das Beschreiben, Erläutern, Erklären, Bestimmen, Berechnen und Vergleichen, die Aneignung astronomischen Wissens und Könnens optimal fördern,
- Schülerbeobachtungen im Unterrichtsprozeß der Problemgewinnung, dem Erkenntniszuwachs, der Erkenntnisbestätigung und der Veranschaulichung dienen, emotionale Wirkungen haben, Interessen fördern und Erwartungen wecken.

Die geistige Aktivität der Schüler wird herausgefordert, wenn das *Bedingungsgefüge* so gestaltet wird, daß

- jeder Schüler gefordert, gefördert und geachtet wird,
- seine Fähigkeiten erkannt, Mitdenken und Mitverantworten verlangt und gute Leistungen anerkannt werden,
- die unterschiedlichen Erwartungshaltungen, Einstellungen und Interessen und bereits angeeignetes Wissen und Können der 15- bis 16jährigen Berücksichtigung finden.

Wir fassen wichtige Ergebnisse der Unterrichtsdiskussion zusammen und heben Wesentliches hervor. Viele Astronomielehrer erteilen **langfristige Aufträge** an die Schüler und nutzen deren Ergebnisse in vielfältiger Weise als aktivitätsfördernde Stimulanz für den Lernprozeß aller Schüler. Dabei wird oftmals differenziert vorgegangen, und es werden die Potenzen der Teilnehmer des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“ bewußt genutzt. Dieses Vorgehen setzt ein hohes Maß an pädagogischer Erfahrung, eine langfristige Planung und die Kenntnis der Stärken und Schwächen der Schüler voraus. Das Zurückgreifen auf langfristige Aufgaben, die auch Beobachtungen einschließen, nutzt ROLF BAHLER, um ein über die ganze Stunde reichendes Spannungsfeld zu erzeugen. Seine ursprüngliche Befürchtung, durch dieses Vorgehen Zeit zu verlieren, hat sich nicht bestätigt. Vermehrtes Interesse und die damit verbundene stärkere Aktivität der Schüler sind das Ergebnis. DETLEF ROMMERT beschreibt sein Vorgehen konkret am Beispiel der Behandlung des Mondes und des Planetensystems und zeigt, wie die Ergebnisse der langfristig erteilten Hausaufgaben nicht nur für wenige Unterrichtsstunden genutzt werden, sondern im gesamten Unterricht/Wirkung zeigen.

**Beobachten** erfordert ein hohes Niveau theoretischer Arbeit als Voraussetzung für die Beobachtung, bei der Interpretation des Beobachteten und bei der Erklärung von Beobachtungsergebnissen. Forschendes Lernen, führt ERHARD WEIDNER aus, gibt den Schülern Anreiz zum Suchen von Lösungswegen, hat hohen Motivationswert und ist zugleich Bewährungssituation. Die Steigerung der Anforderungen an die Beobachtungstätigkeit fördern die

Selbständigkeit, die Freude am Beobachten und am Lernen insgesamt. Die von WEIDNER erwähnten sogenannten „einfachen Beobachtungen“ machen Niveaustufen sichtbar.

SIEGFRIED SCHREITER führt den ersten Beobachtungsabend Mitte September durch und erarbeitet dabei das Horizontsystem. Aus einer konkreten, problemhaften Aufgabenstellung schafft er die notwendige Zielorientierung und Motivation für die Einführung des Koordinatensystems und leistet gleichzeitig einen Beitrag zur Entlastung des Stoff-Zeit-Verhältnisses, da in der folgenden Stunde „nur noch“ das Wesentliche zusammengefaßt, gesichert und angewendet werden muß.

Die Bedeutung und Rolle von **Fach Helfern** in einem die Aktivität aller Schüler anregenden Unterrichtsprozeß wird in diesem Zusammenhang von mehreren Autoren betont. Für WERNER FUCHS sind ausgebildete Fachhelfer echte Mitarbeiter. Sie wirken positiv auf die Lern- und Arbeitshaltung des ganzen Klassenkollektivs. Die aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff, sinnvoll verbunden mit astronomischer Freizeitbeschäftigung, sieht er als wichtigen Faktor der Persönlichkeitsentwicklung einzelner Schüler.

Unsere Diskussion belegt, daß ein gutes Lehrer-Schüler-Verhältnis eine Grundbedingung für erfolgreiche Arbeit in jeder Unterrichtsstunde ist. Die Unterrichtsergebnisse von ROLF BAHLER, DETLEF ROMMERT, HERMANN GABLER, HANS-GEORG CALSOW, HORST KRIEG, LUTZ KLINNERT sind nur auf dieser Basis möglich.

Bemerkenswert ist, daß die Mehrzahl der Autoren einen engen *Zusammenhang zwischen dem obligatorischen und dem fakultativen Astronomieunterricht* sieht und die Ergebnisse des fakultativen Unterrichts auf vielfältige Weise zur Problemstellung, Motivation, Veranschaulichung und Aktualisierung des Unterrichts mit dem Ziel einsetzt, **alle** Schüler aktiv in den Lernprozeß einzubeziehen.

Diese Tatsache widerlegt die bei nicht wenigen Lehrern vorhandene Ansicht, daß Teilnehmer einer FKR „Astronomie und Raumfahrt“ im obligatorischen Unterricht unterfordert werden, dem Unterricht nicht folgen und diesen letztlich stören könnten.

Die Qualität des Astronomieunterrichts zeigt sich an den bei den Schülern erreichten Ergebnissen: dem Zuwachs an Wissen und Können, der Ausprägung von Haltungen, Einstellungen und Überzeugungen. Wie solche Resultate erreicht werden, hängt eng mit der langfristigen und variationsreichen **Planung** und mit dem didaktisch-methodischen Vorgehen des Lehrers zusammen. ROLF BAHLER nennt als Voraussetzung für den schöpferisch tätigen Schüler einen schöpferisch arbeitenden Lehrer. WERNER FUCHS verlangt noch mehr konkrete Hilfen in Form von Planungsvarianten und Übungsprogrammen bei Systematisierungen und

Wiederholungen – eine Aufforderung sicher auch an den Erfahrungsaustausch in unserer Fachzeitschrift.

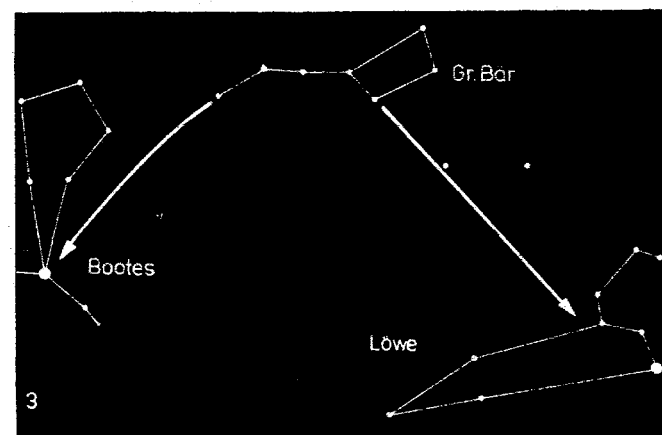
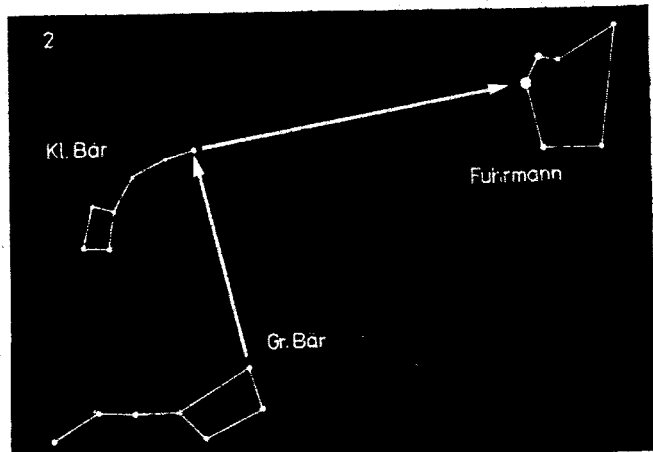
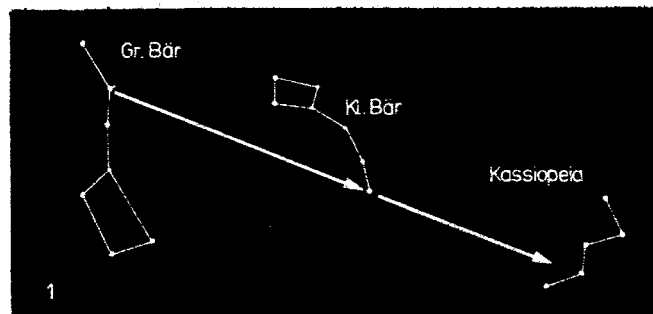
Mehrere Autoren verweisen auf die **Koordinierung des Astronomieunterrichts mit anderen Unterrichtsfächern** als wichtige Bedingung für die Erhöhung der Aktivität der Schüler bei der Stoffaneignung. LUTZ KLINNERT nennt dazu Beispiele.

Bei der Erörterung des Problemkreises „Hohe Aktivität aller Schüler in jeder Unterrichtsstunde“ wurden Fragen angesprochen, die in Zukunft, auch mit der Sicht auf die Einführung des neuen Lehrplans ab 1. 9. 1987, in den Erfahrungsaustausch stärker einbezogen werden sollten. Dazu gehören u. a. die *Anwendung des angeeigneten Wissens und Könnens, die Sicherung einer hohen Verfügbarkeit, die Gestaltung von wöchentlichen Übungen, die Einbeziehung von Beobachtungsergebnissen in den Unterrichtsprozeß, differenzierte Arbeitsformen im Astronomieunterricht, die Unterrichtsplanung und die Information über die Art, den Umfang und die Qualität des erreichten Bildungszuwachses.*

Unsere Diskussion und der sie begleitende Erfahrungsaustausch in Fachzirkeln und Fachkommissionen belegen eindrucksvoll, daß sich unsere Kollegen mit Verantwortungsbewußtsein und großem persönlichem Einsatz die Aufgabe gestellt haben, die geistige Aktivität aller Schüler im Lernprozeß weiter zu erhöhen. Sie haben erkannt, daß davon solides und anwendungsbereites Wissen und Können und die Ausprägung weltanschaulicher Überzeugungen, politischer Standpunkte und sittlich moralischer Eigenschaften der Schüler im starken Maße abhängen.

#### Literatur:

- (1) BAHLER, R.; SCHREITER, S.; KLINNERT, L.; WEIDNER, E.; KRIEG, H.; GABLER, H.; CALSON, H.; FUCHS, W.; ROMMERT, D.: **Zur hohen Aktivität aller Schüler in jeder Astronomiestunde.** In: *Astronomie in der Schule* 23 (1986) 1, 2, 3, 4, 5.



Es gibt aber weitere Leitlinien, die man kennen sollte. Für alle Jahreszeiten gilt: Verlängert man die Verbindungslinie vom mittleren Schwanzstern im Großen Bären (das ist der mittlere „Deichselstern“ im „Großen Wagen“) zum Polarstern über diesen hinaus, so findet man jenseits des Polarsterns die Kassiopeia (Bild 1).

Die folgend beschriebenen Leitlinien sind am Abendhimmel im Winter und im Frühjahr wichtig. Die Sterne Sirius, Rigel, Aldebaran, Kapella, Kastor und Prokyon bilden die Ecken eines großen, nahezu regelmäßigen Sechsecks, das die auffälligsten Sternbilder des Winterhimmels umschließt. Es wird deshalb als Wintersechseck bezeichnet (vgl. Bild 121/1 im Lehrbuch *Astronomie*). Man findet es leicht, wenn man von der auffälligen Sternfigur des Orion ausgeht. Der nördlichste Stern im Wintersechseck, Kapella im Sternbild Fuhrmann, kann auch anders anvisiert werden: Man sucht, ausgehend vom Großen Bären, den Polarstern auf; die Leitlinie zur Kapella biegt am Polarstern nahezu rechtwinklig nach rechts ab (Bild 2).

Der Große Bär dient auch als Ausgangssternbild für zwei Leitlinien, mit deren Hilfe Sternbilder am Frühjahrs-Abendhimmel aufgefunden werden können: Verlängert man die Verbindungslinie der Sterne Gamma und Delta im Großen Bären nach Süden, also vom Himmelsnordpol weggerichtet, so trifft man auf das Sternbild Löwe. Als „Deichselchwung“ wird gelegentlich eine gekrümmte Leitlinie bezeichnet, die

## B Beobachtung

### Leitlinien am Winterhimmel

Leitlinien (Alignments) sind gedachte Linien, die beim Aufsuchen der Sternbilder am Himmel ungeübten Beobachtern sehr nützlich sein können. Sie verbinden einzelne Sternbilder oder deren Hauptsterne zu einfachen, einprägsamen Figuren und stellen damit ein Analogon zu den gedachten Verbindungslinien der Sterne innerhalb der Sternbilder dar. Jedem Astronomielehrer sind mindestens zwei solche Leitlinien bekannt, nämlich die fünfeinhalbfache Verlängerung der Verbindungslinie zwischen den Sternen Alpha und Beta im Großen Bären, die zum Polarstern weist, und das aus den Sternen Deneb, Wega und Atair gebildete „Sommerdreieck“.

die Schwanzlinie des Großen Bären (die „Deichsellinie“ des „Großen Wagens“) verlängert. Sie trifft auf den hellen Stern Arktur im Bootes (Bild 3) und, nach nochmaliger Verlängerung um den gleichen Betrag, auf die Ende Februar schon gegen 22 Uhr MEZ aufgehende Spika im Sternbild Jungfrau.

KLAUS LINDNER

# V

## Vorbilder

### Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut SIGMUND JÄHN“ Rodewisch

Die Entstehung und Entwicklung der Schulsternwarte in Rodewisch ist auf das engste mit der Geschichte unserer Deutschen Demokratischen Republik verbunden. Wenige Tage nach der Gründung des Arbeiter-und-Bauern-Staates faßte im Oktober 1949 der Kreistag in Auerbach (Vogtland) den Beschluß, auf dem Turm der Pestalozzischule Rodewisch für eine Schülerarbeitsgemeinschaft Astronomie eine kleine Sternwarte einzurichten. Der Plan, eine derartige Bildungsstätte zu schaffen, reifte in einem Gespräch, das die Genossen SCHLOSSER und LÖSCHER in ihren Eigenschaften, als Landrat bzw. Schulrat mit dem Neulehrer EDGAR PENZEL auf einer Ausstellung anläßlich eines pädagogischen Kreiskongresses führten. Der Bau löste unter den Lehrern und Schülern sowie in der gesamten Bevölkerung des kleinen vogtländischen Städtchens viele Initiativen aus, so daß die Einweihung der Schulsternwarte Rodewisch termingerecht am 23. September 1950 vorgenommen werden konnte.

Wichtigster Inhalt der Arbeitgemeinschaftstätigkeit war in den ersten Jahren die Himmelsüberwachung mit Zeiss-Astrographen. Durch ihre fleißige Arbeit legten in dieser Zeit die Schüler unter der Leitung ihres Lehrers EDGAR PENZEL einen wesentlichen Grundstein für die weitere Entwicklung der Einrichtung. Zu den ersten Erfolgen in der Astrofotografie gehörte eine Meteoraufnahme des AG-Mitgliedes DIETHARD RUHNOW am 22. Juli 1955, die zu den schönsten Aufnahmen ihrer Art gehört.

Als am 4. Oktober 1957 in der Sowjetunion mit dem Start von Sputnik 1 für die Menschheit das Tor zum Weltall aufgestoßen wurde, erlebten die Lehrer und Schüler der Rodewischer Schulsternwarte den ersten Höhepunkt in der Geschichte ihrer jungen Einrichtung. Vier Tage nach dem Start gelang ihnen die Erstbeobachtung von Sputnik 1 in Mitteleuropa. Mit der Übermittlung der Meßergebnisse an den Astronomischen Rat der Akademie der Wissenschaften der UdSSR begann an der Schulsternwarte auf Wunsch sowjetischer Fachleute die kontinuierliche visuelle und fotografische Vermessung der künstlichen Erdsatelliten. Die Einrichtung erhielt die offizielle Bezeichnung Satellitenbeobachtungsstation 125.

Das von Anfang an erfolgreiche Bestreben des Leiters, vielen Bürgern das Erlebnis einer Beobachtung der Sputniks zu ermöglichen, machte die Schulsternwarte Rodewisch in unserem ganzen Land bekannt. Über die Tageszeitungen wurden „Satellitenfahrpläne“ veröffentlicht. In enger Zusammenarbeit mit der Urania und dem Kulturbund popularisierten Mitarbeiter und ehrenamtliche Helfer die Pionierleistungen der sowjetischen Raumfahrt. Tausende exakte Bahnvermessungen konnten gewonnen und dem Rechenzentrum „Cosmos“ in Moskau übermittelt werden. Als besonders hilfreich für die intensive Beobachtungstätigkeit erwies sich die Rodewischer Ephemeridenkarte für künstliche Erdsatelliten, die von dem Lehrer FRIEDEMANN BERTH, der sich im Jahre 1961 dem Kollektiv der Schulsternwarte anschloß, berechnet und gebaut wurde.

Die Einführung des Astronomieunterrichtes im Jahre 1959, die damit an der Schulsternwarte beginnende Weiterbildung der

im Fach tätigen Lehrer und die ständig umfangreicher werdende Vortragstätigkeit forderten zwingend eine personelle und räumliche Erweiterung der Einrichtung. Auf Vorschlag des ZK der SED beschloß Ende 1963 das Ministerium für Volksbildung die Schaffung weiterer Planstellen und den Bau eines neuen Sternwartegebäudes. Ihr neues Haus am südöstlichen Stadtrand bezogen die Schüler und Lehrer am 3. September 1967. In den Jahren danach war die Arbeit in den Arbeitsgemeinschaften, wissenschaftlich-praktischen Arbeitsgruppen und bei den Amateuren der Schulsternwarte vor allem durch die Satellitenbeobachtung geprägt. Zwischen 1960 und 1980 konnten nahezu 100 000 Vermessungen gewonnen werden, für deren Genauigkeit und schnelle Übermittlung der Astronomische Rat der UdSSR der Schulsternwarte Rodewisch mehrfach hohe Anerkennung aussprach. Für seine Verdienste bei der Entwicklung der sozialistischen Schule, für die Erfolge bei der Satellitenbahnvermessung und für die Popularisierung der Leistungen der sowjetischen Raumfahrt wurde der Direktor der Einrichtung mit den Titeln „Verdienter Lehrer des Volkes“ und „Professor“ ausgezeichnet. Am ersten gemeinsamen bemannten Raumflug UdSSR-DDR begeisterten sich die Lehrer und Schüler der Rodewischer Schulsternwarte ebenso wie alle Bürger unseres Landes. Spontan entstand bei ihnen der Wunsch, der Einrichtung den Namen des ersten deutschen Kosmonauten zu geben. Zum Tag der Weltraumforschung 1979 war es soweit. SIGMUND JÄHN verlieh in Anwesenheit vieler hundert Bürger der Schulsternwarte seinen Namen.

Die vielfältigen Formen der Unterstützung der Schulastronomie und der immer größer werdende Besucherstrom astronomisch Interessierter ließen Anfang der 80er Jahre bei den Mitarbeitern die Erkenntnis reifen, daß durch ein Planetarium eine weitere wesentliche Verbesserung der unterrichtlichen und populärwissenschaftlichen Arbeit erreicht werden könnte. Wiederum waren es die gesellschaftlichen Kräfte des Bezirkes Karl-Marx-Stadt und des Kreises Auerbach, die den Bau eines Planetariums möglich machten. Am 12. April 1985, dem Tag der Weltraumforschung, übergab in Anwesenheit von Generalmajor Dr. SIGMUND JÄHN und Vertretern der Partei der Arbeiterklasse der Kreisschulrat von Auerbach das neu entstandene Zeiss-Kleinplanetarium der Öffentlichkeit. Im ersten Jahr nach seiner Eröffnung besuchten es 15 000 Bürger (s. II. Umschlagseite, oberes Bild).

Die Erfolge des Mitarbeiterkollektivs der Rodewischer Schulsternwarte gründen sich insbesondere auf seine über Jahrzehnte andauernde stabile Zusammensetzung. Unter der Leitung des Direktors, Prof. EDGAR PENZEL, sind die pädagogischen Mitarbeiter FRIEDEMANN BERTH und DIETHARD RUHNOW sowie die technischen Mitarbeiter IRMGARD WIECZOREK, EVA MERK und JÜRGEN SCHRAMM seit Anfang 1960 an der Einrichtung tätig (s. II. Umschlagseite unteres Bild).

Die Schulsternwarte ist Träger der Dr.-Theodor-Neubauer-Medaille, der Ehrennadel der Gesellschaft für Deutsch-Sowjetische Freundschaft und der Ehrennadel des Präsidiums der Urania. In das Karl-Marx-Ehrenbuch des Bezirkes wurde die Einrichtung für ihre hervorragenden Arbeitsergebnisse ebenfalls eingetragen.

Mit seinem 65. Geburtstag am 1. 9. 1986 schied Prof. EDGAR PENZEL aus dem Arbeitsprozeß aus. Seine Funktion wurde dem langjährigen Mitarbeiter OL DIETHARD RUHNOW übertragen. Neu im Kollektiv hat der Fachlehrer für Astronomie JÜRGEN ANZER seine Tätigkeit aufgenommen.

Durch die ständige Verbesserung der Arbeitsbedingungen konnten sich auch die Aufgaben, die die Mitarbeiter erfüllen, erweitern. Auf schulastronomischem Gebiet stellt die Einrichtung für den Heimatkreis den Fachberater, betreut die Weiterbildung der im Fach unterrichtenden Kollegen, organisiert und gestaltet für die vogtländischen Kreise den Fachkurs. Die notwendigen schulpraktischen Erfahrungen gewinnt sie durch die Erteilung des Astronomieunterrichtes an den Rodewischer Schulen. Seit 1966 erhalten die Astronomielehrer des Bezirkes monatlich ein vierseitiges Informationsblatt mit neuen fachwissenschaftlichen Erkenntnissen und konkreten Beobachtungshinweisen.



Alle 10. Klassen des Kreises Auerbach besuchen das Planetarium mit seinen umfangreichen Möglichkeiten zur Veranschaulichung der Unterrichtsthemen Orientierung am Sternhimmel, wahre und scheinbare Bewegung der Planeten, Tagbogen und Jahresgang der Sonne. Des weiteren werden zwei fakultative Kurse, eine Arbeitsgemeinschaft und eine wissenschaftlich-praktische Arbeitsgruppe betreut. In den Winterferien findet ein Spezialistenlager für Schüler der 9. Klassen des Kreises zur Ausbildung als Beobachtungshelfer statt.

Studienrat GISELA SEHLING  
 Kreisschulrat  
 Rat des Kreises Auerbach

# Z

## Zeitschriftenschau

**DIE STERNE.** A. HANSLMEIER: **Das Problem der Sonnenneutrinos.** 62 (1986) 3, 139–145. Die gemessenen Werte der Sonnenneutrinos weichen sehr deutlich von den gemäß unseren gegenwärtigen Theorien über den Aufbau der Sonne und die Energieerzeugung in ihrem Inneren theoretisch zu erwartenden Werten ab. Autor bringt eine Zusammenfassung der Problemstellung und der gegenwärtig diskutierten Erklärungsversuche und wertet diese im Hinblick auf ihre Wahrscheinlichkeit. Er kommt zu dem vorsichtig formulierten Schluß, daß die Annahme von Neutrinooszillationen zur Erklärung des Sonnenneutrinodefizits eine gewisse Vorzugstellung gegenüber anderen Theorien zu haben scheint. — J.-H. SCHARF: **Die Herkunft einiger Tierkreiszeichen und ihrer heutigen Benennung.** 62 (1986) 3, 159–163. — **Erste Ergebnisse der Uranusmission von Voyager 2.** 62 (1986) 3, 168 bis 171. — E. LITZROTH: **Eine Anordnungsregel für Planeten und Monde.** 62 (1986) 3, 177–180.

**ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT.** U. SCHMALING: **Space Shuttle. Realitäten – Tendenzen – Pläne.** 24 (1986) 4, 103 bis 113. — V. SCHORCHT: **Neues Amateurspiegelteleskop – ZEISS MENISCAS 180.** 24 (1986) 4, 113–115. Beschreibung eines modernen Spiegelteleskops höchster Güte mit 180 mm freier Öffnung, 1800 mm Brennweite und einer Reichweite bis etwa 13<sup>m</sup> 4, dessen Serienproduktion 1987 beginnt.

**URANIA.** H. STILLER/D. MÖHLMANN: **Perspektiven der Kosmosforschung.** 62 (1986) 8, 20–25. Die Autoren gehen auf Entwicklungstendenzen bis zum Ende unseres Jahrhunderts ein. Sie kommen zu dem Schluß, daß die Kosmosforschung bis zum Ende der 90er Jahre die wissenschaftlichen Grundlagen unseres Weltbildes und die Entwicklung der Naturwissenschaften wesentlich beeinflussen wird und das Leben auf der Erde gestalten hilft. Das geschieht sowohl über direkte Nutzenanwendungen für die Zustandserfassung und Prozeßüberwachung oder für Kommunikationszwecke als auch indirekt durch die gezielte Weiterentwicklung unseres technisch-technologischen Wissens und Könnens. Entscheidend für einen solchen progressiven Beitrag wird sein, daß es gelingt, den militärischen Mißbrauch des Weltraums zu verhindern, weil sonst die erheblichen materiellen Aufwendungen für friedliche kosmische Großprojekte nicht aufzubringen sind. — L. BUCHMANN: **Friedrich Simon Archenhold und die**

**Archenholdsternwarte in Berlin.** 62 (1986) 9, 4–7. F. S. Archenholds Geburtstag jährte sich am 2. 10. 1986 zum 125. Mal. Die nach ihm benannte älteste und größte Volkssternwarte der DDR bestand 1986 90 Jahre. Ihre Entwicklung stellt ein Stück Geschichte Berlins dar, ihre Wirkung hinsichtlich Forschung und Popularisierung wissenschaftlicher astronomischer und astronomiegeschichtlicher Kenntnisse reicht über Berlins Grenzen hinaus. — R. BOTSCHEN: **Die Sonne – unser Stern.** 62 (1986) 9, 39–42. Eine kompakte Darstellung von Erkenntnissen über die Sonne.

**WISSENSCHAFT UND FORTSCHRITT.** H.-J. WIEBICKE: **Kosmische Gamma-Ausbrüche.** 36 (1986) 7, 187–190 u. Ill. US. Kosmische Gamma-Ausbrüche sind kurzzeitige, zeitlich und örtlich unberechenbare, äußerst intensive Strahlungsemissionen. Obwohl seit Jahren extraterrestrisch beobachtet, sind die Quellen dieser Strahlen und die auslösenden Ursachen nicht sicher bekannt. Autor trägt Eigenschaften der Gamma-Ausbrüche und Modelle zur Deutung der Erscheinungen vor. — G. RÜDIGER/S. HUBRIG: **Überraschungen mit Wega.** 36 (1986) 9, 244–246 u. Ill. US. Diskussion der zeitlichen, lokalen und strukturellen Abnormitäten im Wega-Spektrum. Die daraus abgeleitete Existenz einer Hülle grobkörnigen Staubs um Wega scheint neue Ansätze für die kosmogonische Erforschung von Planetensystemen zu ergeben.

**SPEKTRUM.** U. HOFFMANN: **Woran arbeiten Sie, Hilmar Lorenz?** 17 (1986) 8, 26–27. Porträt eines jungen Astrophysikers des Zentralinstituts für Astrophysik der DDR.

**JUGEND UND TECHNIK.** K. THIEMANN: **Projekt Phobos.** 34 (1986) 5, 344–347. — H. HOFFMANN: **„Challenger“-Katastrophe und SDI.** 34 (1986) 5, 387–390. — K. THIEMANN: **Uranus-Passage.** 34 (1986) 9, 672–675. Ergebnisse der jüngsten „Voyager-2“-Mission.

**BILD UND TON.** Ring um Planeten Neptun entdeckt. 39 (1986) 2, 44. **MANFRED SCHUKOWSKI**

# U

## Umschlagseiten

**Titelseite** – Der Uranussatellit Oberon konnte nur aus verhältnismäßig großer Entfernung aufgenommen werden. Dennoch lassen die besten Bilder, wie dieses, erkennen, daß zahlreiche große Einschlagkrater von sehr hellen ausgeworfenen Eismassen umringt werden. Durch Strichelung wurden die Positionen besser erfaßbarer Kraterränder auf den Originalaufnahmen verdeutlicht (s. Beitrag S. 129).

**2. Umschlagseite** – Kuppelgebäude und Planetarium der Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut SIGMUND JAHN“ in Rodewisch (oberes Bild); Mitarbeiterkollektiv der gleichen Einrichtung bei einer Arbeitsberatung (unteres Bild). Lesen Sie dazu den Beitrag „Vorbilder“ auf S. 142.

**3. Umschlagseite** –

Der größte Uranusmond, die Titania, erwies sich aus der Nähe betrachtet nach den Voyager-Aufnahmen als ein sehr kraterreicher Satellit, auf dessen Oberfläche aber auch einige große Grabenstrukturen zu erkennen sind (s. Beitrag S. 129).

**4. Umschlagseite** –

Aufnahme der Uranus-Zwergsatelliten mit den vorläufigen Bezeichnungen 1986 U 1, 1986 U 3 und 1986 U 4. Auch ein Segment des äußersten und breitesten Uranusringes (= Epsilon-Ring) ist im Bild zu erkennen (s. Beitrag S. 129). Bild 3:

*Wir entbieten unseren Lesern,  
 Autoren und Mitarbeitern herzliche  
 Wünsche zum Jahreswechsel.*

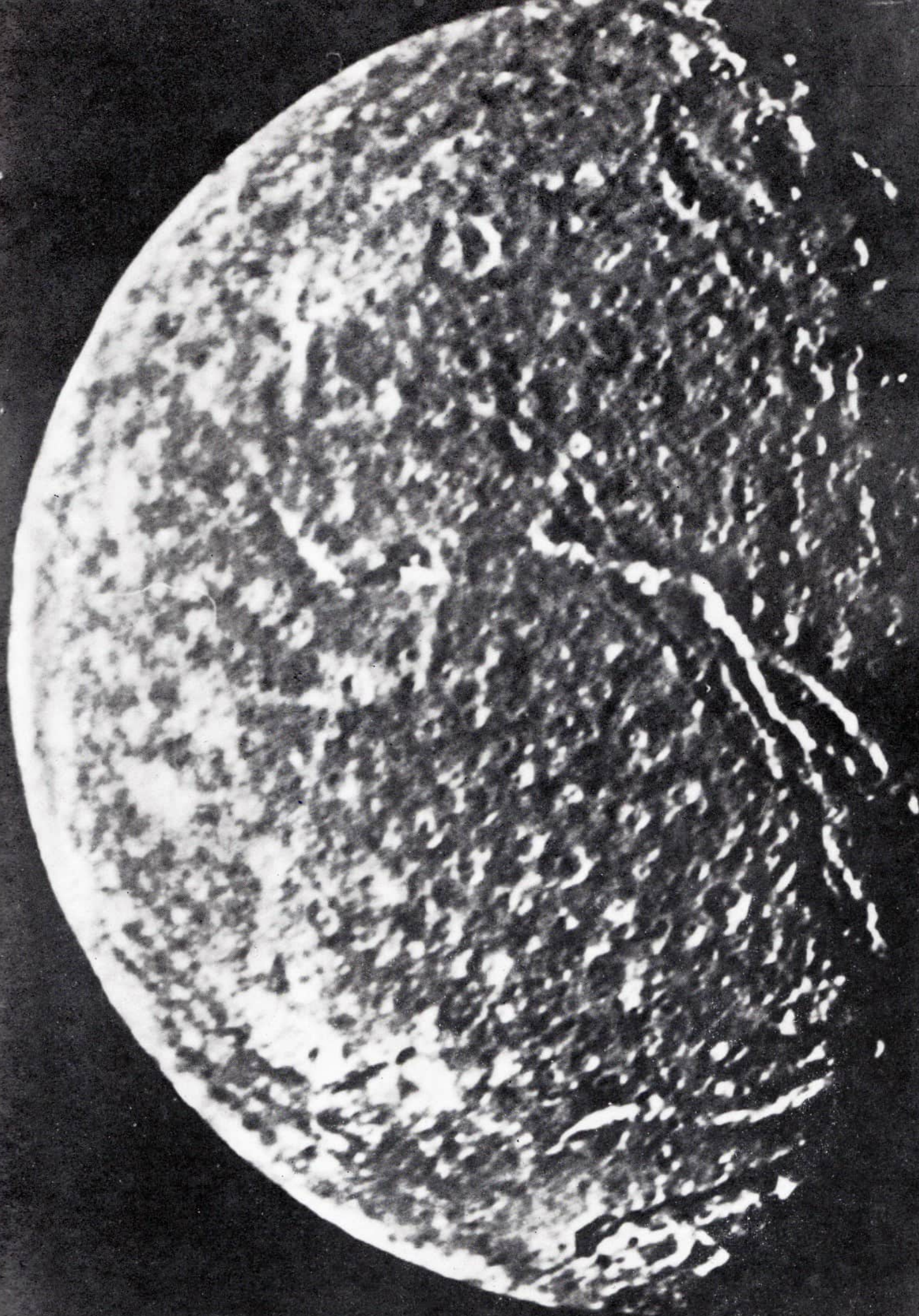
# D

# Dokumentation

- Anzeige des Sachgebietes, in das die Veröffentlichung einzuordnen ist
- Nennen des Verfassers und des Titels der Publikation
- Orientierung zum Standort des Beitrages und über seine Beilagen (z. B. Anzahl der Literaturangaben)
- Kurzinformationen über wesentlichen Inhalt des Artikels

Zusammenstellung: ANNELORE MUSTER

<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Schulpolitik</i> OSKAR MADER <b>Astronomische Bildung für alle Heranwachsenden – vierzig Jahre demokratische Schulreform</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 5, 98–99; 11 Lit. Verfasser befaßt sich mit der Entwicklung der astronomischen Bildung seit Verkündung des Gesetzes zur Demokratisierung der deutschen Schule im Jahre 1946. Er geht besonders auf den Astronomieunterricht an den allgemeinbildenden Oberschulen der DDR ein.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Führung des fakultativen AU</i> HORST BIENIOSCHEK <b>Zur Weiterentwicklung des fakultativen Kurses „Astronomie und Raumfahrt“</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 6, 122–125; 7 Lit. Der Autor legt Erfahrungen über die bisherige Arbeit mit dem Rahmenprogramm dar und stellt einige Schlußfolgerungen zur Diskussion. Es werden Vorschläge zur inhaltlichen Weiterentwicklung des Rahmenprogramms unterbreitet.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Fachwissenschaft</i> THOMAS HENNING <b>Einige Eigenschaften zirkumstellarer Hüllen</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 5, 100–102; 3 Abb. Der Autor stellt neue Erkenntnisse über zirkumstellare Gas-Staub-Hüllen vor. Daraus werden Schlüsse für das Studium der Entwicklung junger Sterne abgeleitet.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Fachwissenschaft · Planetensystem</i> DIEDRICH MÖHLMANN <b>Erste Ergebnisse der VEGA-Mission</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 6, 127–129; 3 Abb. Der Verfasser berichtet über erste Ergebnisse der Bildauswertung des VEGA-Experiments. Dabei geht er auch auf Arbeitsverfahren ein.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Raumfahrt</i> HORST HOFFMANN <b>MIR – eine neue Generation von Orbitalstationen</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 5, 102–104. Es werden wesentliche Qualitätsmerkmale der sowjetischen Orbitalstation MIR beschrieben. Ferner informiert der Verfasser über erste Arbeiten in der neuen Raumstation.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Fachwissenschaft · Planetensystem</i> MANFRED REICHSTEIN <b>Das Satellitensystem des URANUS (I)</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 6, 129–133; 6 Abb., 1 Tab. Es werden neue Erkenntnisse über das Satellitensystem des Uranus vorgestellt, die mit Hilfe des Voyager-Vorbeifluges gewonnen wurden.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Raumfahrt</i> HANS-DIETER NAUMANN <b>Forschungsexperiment INTERBOL</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 5, 104–105; 1 Abb. Es wird über die Vorbereitung eines neuen internationalen Raumfahrtunternehmens berichtet, welches sich mit der Erforschung des heißen Plasmas in der Magnetosphäre und seine Auswirkungen auf die Erde befassen soll.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Methodik des AU</i> HELMUT BERNHARD <b>Zur Erörterung kosmischer Entwicklungsprozesse</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 6, 133–135; 2 Lit. Der Verfasser erörtert auf der Grundlage des neuen Lehrplanes inhaltliche Schwerpunkte zur unterrichtlichen Behandlung von Entwicklungsprozessen im Weltall.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Führung des Unterrichts · Fakultativer Kurs</i> MANFRED SCHUKOWSKI; FRANZ ZUBER-SEIFERT <b>Zur Arbeit in fakultativen Kursen nach Rahmenprogramm „Astronomie und Raumfahrt“</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 5, 105–111; 14 Lit. Verfasser analysieren die Tätigkeit fakultativer Kurse „Astronomie und Raumfahrt“ im Bezirk Rostock. Sie geben Anregungen, wie Leiter dieser Kurse die durch das Rahmenprogramm gesetzten Ansprüche noch besser realisieren und wie Direktoren und Fachberater den fakultativen Astronomieunterricht noch wirksamer unterstützen können.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ASTRONOMIE</b> <small>IN DER SCHULE</small></p> <p><i>Methodik des AU · Fakultativer Kurs</i> FRANK GEISSLER <b>Zur Koordinierung von fakultativem und obligatorischem Astronomieunterricht</b> Astronomie in der Schule, Berlin 23 (1986) 6, 135–139; 2 Tab., 2 Lit. Der Autor erläutert an Beispielen, wie der Erwerb von Kenntnissen im obligatorischen und fakultativen Astronomieunterricht sinnvoll koordiniert werden kann.</p>





1986U3



1986U4



1986U1